

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЕЖЕГОДНИК 1977

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ
СИСТЕМНОГО ПОДХОДА**

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД
В ИЗУЧЕНИИ НАУКИ**

**ПРОБЛЕМЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЕЖЕГОДНИК

1977



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1977

USSR ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE FOR THE HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

SYSTEMS RESEARCH

YEARBOOK

1977



PUBLISHING HOUSE «NAUKA»
MOSCOW 1977

Данный выпуск Ежегодника посвящен общим методологическим проблемам системного подхода, определению места системного подхода в структуре методологического знания, вопросам разработки формализованных системных концепций, системному подходу к науке и ее истории, формированию системных исследований в отдельных естественных и общественных дисциплинах: биологии, психологии, изучении культуры, градостроительстве.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**И. В. БЛАУБЕРГ, В. П. ЗИНЧЕНКО, В. Ж. КЕЛЛЕ,
В. А. ЛЕКТОРСКИЙ, А. А. МАЛИНОВСКИЙ, Д. А. ПОСПЕЛОВ,
В. Н. САДОВСКИЙ, А. Л. ТАХТАДЖЯН, А. И. УЕМОВ,
К. М. ХАЙЛОВ, Э. Г. ЮДИН**

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

ЦЕЛОСТНОСТЬ И СИСТЕМНОСТЬ

И. В. БЛАУБЕРГ

Понятие целого, целостности играет весьма важную роль в системных исследованиях. Все исследователи (или, по крайней мере, подавляющее их большинство) исходят из того, что система представляет собой целостный комплекс элементов. В то же время философские категории части и целого имеют многовековую историю, в ходе которой существенно трансформировалось их содержание и их методологическое значение для развития научного познания. Как нам представляется, именно методологические трудности познания и конструирования сложных целостных объектов, с которыми во второй половине XX в. непосредственно столкнулось конкретно-научное и техническое знание, и вызвали к жизни системный подход.

Взятые как философские категории, часть и целое выражают отношение между совокупностью предметов и связью, которая объединяет эти предметы и приводит к появлению у совокупности новых (интегративных) свойств и закономерностей, не присущих предметам в их разобщенности. При этом тип связи частей определяет и тип образуемого целого.

Категории части и целого характеризуют также общее движение познания, которое обычно начинается с нерасчлененного представления о целом, затем переходит к анализу, расчленению целого на части и завершается воспроизведением объекта в мышлении в форме конкретного целого. Как известно, эти закономерности познания целостных объектов были сформулированы К. Марксом в «Экономических рукописях 1857—1858 годов». В этой связи характер трактовки категорий части и целого и производной от них проблемы целостности в значительной мере определяет общую стратегию научного познания, способ решения кардинальных научных проблем.

Здесь мы оказываемся перед необходимостью различения двух смыслов понятия целостности — широкого и узкого. Понятие

целостности в узком смысле связано с познанием тех или иных сложноорганизованных объектов действительности (в этом смысле говорят, например, о проблеме целостности в биологии, психологии и т. п.) и с общими особенностями таких объектов. Целостность в широком смысле коррелирует не с тем или иным конкретным объектом, как таковым, а с характерным для данной эпохи стилем мышления; трактовка этого понятия связана, следовательно, с определенным типом философской и общенаучной рефлексии, создавая некий общий фон, на котором разворачивается движение философского и научного познания.

Отмечая фундаментальное значение проблемы целостности для теории и практики современных системных исследований, естественно задаться вопросом о сопоставлении понятий целостности и системности (целого и системы). Каждый, кому приходилось сталкиваться с употреблением этих понятий в научной литературе, не мог не заметить, что они не только чрезвычайно близки по содержанию, но и связаны глубоким внутренним родством. Но какова степень этого родства: синонимичны ли они или же их связывает иное отношение?

Как это ни покажется удивительным, в современной литературе, посвященной проблеме целостности, с одной стороны, и вопросам системного исследования — с другой, нет убедительного (или хотя бы достаточно развернутого) ответа на этот вопрос. Скажем осторожнее: нам неизвестны работы, специально посвященные соотношению целостности и системности в современном звучании этих понятий. В тех же немногих работах, где этот вопрос затрагивается, его решение не отличается, как нам кажется, особой доказательностью. В этом обстоятельстве можно усмотреть одну из причин того, что до сих пор наблюдается весьма большой разброс значений понятия «система» и немалый разнобой в толковании содержания и соотношения понятий системности и целостности. С точки зрения одних авторов понятие «система» и понятие «целое» выражают одно и то же содержание и в сущности тождественны. Другие же полагают, что понятие системы шире понятия целого. Встречаются и иные толкования.

Для иллюстрации сказанного приведем соответствующие выдержки из нескольких работ советских авторов.

В. Г. Афанасьев писал: «Понятие целого, целостности в советской и зарубежной литературе нередко отождествляется с понятием системы. Слов нет, всякое целое есть система. Но всякая ли система является целостной? Мы думаем, что не всякая. В науке под системой обычно понимается совокупность, комплекс взаимодействующих тем или иным образом компонентов. «Система,— пишет, например, видный современный зарубежный биолог Л. Берталанфи,— есть комплекс элементов, находящихся во взаимодействии». Согласно этому определению, несколько молекул газа тоже система, поскольку наличие хотя бы двух соударяющихся

молекул уже означает их механическое взаимодействие. Тем не менее это еще не целостная, а простая суммативная система, так как в результате взаимодействия здесь не возникает качественно новых (интегративных, целостных) свойств» [1, с. 8].

В нашей книге [3, с. 53] по этому поводу говорилось: «... в настоящей работе мы рассматриваем понятия «целое» и «система» как синонимы, считая, что понятие «система» применимо лишь к таким совокупностям, которые обладают целостными характеристиками». Более развернутую аргументацию этой же мысли мы изложили год спустя в рецензии на названную выше книгу В. Г. Афанасьева, написанной нами совместно с В. И. Кремьянским: «В начале первого раздела автор рассматривает соотношение между понятием целого и понятием системы и определяет целое как один из типов систем (которые, по мнению автора, могут быть целостными и суммативными). Действительно, в научной литературе понятие системы употребляется в самых различных значениях, затрудняющих его однозначное определение. Нам, однако, представляется, что при определении этого понятия следует исходить из более узкой, но более точной и продуктивной предпосылки, а именно из особенностей системного подхода к анализу объектов, характерного для современного этапа развития научного познания. С этой точки зрения вряд ли правомерно относить к системным образованиям такие неорганизованные совокупности, как куча зерна или камней [см. 1, с. 10]. Отличительными признаками всякого системного образования, понимаемого в этом узком смысле, является развитая связь между его элементами и его организованность (упорядоченность), что обуславливает целостный характер данного образования. Разумеется, при этом степень целостности бывает различной у разных системных объектов» [4, с. 173].

Подробнее, чем другие авторы, анализирует соотношение понятий целого и системы Г. А. Югай. Выделяя наряду с количественным, качественно-функциональным и структурным аспектами определения категорий части и целого также и системный аспект такого определения, автор отмечает, что одной из существенных характеристик целого является системная организованность его компонентов. «Связь частей целого не может быть бессистемной, неупорядоченной. Понятие целого именно и отражает гармоническое единство и взаимодействие частей по определенной упорядоченной системе. Значит целое обязательно предполагает систему. В этом выражается сходство и, в известной мере, даже тождественность понятий целого и системы.

Родственность понятий целого и системы послужила основанием для полного отождествления их. В частности, такой крупный специалист по теории систем, как Л. Берталанфи, считает, что между «целым» и «системой» нет никакого различия. Данная точка зрения является распространенной и в советской литературе» [18, с. 96].

Г. А. Югай не разделяет эту точку зрения и полагает, что понятия целого и системы, будучи во многом тождественными, имеют в то же время и существенные различия. Доказательство этого тезиса автор основывает на анализе определения понятия «система». Отправляясь от известных определений А. Д. Холла и Р. Е. Фейджина («система — это множество объектов вместе с отношениями между объектами и между их атрибутами (свойствами)») и Л. Берталанфи (приведенного выше), он утверждает, что определение системы как комплекса взаимодействующих тем или иным образом компонентов является общепризнанным. Но если для определения системы достаточно просто констатировать наличие связи, упорядоченности и организованного характера взаимодействия компонентов, то для определения понятия целого такая констатация уже недостаточна, поскольку она «не разграничивает природу связей компонентов по их внутреннему характеру» [18, с. 97].

Для того чтобы учесть указанное разграничение, Г. А. Югай считает необходимым ввести представление о «степени упорядоченности». С этой точки зрения возникновению упорядоченности, системности могут предшествовать совокупности в виде хаотического множества компонентов, взаимодействующих между собой чисто случайным образом. Переход множества компонентов в систему связан с таким возрастанием момента упорядоченности, когда необходимые связи преобладают над случайными. По мере дальнейшего совершенствования системы в сторону большей упорядоченности ее компонентов система может перейти в целостность. Целое — это система особого рода: в нем совершенно исключен случайный характер взаимодействия частей, их связи и взаимодействия могут быть только закономерными, необходимыми, возникшими из внутренних потребностей развития частей и целого. Следствием этого является возникновение в целом новых качеств по сравнению с отдельными частями или их суммой, чем «система целого» отличается от просто системы.

«В свете сказанного,— заключает автор,— весьма неточным является отождествление категории системы с категорией целого и определение категории системы через понятие целостности, имеющее место в нашей литературе. Система есть связь элементов. Что касается целостного характера системного образования, то это положение требует существенного уточнения, так как... целостность присуща не всякому системному образованию. Системы могут быть целостными и нецелостными: любое целое есть система, но не всякая система есть целое» [18, с. 98—99].

Как мы могли убедиться, советские авторы, обсуждая вопрос о соотношении целостности и системности, полемизируют с зарубежными авторами, а также — скрыто или явно — друг с другом. Это и неудивительно, поскольку изложенные соображения действительно уязвимы для критики (мы не делаем исключения в этом отношении и для собственных работ). Складывается впечатление,

чатление, что каждый автор, исходя из собственных представлений о содержании и объеме значений того и другого понятия — что в принципе вполне допустимо, если учитывать их чрезвычайную широту и неоднозначность, — стремится выдать эти представления за общезначимые (общепризнанные). Такая категоричность была бы в какой-то мере оправдана, если бы в ходе полемики были сформулированы достаточно удовлетворительные критерии отнесения одних объектов действительности к классу систем, а других — к классу целых, или же критерии их отождествления. Однако, как видно из приведенных цитат, такие критерии отсутствуют.

Чтобы эти утверждения не показались голословными, обратимся вновь к соответствующим местам из работ В. Г. Афанасьева и Г. А. Югая.

Прежде всего отметим, что ссылки на некое общепризнанное в научной литературе определение системы сегодня уже не покажутся убедительными: широкое развитие системных исследований за последние годы принесло с собой столь большое многообразие таких определений, содержательных и формальных (подробнее о них речь будет идти ниже), что попытка выделить в них некоторое общее содержание требует солидной классификаторской работы.

Но дело не только в этом. В названных работах авторы, как мы видели, исходят из одного и того же определения системы, понимая под ней комплекс взаимодействующих тем или иным образом компонентов. Однако как только от этой общей точки отсчета они отходят в ту или иную сторону — в сторону меньшей, чем системность, степени упорядоченности (если воспользоваться терминами Г. А. Югая), или в противоположную сторону, ведущую к целостности, — между ними сразу же начинаются расхождения. Так, для В. Г. Афанасьева системой являются несколько, хотя бы две, соударяющихся молекул газа, тогда как для Г. А. Югая это еще не система, а досистемное хаотическое множество компонентов.

Картина еще более усложняется, когда авторы переходят к сопоставлению понятия системы и понятия целого. В. Г. Афанасьев пишет, что «при наличии, скажем, 20^{22} молекул, когда в системе достаточно полно проявляется действие статистических закономерностей, система молекул становится термодинамическим целым: она отчетливо обнаруживает новые интегративные свойства (температуру, давление), которыми отдельные молекулы не обладают» [1, с. 8]. С точки зрения Г. А. Югая, это, по-видимому, уже система, но еще не целое, поскольку статистические закономерности, как известно, описывают класс массовых случайных явлений, а понятие целого, согласно тезису автора, «совершенно исключает случайный характер взаимодействия частей». При этом, правда, остается неясным, как же быть с интегративными свойствами, наличие которых в термодинамической си-

стеме справедливо отмечает В. Г. Афанасьев: ведь для Г. А. Югай именно возникновение таких свойств является одним из основных признаков, отличающих целое от «просто системы».

Использование категорий необходимости и случайности в качестве критерия разграничения целостных и нецелостных образований (систем) не кажется нам методологически обоснованным. Этот критерий неудовлетворителен в силу общефилософских соображений, поскольку необходимость противостоит случайности отнюдь не абсолютным образом: необходимое в одном отношении выступает как случайное в другом отношении, и наоборот. Неудовлетворителен он и потому, что в случае его принятия в класс целостных систем попадут лишь системы, функционирующие по схеме жесткой детерминации, и из него придется исключить вероятностные системы, в которых упорядоченность, устойчивость системы сочетается с достаточно широкой автономностью элементов, в силу чего на разных уровнях такой иерархически организованной системы происходит регулярное чередование жестко детерминированного и вероятно-статистического способов управления.

Принципы изучения и конструирования таких систем относятся к числу основных принципов современного системного исследования. Специфической особенностью вероятностных систем является отсутствие регулярности в поведении элементов: их характеристики изменяют свои значения независимым образом; каждое из значений рассматривается как случайное явление. Отметим, что термодинамические системы, пример которых приводился выше, представляют собой лишь один из простейших типов вероятностных систем; по вероятностной схеме построены также и многие сложные объекты биологической и социальной природы.

Косвенным доказательством недостаточности сформулированных критериев соотношения целостности и системности может служить тот факт, что авторы, выдвинувшие их, обычно не склонны проявлять чрезмерный ригоризм в их применении к конкретным научным проблемам. По-видимому, таково вообще свойство многих определений, когда они выдвигаются не из общетеоретических соображений, как таковых, а с целью методологического обслуживания определенной сферы конкретной деятельности: они теряют свою жесткость и приобретают элемент условности. Во всяком случае В. Г. Афанасьев в своих недавних работах, посвященных значению системного подхода в социальном познании и управлении, уже по существу не разграничивает целостность и системность и определяет понятие системы при помощи тех же терминов, какими он прежде определял понятие целого ¹.

¹ а) «...Следует определять целое, целостность как систему, совокупность объектов, взаимодействие которых обуславливает палчно новых интерактивных качеств, не свойственных образующим ее частям» [1, с. 9—10]; б) «...Следует определить систему как совокупности объектов,

Рассмотренные нами работы, при всех расхождениях точек зрения их авторов, объединяет в общем-то близкая трактовка центрального для них понятия — понятия целого (целостности). В ряде существенных пунктов заметно отличается от нее концепция, изложенная М. И. Сетровым [14, с. 3—17]. Основные моменты его позиции состоят в следующем.

Системный подход (или принцип, или метод — эти понятия М. И. Сетров считает хотя и не идентичными, но очень близкими по смыслу, и использует их в нерасчлененном виде) является философским принципом. Развитие этого принципа в истории науки выражалось в развитии содержания таких понятий, как целостность, системность, структурность, организованность. Эти категории, имея общее в своей основе содержание (с их помощью объект исследования рассматривается как состоящий из взаимодействующих элементов), отражают его с разных сторон и не одинаково полно. Наиболее абстрактной и наименее содержательной категорией является категория целого. Ее абстрактность объясняется низким уровнем и нерасчлененностью знаний в эпоху античности, когда и возникла эта категория: философы древности выражали в этой категории в общей форме единство наблюдаемых объектов и всего мира в целом и вместе с тем резко противопоставляли часть и целое.

Конкретизацией категории целого явилось понятие системы (системности), употребление которого исторически связано с наблюдением астрономических объектов, где более ясно выступала как относительная самостоятельность частей в целом, так и согласованность их движения. Впоследствии понятие системы стало широко использоваться в физике. Системный подход, основанный на понимании системы как совокупности элементов, находящихся во взаимодействии, по сравнению с целостным подходом более аналитичен. Если категория целого носит абстрактно-синтетический характер, то понятие системы, являясь как бы диалектическим отрицанием его, приобретает в основном конкретно-аналитический характер. Внимание исследователя при системном подходе направлено не на целостность объекта (наличие целостности рассматривается как нечто само собой разумеющееся), а на его состав, на свойства элементов, проявляющиеся в их взаимодействии.

Своеобразным же синтезом категорий целостности и системности явилось понятие организации как отражение аналитико-синтетического подхода к единству, взаимосвязи явлений действительности. Эта категория, первоначально возникшая в форме

взаимодействие которых вызывает появление новых, интегративных качеств, не свойственных отдельно взятым образующим систему компонентам» [2, с. 99]; в) «В строгом смысле слова система — это целостное образование, обладающее новыми качественными характеристиками, не содержащимися в образующих его компонентах» (2, с. 99).

понятия органического целого в системе объективного идеализма XIX в., получила наиболее полное развитие в трудах К. Маркса, главным образом в «Капитале» и в «Экономических рукописях 1857—1858 годов». Понятие органического целого выражает наивысшее проявление свойства организованности, присущего любому целостному объекту, и в этом смысле категория организации есть высшая ступень познания единства объектов действительности.

«Кроме того, необходимо подчеркнуть, — продолжает М. И. Сетров, — что принцип системности называется так лишь в силу исторически сложившейся терминологии. Это фактически дань широко распространенному пониманию целостного объекта как физической системы. Такое понимание объекта, в том числе органического целого, необходимо, но в силу его преимущественно аналитического характера и большой абстрактности недостаточно. В настоящее время принцип системности выражает подход к объекту изучения как организованной системе. Поэтому и сам принцип с большим правом мог бы называться организационным принципом. Здесь и ниже под принципом системности будет подразумеваться именно организационный подход к объекту исследования» [14, с. 7].

Наконец, последний тезис М. И. Сетрова, на котором мы хотели бы остановиться, касается соотношения системного подхода (или принципа) и аналитико-синтетического метода исследования. Автор утверждает, что поскольку выявление системного характера объекта исследования требует разложения его на составные части с выявлением свойств этих частей, а для конечного знания сущности объекта как организации необходим уже синтез этих частей в единое целое, постольку системный (организационный) принцип в общем виде есть аналитико-синтетический метод. «Анализ и синтез в диалектической логике рассматриваются в единстве, как методы полярно противоположные, но взаимно дополняющие друг друга в процессе познания действительности. С этой точки зрения принцип системности как аналитико-синтетический метод есть один из основных моментов диалектической логики» [14, с. 8].

Содержащееся в работе М. И. Сетрова понимание соотношения целостности и системности, достаточно подробно изложенное нами, вызывает ряд критических замечаний. Здесь употребляются те же понятия, что и в работах других авторов, но в весьма своеобразной трактовке. Система при этом оказывается понятием, связанным с аналитическим расчленением объекта, принцип системности — организационным принципом и в то же время аналитико-синтетическим методом, категория целого несет на себе несмыслимую печать абстрактности и синкретической нерасчлененности и т. п.

Мы не стали бы оспаривать способ употребления тех или иных понятий, если бы при этом не подвергалось явной дефор-

мации само содержание этих понятий и их функции в научном познании.

Как мы видели, М. И. Сетров располагает понятия в последовательный ряд по некоей триаде, в которой целое выступает в качестве тезиса, система — антитезиса, а синтезирующим оказывается понятие организации. При этом содержание понятия как бы навсегда застывает в первоначально отлитой форме и в дальнейшем уже не претерпевает никаких изменений; к сожалению, автор не уточняет, постигла ли такая судьба все понятия и категории, возникшие в недрах античной философии, или же это исключительное свойство лишь категории целого. Но разве понятия и категории, особенно столь большой степени общности, как целое и система, со стороны их содержания остаются жестко привязанными к породившим их историческим условиям? При таком понимании научное знание предстает перед нами не как арсенал познавательных, понятийных средств, используемых учеными, а скорее как «кладбище» понятий, отживших свой век, причем число таких понятий непрерывно возрастает.

Мы, напротив, полагаем, что в процессе исторического развития философского и научного познания происходит непрерывное изменение, обогащение и конкретизация понятия целого (целостности). Результатом такой конкретизации явилось понятие органичного целого (вслед за В. И. Кремянским [7, с. 100] мы предпочитаем этот термин термину «органический»). В связи с этим отметим, что в литературе уже и ранее выражались сомнения по поводу применимости терминов «целое» и «часть» при описании целостности органичного типа. Отдавая себе отчет в том, что такая постановка вопроса носит скорее терминологический, чем содержательный характер, мы все же считаем вполне правомерным применять эти термины к любой целостной системе, в том числе и органичной. Употребляя категории целого и части по отношению как к более элементарным целостным совокупностям, так и к органичным целостностям, мы тем самым подчеркиваем всеобщность этого отношения, которое поэтому и выражается в категориях. И тот и другой тип целого имеют между собой нечто общее; различие же их мы фиксируем, вводя понятие органичного целого. Употребление общего термина отнюдь не означает сведения сложного к простому: ведь и другие философские категории охватывают как простые, элементарные, так и сложные, диалектические связи.

Во всяком случае, вряд ли имеются достаточные основания, для того, чтобы противопоставлять понятие органичного целого категории целого и отождествлять его с понятием организации, как это делает М. И. Сетров. Ссылка на известное положение К. Маркса из «Экономических рукописей 1857—1858 годов»² не

² «Если в законченной буржуазной системе каждое экономическое отношение предполагает другое в буржуазно-экономической форме и таким образом каждое положение есть вместе с тем и предпосылка, то это имеет

является достаточно корректной уже в силу того обстоятельства, что в нем Маркс пользуется понятиями целостности, системы, и совсем не употребляет термин «организация». Сам М. И. Сетров на тех же страницах своей работы, содержание которых мы воспроизводили, замечает, что организация (или организованность) отражает определенное свойство любого целостного объекта и не тождественна органичному целому. Солидаризуясь с таким пониманием организации, мы в то же время вынуждены констатировать, что, рассматривая в том же ходе рассуждений организацию как синтез целостности и системности и считая ее синонимом органичного целого, автор вступает в противоречие с самим собой и подменяет объект (органичное целое) свойством (организованностью).

В связи с этим — несколько слов об анализе и синтезе как выражении «организационного принципа». Отвлекаясь даже от того, что трактовка этих методов как полярно противоположных, хотя и взаимодополняющих, является достаточно устаревшей, следует подчеркнуть, что аналитико-синтетический метод неразрывно связан с категориями части и целого, и его применение в познании всецело обусловлено существующей в данный период истории науки трактовкой взаимосвязи именно этих категорий. Поэтому не видно оснований связывать его лишь с понятием организации, как бы широко оно ни толковалось.

Наконец, остановимся на интерпретации автором понятия системы (системности). Не будем сейчас вдаваться в обсуждение того, правильно ли связывать возникновение этого понятия с развитием именно астрономии, хотя определенные сомнения этот тезис и вызывает. Мы вообще полагаем, что этимология и история возникновения того или иного научного понятия служат хотя и важными, но все же лишь вспомогательными ориентирами при определении его содержания. Главное здесь — значение и функции этого понятия в современном знании. Применительно к понятию системы это прежде всего означает выявление того содержания, с каким оно выступает в современных системных исследованиях. С этой точки зрения трактовка понятия «система» в работе М. И. Сетрова не может не вызвать удивления.

Автор утверждает, что исследователь, применяющий системный подход, имеет дело не с целым, а с его элементами, т. е. осуществляет аналитическую деятельность. Однако действительное положение дел прямо противоположно: системный подход в общепринятом его понимании (здесь этот оборот, как нам кажется, в полной мере оправдан) в том и состоит, что он направлен

место в любой... органической системе. Сама эта органическая система как совокупное целое имеет свои предпосылки, и ее развитие в направлении целостности состоит именно в том, чтобы подчинить себе все элементы общества или создать из него еще недостающие ей органы. Таким путем система в ходе исторического развития превращается в целостность» (*Маркс К., Энгельс Ф. Соч.*, т. 46, ч. 1, с. 229).

на построение целостной, синтетической картины объекта, причем целостность отнюдь не рассматривается как «нечто само собою разумеющееся», а зачастую, как это показывает пример экологии, теоретически схватывается лишь в результате сложной исследовательской деятельности. Аналитическое расчленение объекта само по себе не может привести к решению такой задачи. «...Хотя в физике и химии системы изучают путем расчленения их на части,— говорил У. Росс Эшби, обсуждая проблемы общей теории систем,— сейчас появляется новая научная дисциплина, которая исследует системы без их расчленения. Внутренние взаимодействия при этом не нарушаются, и система изучается в полном смысле слова как единое целое» [17, с. 127].

М. И. Сетров мог бы возразить, что он-то под системным подходом как раз и понимает принципы исследования целостных объектов как физических систем. Но тогда ему и здесь следовало бы оговориться, что он имеет в виду совсем другой системный подход, который является антиподом существующего. Тот системный подход, о котором мы ведем речь в данной статье, возник именно из осознания недостаточности «физикализма», т. е. попытки объяснить особенности жизни сложных объектов на основе традиционных принципов механики и физики. Это обстоятельство неоднократно подчеркивалось как в работах советских авторов, так, скажем, и в работах Л. Берталанфи, на чье определение системы ссылается М. И. Сетров и разбору чьей концепции он посвящает значительную часть своей книги.

До сих пор, говоря о существующих в литературе трактовках соотношения целостности и системности, мы по преимуществу затрагивали работы, связанные с анализом философских аспектов проблемы целостности. Не внесло большой ясности в соотношение указанных понятий и развитие собственно системных исследований, в том числе и появление тех работ, где, казалось бы, обойти этот вопрос было невозможно; мы имеем в виду работы, целиком или частично посвященные определению понятия «система».

В ряде последних публикаций В. Н. Садовского был проведен типологический анализ многообразных значений понятия «система» на основе приблизительно 40 определений этого понятия, получивших наибольшее распространение в книгах и статьях по системной проблематике. Во многом опираясь на полученные им результаты, рассмотрим, в какой форме в системной литературе выступает по соотношению понятий, которое является предметом данной статьи.

Констатируя принципиальное многообразие оснований, по которым тем или иным предметам приписываются свойства системы, В. Н. Садовский подчеркивает чрезвычайную сложность задачи определения нижней границы системности; в настоящее время отсутствуют и критерии уточнения верхней границы системности, переходя через которую, мы вступаем в область различных видов систем, а не систем вообще. Отсюда возникает

задача построения некоторой иерархии свойств системы, нижние члены которой, по-видимому, будут еще относиться и к несистемам, а верхние, возможно, будут захватывать и определенные виды систем; однако в целом эта иерархия задаст и свойства системы как таковой (подробнее см. [11, с. 47—48]).

Идя по этому пути, автор выделил ряд содержательных признаков (считая несомненной их «системную» принадлежность) и разбил их на три группы с условным обозначением *A*, *B* и *C*. К группе *A* он отнес признаки, характеризующие внутреннее строение системы: *множество, элемент, отношение, свойство, связь, взаимодействие, подсистема, организация, структура* и др. К группе *B* — признаки, характеризующие специфические системные свойства: *изоляция, взаимодействие, интеграция, дифференциация, централизация, децентрализация, целостность, стабильность, обратная связь, равновесие, управление* и др. К группе *C* — признаки, относящиеся к поведению системы: *среда, состояние системы, деятельность, целостность, функционирование, изменение, гомеостазис, целенаправленность* и др.

Обратим внимание на то, что в этом ряду признаков системности признак целостности фигурирует и в группе *B*, и в группе *C*. Таким образом, он рассматривается и как существенное системное свойство, и как характеристика поведения системы. Что же касается группы *A*, то, как нетрудно заметить, все или по крайней мере большинство относящихся к ней признаков служат именно для описания системы как некоторого целого.

Рассмотрев существующие в литературе определения понятия «система», В. Н. Садовский приходит к выводу, что их также можно разделить на три различные группы. Самая значительная по объему и наиболее интересная с методологической точки зрения группа включает определения системы через понятия «элементы», «отношения», «связи», «целое», «целостность», хотя термины, с помощью которых фиксируются эти понятия в том или ином определении, отличаются крайней неоднородностью. Отсюда автор делает вывод, что определение системы через элементы, связи, отношения и целостность образует базовую структуру определения этого понятия, характеризующую если не любые системные образования, то во всяком случае весьма большой класс систем.

Что же касается двух других групп, то одна из них охватывает определения, конкретизирующие базовое путем внесения дополнительных признаков и тем самым задающие определенные классы систем (кибернетических, биологических и т. п.). Другая группа, включающая в себя определения системы как некоторых классов математических моделей, рассматривается автором как математическое выражение базового определения (если описываются объекты, удовлетворяющие этому определению), а с другой стороны, — как построение более широкого класса математических моделей, в терминах которых можно проследить постепен-

ный переход от несистемного к системному объекту исследования (см. [11, с. 51—53]).

Исследуемое нами отношение целостности и системности образует более обобщенный критерий группировки отмеченных определений понятия системы. В соответствии с этим критерием множество таких определений разбивается на две группы, одна из которых включает в себя целостность как существенный признак всякой системы, а в другой этот признак отсутствует. Первая группа полностью охватывает определения с базовой структурой (по классификации В. Н. Садовского) и их дополнительную конкретизацию, а также часть определений, сформулированных в терминах математических моделей, именно ту их часть, которая служит для описания объектов с целостными свойствами.

В определениях второй группы понятие системы, как правило, трактуется с позиций теории множеств: система рассматривается как множество элементов с отношениями, определенными на этом множестве. «Классическим» примером является часто цитируемое определение А. Д. Холла и Р. Е. Фейджина, которое мы уже приводили: «Система — это множество объектов вместе с отношениями между объектами и между их атрибутами (свойствами)». Хотя авторы и исходят из предпосылки, что система имеет свойства, функции или цели, отличные от свойств, функций и целей ее составляющих (см. [6, с. 252]), эта предпосылка, как нетрудно заметить, явным образом в их определении не фиксируется.

Однако интерпретация понятия системы в терминах теории множеств, как это было показано в ряде работ советских исследователей ([9], [16], [12]), не адекватна задачам описания специфически системных образований и может рассматриваться лишь как одно из вспомогательных аналитических средств их изучения. Так, Ю. А. Шрейдер подчеркивает следующее принципиальное отличие множества от системы: при формировании множества исходными являются элементы, определенные наборы которых образуют то или иное множество; для системы же первичным является признак целостности, т. е. тот факт, что она есть некоторое целое, состоящее из взаимодействующих (связанных) частей. Элементы не даны заранее для системы; они строятся (или выбираются) в процессе членения системы, причем каждая система допускает возможность различных ее членений. Каждое членение — множество, но сама система не есть множество; ее можно рассматривать как множество (см. [16, с. 5]).

Если же первичным для системы является признак целостности, то она не может быть описана и в терминах отношений, поскольку логические характеристики бинарных, или сводимых к бинарным, отношений принципиально не позволяют выразить свойства целостной организации (этот вопрос специально проанализирован в [21]).

Таким образом, вторая группа дефиниций системы по существу не определяет это понятие, и в дальнейшем ее можно не принимать во внимание. Отсюда следует, что практически любое определение системы, которое может считаться адекватным своему предмету, включает в себя признак целостности как самый существенный и определяющий атрибут всякой системы.

Однако хотя понятие системы по сравнению с понятием целостности выступает в значительно более детализированном и расчлененном виде, будучи окружено густой сетью связанных с ним понятий, при определении и описании системы признак целостности обычно принимается как интуитивно очевидный и не подвергается дальнейшей экспликации. Чаще всего целостность системы задается указанием на взаимосвязь элементов; например, Л. Берталанфи, для которого изучение системы было равнозначно изучению целостности, в своей концепции «общей теории систем» характеризовал целостность как такое свойство, при наличии которого изменение любого элемента оказывает воздействие на все другие элементы и ведет к изменению всей системы, и, наоборот, изменение любого элемента зависит от всех других элементов системы (см. [20]). Нимало не умаляя важности учета взаимосвязи и взаимодействия частей при характеристике целого, мы все же хотели бы подчеркнуть, что главным в этой характеристике является свойство интегративности, т. е. возникновение на уровне целого в результате взаимодействия частей новых качеств и свойств, не присущих отдельным частям или их сумме.

Именно интегративность целого, а не взаимосвязь частей сама по себе, дает ключ к объяснению фундаментальной роли понятия целостности в научном познании. Без фиксации этой стороны дела наша позиция окажется в опасной близости, скажем, к позиции французских материалистов XVIII в., для которых принцип взаимодействия частей целого был непререкаемой аксиомой.

Существенно также отметить, что в литературе по системной проблематике, как правило, не подвергается уточнению и отношение понятия «система» к понятию «целое», вследствие чего эти понятия в весьма широких пределах оказываются взаимозаменяемыми. Чтобы проиллюстрировать это, обратимся к какому-либо определению системы, к которому не могут быть отнесены упреки в неполноте или в том, что оно выражает не общее значение данного понятия, а лишь специфические признаки определенного класса системных объектов. Выберем для этой цели определение, даваемое в «Философской энциклопедии»: «Система (от греч.— целое, составленное из частей; соединение) — множество элементов с отношениями и связями между ними, образующее определенную целостность» [10, с. 18]. Заменив в этом определении термин «система» термином «целое», термин «элемент» — термином «часть» и термин «множество» — термином

«совокупность»³, получим следующую формулировку: «Целое — совокупность частей с отношениями и связями между ними, образующая определенную систему».

Легко убедиться, что при этой перестановке терминов содержание обоих понятий не претерпело никаких существенных изменений. Ведь если мы сопоставим трактовку понятия «целое» в работах по проблеме целостности и трактовку понятия «система» в системной литературе, то увидим, что оба понятия характеризуются в принципе одними и теми же признаками. Целое, как и система, состоит из частей (элементов); устойчивые, инвариантные связи частей образуют структуру целого; подобно системе целое обладает свойствами организованности и упорядоченности. Целое является иерархически организованным *ex definitione*: то, что является частью в одном отношении, в другом отношении есть целое, следовательно, всякое целое есть часть другого целого, а любая часть в свою очередь является целым. При изучении целого, как и при исследовании систем, обнаруживается недостаточность чисто аналитического расчленения предмета и выявляется необходимость использования синтетических исследовательских процедур и т. д., и т. п. Из сходства этих основных особенностей системы и целого вытекает сходство и других, менее существенных, так что это перечисление легко можно было бы продолжить.

Нам представляется возможным сделать следующие выводы:

1. В работах по системной проблематике подавляющее большинство авторов не различают целостность и системность (целое и систему). В тех же случаях, когда в определениях понятия «система» признак целостности не присутствует ни в эксплицитной, ни в имплицитной форме, такие определения не являются определениями системы в собственном смысле слова.

2. В литературе по проблеме целостности часть авторов считает понятия целого и системы в сущности тождественными. Те же авторы, которые различают эти понятия, в подтверждение своей точки зрения ссылаются на то или иное определение системы (обычно на определение Л. Берталанди). Однако, как следует из вышесказанного, эти ссылки не могут считаться убедительными.

Таким образом, возвращаясь к вопросу о «степени родства» понятий целостности и системности, поставленному в начале данной статьи, мы как будто бы должны ответить на него так: да, эти понятия выражают одно и то же содержание и по сути

³ Элиминируя из данного определения термин «множество», мы исходим из отмеченной выше неадекватности теоретико-множественной интерпретации понятия «система». В этом отношении мы следуем также одному из авторов приведенного определения — В. Н. Садовскому, который позднее отмечал, что «система методологически не может рассматриваться как множество», и выдвинул в качестве исходного понимание системы как иерархически организованной целостности [12, с. 89].

дела — синонимы. Поэтому одно из них по чисто стилистическим мотивам может легко заменяться другим в соответствующих текстах, либо отмирание одного из них в специальной научной литературе (скорее всего это может касаться понятия целого как менее «современного») является лишь вопросом времени.

Однако такой ответ нас глубоко не удовлетворяет.

В развитии науки, как нам думается, далеко не последнюю роль играет «принцип бережливости» Оккама, одна из версий которого гласит: «бесполезно делать посредством многого то, что может быть сделано посредством меньшего». Понятия целого и системы, имеющие многовековую историю и непрерывно воспроизводимые в процессе движения современного научного знания, при всем их глубоком родстве не могут не иметь и существенных отличий. Но чтобы выявить специфику каждого из них, мы должны выйти из узкого круга определений и конкурирующих трактовок данных понятий и рассмотреть их в более широком контексте, а именно в контексте тех функций, какие они выполняют в современной науке.

Итак, мы должны теперь дать ответ на вторую половину вопроса, поставленного в начале главы, — в чем смысл функционирования этих двух понятий в научном знании? В последующем мы и попытаемся это сделать, прекрасно отдавая себе отчет в том, что эта попытка, будучи первой в своем роде, может оказаться неудачной; но во всяком случае остается надежда, что она послужит почвой для дальнейшего обсуждения этой проблемы.

Начнем с тех трудностей, на которые наталкивается стремление зафиксировать критерии целостности (и соответственно системности) в плоскости чисто онтологического рассмотрения различных объектов действительности. Такая фиксация предполагает, что можно сформулировать некоторый достаточно полный перечень признаков, присущих всем без исключения целостным объектам, и только им. Другими словами, на эмпирическом уровне должен быть выделен определенный класс объектов, обладающий указанными признаками целостности, который принципиально отличается от другого класса (нецелостных) объектов, такими признаками не обладающего.

Выше мы пытались показать, как непросто обозначить эмпирическую границу, отделяющую целостные образования от нецелостных. Сейчас к этому следует добавить, что возникающие здесь затруднения связаны, по нашему мнению, не с тем, насколько удачно сформулировано определение целого в тех или иных работах, а с тем, что значение понятия целостности отнюдь не исчерпывается функцией обобщения по отношению к достигнутому в каждый момент уровню научного познания.

Не следует преуменьшать значения такой обобщающей роли понятия целостности, которая конкретно выражается в определениях, описывающих общие свойства целостных образований. Говоря более точно, каждое из подобных определений фиксирует

то общее, что выделено в различных объектах, которые на данной стадии развития науки выступают как целостности. Но при этом нужно ясно отдавать себе отчет в том, на основе каких познавательных процедур строятся такие определения и какие именно функции в познании они могут реально выполнять.

При построении определений целостности заведомо не подходит путь «снизу вверх», при котором начинают с эмпирической фиксации признаков низшего типа целостности и затем последовательно к этому набору добавляют признаки, характеризующие целостные образования более высоких типов; при таком подходе получаемый набор признаков существенно зависит от того, какой тип целостности выбирается в качестве начального, но именно этот-то вопрос и не может быть решен на эмпирическом уровне: ответ на него связан с наличием некоторого теоретического представления о целостности, т. е. предполагает, что определение целостности уже существует в знании.

Столь же непродуктивен и путь «сверху вниз», т. е. попытка экстраполировать свойства высокоорганизованного типа целостности на все остальные типы целостных объектов. Во-первых, здесь возникает та же проблема определения «нижней границы» целостности. Во-вторых, выработанные наукой представления о целостности высокого уровня организации не могут рассматриваться в качестве некоего трафарета, в соответствии с которым можно было строить понимание других типов и уровней целостности. Каждый из этих уровней обладает специфическими свойствами, понимание их предполагает выработку особых представлений о целостности именно данного типа и уровня.

На первый взгляд может показаться, что понятие системы имеет иной онтологический статус, чем понятие целостности, поскольку оно менее жестко связано со своими эмпирическими «референтами». Действительно, в системной литературе достаточно распространено понимание системы как произвольного множества объектов с заданными на нем отношениями (связями). В качестве примера можно привести определение системы, предложенное Л. А. Блюменфельдом на встрече-дискуссии по системному подходу в биологии (1968 г.): «Системой называется совокупность любым образом выделенных из остального мира реальных или воображаемых элементов. Эта совокупность является системой, если: 1) заданы связи, существующие между этими элементами; 2) каждый из элементов внутри системы считается неделимым; 3) с миром вне системы система взаимодействует как целое; 4) при эволюции во времени совокупность будет считаться одной системой, если между ее элементами в разные моменты времени можно провести однозначное соответствие» [15, с. 37].

Однако на деле, если иметь в виду реальное системное исследование, а не некую логическую игру ума⁴, эта произвольность

⁴ В литературе часто цитируется высказывание Эшби о возможности «мыслить» систему с такими тремя переменными — температура воздуха в

задания системы является лишь кажущейся. В приведенном определении понятия «система», как и в ряде других определений этого понятия, справедливо подчеркивается важность гносеологической позиции при исследовании сложного объекта. Но при всем том вполне очевидно, что указанная операция задания связей между элементами реально выступает как вторичная, производная от расчленения данного сложного объекта, образующего определенную целостность (или рассматриваемого в качестве целого). Именно это расчленение, которое может производиться по различным основаниям, и дает возможность выделить те или иные элементы исследуемой системы.

Здесь нелишне еще раз повторить, что системное исследование в отличие от аналитического подхода предполагает движение не от частей к целому, а от целого к частям. К этому тезису нам приходится возвращаться неоднократно и, в частности, мы упоминали о нем несколькими страницами выше, где излагалась точка зрения Ю. А. Шрейдера о неадекватности языка теории множеств для описания системных образований. Ход его рассуждений является, на наш взгляд, удачной конкретизацией настоящего проводимого в системной литературе положения о примате целостного подхода перед элементаристским (исходящим из элементов, частей) и о возможности разнообразных членений, «срезов» целостного объекта. В этой связи, как нам представляется, нуждается в некотором уточнении проведенная В. Н. Садовским классификация составных компонентов определений понятия «система», получивших наибольшее распространение в литературе (см. [14, с. 51—52]). Среди этих компонентов он выделяет характеристику исходных образований (A_1) — «элементы», «части» и т. п., и характеристику сочетания таких образований (A_2) — «комплекс», «совокупность» и т. п. В свете методологических принципов системного исследования нет необходимости особо доказывать, что в названном перечислении исходным должно быть именно A_2 , т. е. не элементы, а целое.

Здесь, следовательно, еще раз обнаруживается, что понятие системы по своему содержанию неразрывно связано с понятием целостности; поэтому его столь же трудно, как и последнее, «привязать» к строго определенному классу объектов действительно с тем, чтобы дать его исчерпывающую характеристику на основе признаков именно этого класса объектов. Придя к такому заключению, естественно попытаться применить другой способ соотнести эти понятия — сопоставить их в методологическом плане, в плане их значения, места и функций в научном познании.

Методологические функции понятия целостности были выделены и описаны Б. Г. Юдиным [19] и в совместной с ним нашей

данной комнате, его влажность и курс доллара в Сингапуре (см. [17, с. 129]). Впрочем, сам он допускал, что такой набор переменных «неразумен», с чем трудно не согласиться.

публикации [5]. В указанных работах наряду с обобщающими определениями понятия целостности были рассмотрены и иные по своему типу определения, которые не фиксируют достигнутый уровень знания (это — функция обобщающих определений), а выступают в роли ориентиров, обозначающих направление дальнейшего движения научного мышления. Специфическая черта таких определений состоит в том, что они характеризуют не сами целостные объекты, а те познавательные ситуации, которые складываются при изучении этих объектов. Данная функция понятия целостности является одной из наиболее значимых для научного познания: оно (понятие) оказывается здесь как бы точкой отсчета, началом системы координат для объяснения некоторой сферы реальности.

Представление о целостности изучаемого объекта, даже если в начале научного исследования оно выступает на интуитивном уровне, создает основу для упорядочения используемого понятийного аппарата и для систематизации имеющихся знаний о данном объекте (подробнее см. [5, с. 19—36]).

С чем же связано появление этой функции понятия целостности в научном познании?

Для ответа на этот вопрос нам понадобится введенное в начале статьи различие двух смыслов понятия целостности. В данном случае мы имеем в виду целостность в широком смысле, связанную не с конкретными сложноорганизованными объектами, а с характерным для определенной эпохи (культуры) стилем мышления. Сейчас, с учетом сказанного выше, становится ясным, что это категориальное образование имеет довольно сложную структуру. Не ставя целью дать ее детальное описание — что пока сделать затруднительно, — мы все же можем выделить в ней два слоя, условно назвав их «актуальным» и «потенциальным».

Первый слой образуют существующие в философском и научном знании в каждый данный момент представления о целостности, взятые в общем виде (отношение целого и частей, место этих категорий в ряду других, трактовка системы понятий, связанных с целостностью, представления о способах познания целого и т. п.). Обобщающие определения понятия целостности располагаются как раз на уровне этого слоя, хотя и не полностью, поскольку они связаны, с другой стороны, и с трактовкой целостности в узком смысле.

Второй слой составляет то, чего недостает в актуально существующих (существовавших) представлениях о целостности, что выясняется относительно целостности в ходе последующего развития науки; те взаимосвязи, которые существуют в действительности, но еще не раскрыты научным знанием (хотя для нас важно, что это не особенности отдельных объектов, как таковых, а особенности познания целостности вообще, конкретизированные применительно к отдельным объектам).

Само собой понятно, что этот второй, «потенциальный» слой наиболее полно может быть раскрыт в историко-научном исследовании, когда мы прослеживаем процесс движения от ступени к ступени в познании некоторого целостного объекта и фиксируем отличия каждой последующей степени от предыдущей. Однако неверно было бы полагать, что этот слой дает о себе знать только в ретроспективе. Он «невидим, но осязаем», он проявляется в актуальном знании, но проявляется в виде эскиза, намёка, фрагмента, а не целого. Происхождение этих фрагментов или намёков объяснить достаточно просто: пока еще неизвестное нам целое не может каким-то образом не проявляться в частях, которые мы уже знаем; неизвестный структурный уровень не может каким-то образом не обнаруживаться на уже известных нам уровнях и т. п.⁵

Итак, введение различения двух смыслов понятия целостности демонстрирует, что эвристическое значение в научном познании имеет прежде всего понятие целостности в широком смысле с его «потенциальным» слоем. Именно оно образует ориентир научного познания, способствуя объяснению новых фактов или явлений с позиций более широкого целого. Понятие же целостности в узком смысле (связанное, как мы говорили, с познанием конкретных сложноорганизованных объектов) направлено преимущественно на фиксацию того, что данный конкретный объект научного познания является целостным и поэтому применение к нему чисто редукционистских способов исследования в конечном счете оказывается неэффективным.

⁵ Рискнем высказать предположение, что именно наличие этого «невидимого» слоя является питательной почвой для интуиции, творческого мышления и др.

В связи с этим вспоминается аналогия из другой области. К. Г. Паустовский, размышляя в «Золотой розе» о роли подробностей в литературном произведении и принципах их выбора художником, писал: «Подробность теснейшим образом связана с тем явлением, которое мы называем интуицией».

Интуицию я представляю себе как способность по отдельной частности, по подробности, по одному какому-либо свойству восстановить картину целого.

Интуиция помогает историческим писателям воссоздавать не только подлинную картину жизни прошедших эпох, но самый их воздух, самое состояние людей, их психику, что по сравнению с нашей была, конечно, несколько иной...

Хорошая подробность вызывает и у читателя интуитивное и верное представление о целом — или о человеке и его состоянии, или о событии, или, наконец, об эпохе» [8, с. 614—615].

Можно с уверенностью сказать, что сейчас наука знает немало фактов, представляющих собой фрагменты неизвестного пока целого, которое будет потом открыто в «интуитивном озарении». Быть может, умение подойти к таким фактам (а они чаще всего «выпадают» из общепринятых концепций и строя мышления) как проявлению именно некоего неизвестного уровня или неизвестного целого и является одним из отличий творческого мышления от нетворческого...

Теперь можно предварительно уточнить отношение понятий «целое» и «целостность». «Целое» есть результат применения «целостности» как понятия, выполняющего методологические функции, к какому-либо конкретному объекту, который, если он удовлетворяет принятым нами критериям, с этого момента рассматривается как целое. В данном контексте вряд ли есть необходимость подробно обосновывать, что такая процедура отнюдь не является формальной констатацией общеизвестного факта, но в большинстве случаев связана с фундаментальной перестройкой существующих представлений об изучаемом объекте; вспомним хотя бы, к каким существенным сдвигам в лингвистике привело представление о языке как целостном образовании, в биологии — подобное же представление о биогеоценозе (экосистеме).

Таким образом, понятие целостности в узком смысле в общем совпадает с понятием «целое». Собственно же «целостность» совпадает с понятием целостности в широком смысле. Именно в таком значении мы будем употреблять эти понятия в дальнейшем изложении.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что понятие целостности в предлагаемой нами трактовке принципиально не может быть описано на формальном языке, поскольку оно фиксирует не только и не столько актуальное знание, сколько неполноту этого знания⁶. А то, чего мы пока не знаем, не может быть формализовано. Таким образом, часто встречающийся в системной литературе призыв к экспликации понятия целостности может быть реально обращен лишь к целому, точнее, к способам его выражения в знании. Роль экспликата этого понятия (целого) и выполняет понятие «система» и вся совокупность связанных с ним понятийных средств. Поэтому понятие системы действительно неразрывно связано с понятием целого.

Когда, следовательно, мы говорим об отношении понятий «целое» и «система», то по сути дела допускаем известное упрощение. В действительности речь идет о том, что некоторый целостный объект и его свойства описываются при помощи разветвленной совокупности понятий, центральное и организующее место

⁶ «Исходная познавательная ситуация, на базе которой проводится изучение целостного объекта, характеризуется тем, что у нас уже имеется некоторая совокупность знаний о нем. Наличных знаний, однако, оказывается недостаточно, для того чтобы отобразить присущие данному целому закономерности, т. е. построить его научное объяснение. Этот разрыв между тем, что уже познано, и тем, что еще не познано, и фиксируется посредством представления о целостности исследуемого объекта. Важно отметить, что разрыв в знаниях, о котором идет речь, является относительным: ведь непознанное, как и познанное, здесь в некотором смысле дано нам. Говоря коротко, мы знаем, чего именно мы не знаем. Благодаря такой определенности того, что не познано, исследование целостного объекта выступает как закономерный, упорядоченный процесс, обладающий своей внутренней логикой» [5, с. 21—22].

среди которых занимает понятие системы. Требование полноты и точности описания целостного объекта системными понятийными средствами предполагает, что данный объект уже выделен в знании как определенное целостное образование и что перед исследователем стоит задача эксплицировать связи и свойства этого объекта и по возможности выразить их в соответствующих формально-математических понятиях и процедурах оперирования. Другими словами, понятие системы включает в себя те аспекты исследования сложноорганизованного объекта, которые уже «отработаны» в процессе использования понятия целостности и поддаются формализации. Это означает, что методологическую роль в системном исследовании играет не понятие системы, а понятие целостности. Сами же системные исследования в этом случае выступают как один из важных «полигонов», на которых «проходит испытания» методологически-эвристическая функция понятия целостности.

Отсюда со всей очевидностью вытекает, что все более широкое использование понятия системы в современном научном познании отнюдь не предполагает отказа от понятия целостности, поскольку именно последнее задает тот методологический контекст научного познания, в котором разворачиваются системные исследования. Вместе с тем понятие целостности не поддается экспликации, поэтому для его характеристики и приходится пользоваться такими нестрогими выражениями, как «стиль мышления», «фон научного познания», «тип рефлексии» и т. п. Кстати говоря, с этой точки зрения встречающееся в литературе выражение «системное мышление» не кажется нам удачным. То, что в этом выражении подразумевается под особым типом (или стилем) мышления, есть просто парафраз целостности в том смысле, в каком это понятие употребляется в данной статье, а «парадоксы системного мышления» (см. [13]), по нашему мнению, представляют собой удачную конкретизацию особенностей всякого исследования целостных объектов (и возникающих при этом познавательных трудностей), а не одного лишь системного их исследования.

Итак, в результате проведенного нами анализа можно попытаться более конкретно охарактеризовать понятия целого, целостности, системы и их взаимоотношения.

Целое (whole, das Ganze, le tout) — конкретный объект, обладающий интегративными («эмерджентными») свойствами. С гносеологической точки зрения интегративность выступает как результирующая обобщающей функции понятия целостности, связанной с уже познанными особенностями сложноорганизованных объектов.

Целостность (wholeness, die Ganzheit, la intégrité) — представления о полноте охвата явлений и вместе с тем о сущности интеграции, процессах новообразования, структурных уровнях, иерархической организации процессов и явлений и т. п., суще-

ствующие в каждый данный момент в философском и научном познании. Это — фон, на котором разворачивается познание целостных объектов, ориентир познавательной деятельности. Эту функцию понятие целостности выполняет в силу того, что оно имеет своеобразную двуслойную структуру, включая в себя не только актуальное, но и потенциальное знание.

Отсюда ясно, как относится «целое» к «целостности». Целое — это конкретный объект (класс объектов), в котором на основе применения соответствующих исследовательских процедур обнаружено наличие интегративных свойств. Таким образом, понятие целого формулируется как результат применения понятия целостности и связано с осуществлением познавательной деятельности, а не является изначальной характеристикой объекта самого по себе. Поэтому столь важным этапом в развитии любой науки становится выработка в ней адекватных представлений об изучаемом объекте как целом.

Система — понятие, которое служит для воспроизведения в знании целостного объекта с помощью специфических принципов, определенных понятийных и формальных средств; как правило, это воспроизведение осуществляется с определенной практической направленностью (например, в связи с задачами управления). Следует иметь в виду, что изображение целостного объекта (целого) в виде системы не является единственно возможной формой его отображения в знании, поскольку могут существовать, скажем, структурное, функциональное, структурно-функциональное, поэлементное и другие его изображения. Нельзя исключать возможность появления и иных, более эффективных способов описания целого, которые сменяют системный подход, как и он сменял другие, хотя в настоящее время, по-видимому, он является самым эффективным из существующих способов.

Наконец, коснемся понятия «системность». Если понятие системы значительно конкретизирует и уточняет понятие целого, то «системность», как нам представляется, практически не вносит ничего нового по сравнению с понятием целостности в том его полном смысле, который мы стремились раскрыть в данной статье. Оно просто обозначает отнесенность к системе и не подвергается дальнейшим расчленениям.

Каково отношение системы и целостности? Из сказанного следует, что понятие системы всегда описывает целое и неразрывно с ним связано (тем самым связано и с понятием целостности). Целостность же не исчерпывается системным описанием в силу неформализуемости этого понятия.

Понятия целого, целостности, системы в реальном процессе научного познания не стоят рядом друг с другом, а образуют определенную иерархию, включающую в себя, помимо названных, и ряд других связанных с ними понятий. Эта целостная, иерархически организованная понятийная система представляет собой подсистему научного знания в целом, взятого в определенном

срезы — под углом зрения интеграции, синтеза знаний. Понятие целостности выступает здесь как интегральная характеристика синтетических тенденций научного познания.

Именно по отношению к такой системе понятий внутри нее определяется место и значение каждого отдельного понятия (целое, система, структура, организация и т. д.) и их иерархическая соподчиненность. Очевидно, что эти понятия не синонимичны и каждое из них выражает вполне определенное содержание. В то же время невозможно и абсолютно разграничить их по содержанию и смыслу из-за их тесной взаимосвязи внутри системы.

Подводя итог всему сказанному, можно сделать вывод о том, что исследование методологических аспектов проблемы целостности и разработка системного подхода в современных условиях могут осуществляться лишь в неразрывной связи друг с другом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев В. Г.* Проблема целостности в философии и биологии. М., 1964.
2. *Афанасьев В. Г.* О системном подходе в социальном познании.— «Вопросы философии», 1973, № 6.
3. *Блауберг И. В.* Проблема целостности в марксистской философии. М., 1964.
4. *Блауберг И. В., Кремьянский В. И.* Новая жизнь старой проблемы.— «Вопросы философии», 1965, № 10.
5. *Блауберг И. В., Юдин Б. Г.* Понятие целостности и его роль в научном познании. М., 1972.
6. Исследования по общей теории систем. Сборник переводов. М., 1969.
7. *Кремьянский В. И.* Некоторые особенности организмов как «систем» с точки зрения физики, кибернетики и биологии.— «Вопросы философии», 1958, № 8.
8. *Паустовский К. Г.* Золотая роза.— Собр. соч., т. 2. М., 1958.
9. *Раннап Э. Р.* Системный анализ описания изобретений.— «Научно-техническая информация». Серия 2, 1971, № 6.
10. *Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Система.— Философская энциклопедия, т. 5. М., 1970.
11. *Садовский В. Н.* Некоторые принципиальные проблемы построения общей теории систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1971. М., 1972.
12. *Садовский В. Н.* Общая теория систем как метатеория.— «Вопросы философии», 1972, № 4.
13. *Садовский В. Н.* Парадоксы системного мышления.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1972. М., 1972.
14. *Сетров М. И.* Организация биосистем. Методологический очерк принципов организации живых систем. Л., 1971.
15. Системные исследования. Ежегодник — 1970. М., 1970.
16. *Шрейдер Ю. А.* К определению системы.— «Научно-техническая информация». Серия 2, 1971, № 7.
17. *Эшби У. Росс.* Общая теория систем как новая научная дисциплина.— В кн.: Исследования по общей теории систем. М., 1969.
18. *Югай Г. А.* Диалектика части и целого. Алма-Ата, 1965.
19. *Юдин Б. Г.* Понятие целостности в структуре научного знания.— «Вопросы философии», 1970, № 12.
20. *Bertalanffy L. von.* An Outline of General System Theory.— «The British Journal for the Philosophy of Science», 1960, V. 1, N 2.
21. *Angyal A.* Logic of Systems.— In: Systems Thinking. N. Y., 1970.

ОБЩЕНАУЧНЫЙ СТАТУС И ФУНКЦИИ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

А. Д. УРСУЛ

Системный подход — не единственное современное общеметодологическое направление. Существуют и другие подобные феномены (проблемы, концепции, понятия, методы, подходы, принципы, направления), которые свидетельствуют о становлении новых форм и средств, уровней и типов научного знания, отличного от традиционного частно-научного знания именно в силу своей общенаучности и в то же время являющегося общенаучной «нефилософской» рефлексией о науке. Вполне естественно исследовать общенаучный характер системного подхода — что и является задачей данной работы — как одного из проявлений и тенденций этого «общенаучного движения» в современном познании.

Новые общенаучные феномены и их отношение к философскому знанию

Хорошо известно, что ранее понятия, методы и проблемы научного познания делились на два фундаментальных типа и уровня: философские и частно-научные. Если философские категории и методы применялись в любой отрасли знания, образуя универсальную методологическую базу всех научных дисциплин, то специально-научные понятия и приемы исследования обслуживали только одну частную науку, либо же их группу. В соответствии с такой общей дихотомией форм и средств познания специальные науки решали достаточно частные проблемы (пусть даже комплексные и глобальные, если они требовали взаимодействия нескольких наук), а общенаучные проблемы, если и ставились, то только в философии (хотя решать их без частных наук она была не в состоянии).

Наличие такого разделения — один из источников неадекватного осознания науки в традициях натурфилософии и позитивизма: натурфилософия абсолютизировала философские категории, методы, проблемы, тогда как позитивизм — специальные понятия и приемы познания.

В последние десятилетия, характеризующиеся социальными преобразованиями в глобальном масштабе и бурным развертыванием научно-технической революции, методологическая ситуация в науке изменилась. Наряду с дальнейшим развитием и распро-

странением диалектико-материалистической методологии, критически преодолевшей крайности натурфилософского и позитивистского подходов и осуществившей союз философии и специальных наук, появились новые фундаментальные сдвиги в научном познании, которые мы связываем прежде всего с возникновением имеющих общенаучный характер феноменов — понятий, методов, проблем ¹.

Чтобы дать о них общее представление, приведем примеры.

К общенаучным понятиям ныне многие авторы относят такие понятия, как алгоритм, вероятность, дополнительность, знак, значение, инвариант, изоморфизм, интерпретация, информация, научная информация, модель, надежность, определенность, неопределенность, оптимальность, организация, прогноз, разнообразие, симметрия, асимметрия, система, сложность, состояние, структура, упорядоченность, управление, устойчивость, формализация, функция, экстремальность, элемент и др.

Методами общенаучного характера (но не философскими) считаются: логико-математические, вероятностно-статистические, системно-структурные, кибернетические, теоретико-информационные, моделирование; подходы, формируемые в семиотике, науковедении, информатике, прогнозировании, и ряд других.

Среди общенаучных проблем можно назвать такие, как сама проблема научно-технической революции, отдельные ее компоненты (например, развитие космонавтики, автоматизация и кибернетизация), проблемы человека, происхождения и развития жизни и разума на Земле и во Вселенной, окружающей среды, освоения мирового океана, информационного обеспечения и прогнозирования науки, ликвидации наиболее опасных заболеваний и т. д.

Характерной чертой всех упомянутых общенаучных феноменов является то, что они вначале зародились в рамках той или иной отдельной отрасли науки, затем охватили их группу и в настоящее время становятся общенаучными, либо же обнаруживают стремление стать таковыми. Большинство из них возникло в лоне частных наук и математики, а не философии; приобретая же общенаучный статус, они приближаются по широте охвата к традиционно-философским категориям и методу, вместе с тем и отличаясь от них ².

Во-первых, общенаучность категорий и методов материалистической диалектики есть уже нечто ставшее, актуальное (что не

¹ Разработки в этой области уже ведутся — см. [5], [8], [9], [10]. В [5, с. 32—39] дается иная классификация общенаучных феноменов, чем в наших работах. Э. Г. Юдин выделяет четыре области нефилософских общенаучных концепций и дисциплин: 1) проблемно-содержательные теории (типа кибернетики); 2) универсальные концептуальные системы; 3) общенаучные методологические концепции (например, учение об информации); 4) универсальные формализованные концепции.

² Мы здесь сосредоточим свое внимание главным образом на отношении философии и общенаучных подходов и понятий, а не специально-системного подхода — этот последний вопрос рассмотрен в [5], [20].

исключает момента становления), тогда как для «общенаучных» форм и средств познания это лишь тенденция, возможность. Поэтому всегда можно обнаружить отрасль знания, где эти последние еще не функционируют.

Во-вторых, общенаучность рассматриваемых понятий и методов носит принципиально ограниченный характер. Это подчеркнул достаточно четко Э. Г. Юдин: «В отличие от диалектики и философской методологии вообще системный подход и аналогичные ему методологические направления, даже с учетом их общенаучного характера, применимы не ко всякому научному познанию, а лишь к определенным типам научных задач, находящихся, так сказать, в юрисдикции соответствующего подхода» [5, с. 98].

В-третьих, как также отметил Э. Г. Юдин, системно-структурные принципы (а также иные общенаучные подходы), оставаясь формой внутринаучной рефлексии, в своих философских основаниях всецело зависят от уровня философской методологии (см. [5]). Философия диалектического материализма детерминирует в методологическом отношении рассматриваемые здесь общенаучные подходы и методы (но не наоборот, т. е. здесь имеется методологическая асимметрия взаимоотношения философии и общенаучных феноменов).

В-четвертых, философские категории и методы в принципе не связаны с соответствующими математическими и логико-символическими средствами, тогда как общенаучные методы и понятия обязательно предполагают определенное логико-математическое «сопровождение». Формализация и математизация философского знания, носящего в своей основе качественно-содержательный характер, переводит его в разряд общенаучных (или научно-научных) средств и форм познания.

В-пятых, философия акцентирует основное внимание на проблеме отношения бытия и сознания, материи и мышления, что составляет основной вопрос философии, тогда как универсальные общенаучные понятия абстрагируются от того момента отношения бытия и познания, который характеризует их соотношение, различие. В тех же случаях, когда они характеризуют это отношение, выделяется лишь определенная сторона, либо часть его.

Подчеркивая отличие философских категорий и методов от общенаучных, вместе с тем необходимо отметить особую роль философской методологии в формировании общенаучных понятий. В значительной мере они становятся общенаучными именно благодаря их включению в орбиту философского осмысливания и исследования, в результате их взаимосвязи с философскими категориями и методами, выявляющими в научно-научных понятиях и методах имманентно заключенный в них «момент общенаучности» и способствующими их движению из одной области научного знания в другую. Можно утверждать, что без философии, без ее интенсивного взаимодействия с частными науками многие из

упомянутых понятий и подходов еще не приобрели бы общенаучный статус, несмотря на существование иных предпосылок к этому.

Развиваясь под «контролем» философии, вбирая в себя ее определенную методологию и стиль мышления, «общенаучная» методология становится новым видом и средством познания, через который философия более эффективно осуществляет свое воздействие на частные науки. В свою очередь, появление и формирование общенаучных понятий и методов, занимающих срединное положение между философской и специально-научной методологией, усиливает «обратный ток» знаний, что ведет к дальнейшему укреплению союза философии, естествознания и других частных наук.

Различая философский и общенаучный уровень методологии, мы тем не менее подчеркиваем их взаимосвязь и «общенаучную» основу. отождествление философской методологии с общенаучной несостоятельно, оно перекликается с неопозитивистской тенденцией подмены философского метода частно-научными или общенаучными (в роли таких в ряде зарубежных публикаций последнего времени выступают логико-символические средства системного подхода, теоретико-информационные и кибернетические методы). Резкое противопоставление философской методологии нефилософской общенаучной, являясь реакцией на их отождествление, также неправомерно, ибо ведет к обособлению, отрыву от диалектики системного и иных общенаучных подходов, к абсолютизации методологии философии в общем арсенале методологических средств науки.

Возникновение общенаучных понятий и методов — объективная тенденция развития современной науки, одно из закономерных проявлений происходящих в ней интегративных процессов. Усиление взаимодействия ученых, работающих в области естественных, технических и общественных наук, процессы «гуманизации» естественных наук и проникновение естественнонаучных методов в социальное знание, усиление взаимосвязи социального и естественнонаучного знания в технических науках, совместное участие в разработке комплексных, глобальных, общенаучных проблем, осознание единства, целостности научного знания, отражающего единство материального мира и взаимодействующего с ним человечества, — вот главные истоки появления нефилософской (или точнее, наряду с философской), но вместе с тем общенаучной методологии и общенаучных форм научного познания.

Стремление к единству научного знания, выражающееся в возникновении и развитии общенаучных проблем, методов и понятий, — один из важных симптомов того процесса, который предвидел К. Маркс, когда писал, что «впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна

наука» *. Подобное единство возможно лишь в условиях как подлинного социального единства человечества, так и его гармонического взаимодействия с природой, которое опять-таки зависит от обретения им социальной однородности.

Общенаучные понятия в соответствии с характером их познавательных функций можно разделить на две основные группы. Во-первых, это понятия, отображающие свойства как бытия, так и познания (например, вероятность, информация, определенность и неопределенность и т. д.), и, во-вторых, понятия, характеризующие только научное познание (такие, как интерпретация, модель, прогноз и т. п.). Аналогичным образом подразделяются и философские категории, что сближает их с общенаучными понятиями.

Выше мы перечисляли ряд отличительных черт философских и общенаучных категорий. Однако не исключен взаимный переход от философских категорий к общенаучным понятиям и наоборот. Поэтому возникает проблема отношения философского и общенаучного знания, связанная с выяснением природы и развития обобщаемых здесь форм и средств познания.

Традиционно выдвигавшиеся критерии философского знания, основанные на единстве онтологических и логико-гносеологических характеристик, принципе всеобщности и ряде других, в отношении общенаучных понятий оказываются не работающими. Думается, что здесь необходимы дальнейшие поиски специфики философского знания, которые, на наш взгляд, лежат в русле выявления роли и значения для философии ее основного вопроса, проблемы отношения бытия и мышления. (Подробнее об этом см. [10].) Представляется, что лишь понятия, выражающие наиболее общие характеристики отношения бытия и мышления, поднимаются на более высокий уровень абстракции и переходят в философию. Понятия же, не нацеленные на это отношение, хотя и имеют статус всеобщности остаются общенаучными.

Общенаучные проблемы, понятия и методы — новые интегративные феномены, характерные для современного научного познания. Дальнейшее углубленное их исследование является важной задачей философии и методологии, осуществляющей обобщенную рефлексию над наукой.

Предпосылки и существо общенаучного статуса системного подхода

Как показывают исследования возникновения, причин и предпосылок системного подхода [1], [3], [5], [12], [19], [20], имелись определенные идеи в философии и частных науках, которые во второй половине XX в. привели к формированию и бурному распространению системного подхода. До этого времени

* Маркс К. и Энгельс Ф. Из ранних произведений. М., 1956, с. 596.

развитие системных идей в наиболее полном виде было воплощено в работах К. Маркса и Ф. Энгельса, в которых одновременно сочетались и философские и частнонаучные аспекты, главным образом на материале общественных наук. К. Маркс на материале политической экономии разработал общие принципы системного исследования и показал их плодотворность при изучении развития и функционирования общества как системы, выявил системные характеристики социального организма (см. [14]).

Без сомнения, глубокий и плодотворный вклад классиков марксизма в разработку системных идей явился одной из причин того, что в дальнейшем эти идеи приобрели общенаучный характер, широко проникли в биологию, психологию, кибернетику, гуманитарные, естественно-технические и другие науки, что хорошо показано в упомянутых нами монографиях. Раскрытие общенаучного характера системного подхода требует всестороннего анализа распространения и эффективности системных идей и средств в самых различных науках, который в значительной мере выполнен в работах Н. Т. Абрамовой, В. Г. Афанасьева, И. В. Блауберга, В. И. Кремянского, Л. А. Петрушенко, В. Н. Садовского, В. И. Свидерского, М. И. Сегрова, В. С. Тюхтина, А. И. Умова, Ю. А. Урманцева, Э. Г. Юдина и др. Наше рассмотрение мы ограничим изучением предпосылок и существа общенаучного статуса системного подхода, содержания общих понятий, составляющих его концептуальную основу, его общенаучных гносеологических функций в процессе научного исследования.

Несмотря на развитие системных идей в лоне философии и ряде специальных наук в прошлом веке, его повсеместное распространение в различных научных дисциплинах задержалось на много десятилетий (почти на сто лет). Впрочем, сходную «судьбу» разделяли и другие общенаучные концепции, которые возникли вначале главным образом в философском знании, как, например, категории определенности и неопределенности (см. об этом в [7]), а также и в сфере научно-научного знания. Например, понятие и принцип симметрии (о котором В. И. Вернадский писал еще в середине 20-х годов XX в., что он не является новым принципом) возникли более 100 лет тому назад в одной из развитых отраслей физики — кристаллографии. «Новым в науке,— подчеркивал В. И. Вернадский,— явилось не выявление принципа симметрии, а выявление его всеобщности» [6, с. 107]. Ученый специально отмечал, что эта всеобщность должна быть осознана именно в философском плане. Эти замечания ныне с полным правом можно отнести не только к принципу симметрии, но и ко многим другим общенаучным феноменам, которые только в последние десятилетия обнаруживают свою всеобщность.

Было бы неправомерно полагать, что, скажем, по отношению к проблеме симметрии или системности задача сводится лишь к экстенсивному расширению, установлению «объемной» (предметной) всеобщности. В процессе экстенсивного развития ряда науч-

ных принципов и понятий происходит одновременное их интенсивное развитие, изменение и обогащение их содержания, т. е. данный процесс выступает как экстенсивно-интенсивное приобретение общенаучного статуса той или иной идеей, понятием или подходом.

Рассматривая процесс приобретения системным подходом общенаучного статуса во внешнем, экстенсивном аспекте, необходимо констатировать (что и сделано сейчас многими исследователями — И. В. Блаубергом, Э. Г. Юдиным, В. Н. Садовским, В. С. Тюхтиным и др.) его междисциплинарный характер. Переход от монодисциплинарности к междисциплинарности создал предпосылки для превращения системных принципов в общенаучный подход. Это превращение связано с изменением задач науки и тенденций ее развития. Так, поскольку вплоть до середины нашего века в науке преобладала тенденция дифференциации, то и сами системные идеи также носили главным образом монодисциплинарный характер, хотя уже и тогда содержали в себе тот мощный эвристический и методологический «заряд», который с определенной задержкой вызвал «цепную реакцию» в последние десятилетия.

Несмотря на то, что философская формулировка системных идей носила общенаучный характер (в силу общенаучности, универсальности философского знания), «системное движение» нехватило широко частные науки, а затронуло лишь некоторые из них: многие частные науки и тем более наука в целом еще не были «готовы» к восприятию системных идей и принципов. Потребность в системном подходе как междисциплинарном научном направлении появилась гораздо позже, во второй половине XX в.³

Интеграция современной науки, усиление взаимосвязи между общественными, естественными и техническими науками, широкое развитие основных направлений научно-технической революции, которые имеют ярко выраженный комплексный характер — все эти и другие тенденции прямо или опосредованно отображали системный характер современной техники, организации и управления, планирования и принятия крупных народнохозяйственных решений — задач, требующих согласованных усилий многих отраслей экономики, производства, осуществления целой системы различных мероприятий — и в своей совокупности представляли предпосылки и условия становления и развития системного подхода.

Междисциплинарно-комплексный подход к решению научно-технических, народнохозяйственных и иных социальных задач потребовал широкого развития системных исследований и в значи-

³ Синтетические, интегративные тенденции современной науки, создавшие внутринаучный «климат», благоприятствующий широкому развертыванию системы системных идей и становлению других общенаучных подходов, обстоятельно проанализированы в упомянутых монографиях, посвященных системному подходу, а также в [22], [23], [28].

тельной степени содействовал его превращению в общенаучный феномен. «Системный подход,— пишет В. Н. Садовский,— представляет собой одно из современных общенаучных направлений исследования, он ориентирован на выявление специально-методологических принципов теоретического воспроизведения в знании представлений о целостных, системных объектах» [20, с. 10]. Развернутая попытка обоснования необходимости отнесения системного подхода к общенаучной методологии содержится в упомянутой монографии И. В. Блауберга и Э. Г. Юдина. Мы в данной работе также стремимся обосновать общенаучный статус системного подхода, но уже в несколько ином, «синтетическом» его понимании.

Переходу от представлений о системном подходе как интегративно-междисциплинарном явлении к признанию его общенаучного статуса мы придаем принципиальное значение, которое для науки имеет ту же степень важности, что и переход от монодисциплинарного подхода к междисциплинарному.

Думается, что можно согласиться с положением, что общенаучный аспект исследования систем и структур вытекает из междисциплинарного характера системного подхода и определяемой этим общности условий и путей его конкретных воплощений [5, с. 254]. Вместе с тем переход от междисциплинарности к общенаучности — не само собой разумеющийся факт и автоматически протекающий процесс. В объективном плане — это качественный скачок, ибо многие междисциплинарные направления так и остались таковыми, не имеют перспективы превращения в общенаучные феномены. В логико-методологическом аспекте общенаучность системного подхода нуждается в весьма солидной аргументации, в показе того, в силу каких причин и обстоятельств данное междисциплинарное направление приобретает этот новый научный статус.

Общенаучность системного подхода не состоит только в том, что он ныне применяется всюду без исключения. Можно указать науки, где системный подход еще не применяется. Более того, существует мнение, что такой подход в ряде научных теорий и дисциплин оказывается неэффективным (особенно для ряда классических, традиционных дисциплин). Впрочем, не исключено, что многие отрасли науки (по крайней мере, ряд из них), где сейчас системный подход неконструктивен, все же воспримут системные идеи. Ведь любой объект познания объективно представляет собой систему, и рано или поздно каждая отрасль науки придет к необходимости воспроизведения в знании объекта как системы и его системных характеристик.

То, что объекты познания в том или ином отношении являются собой системы, и в принципе бессистемных объектов, видимо, нет, вытекает как из основных принципов материалистической диалектики, так и из практики конкретных системных исследований, обнаруживающих системный характер изучаемых наукой

объектов и их параметров. Именно объективно реальная системность объектов природы и общества представляет собой онтологическое основание, необходимую предпосылку, не зависящую от сознания и воли ученых, которая принципиально свидетельствует (в дополнение к социально-экономическим условиям) о потенциально общенаучном характере «системного движения» в науке. Потенциальная общенаучность превращается в актуальную в той мере, в какой та или иная научная дисциплина начинает сознательно и эффективно использовать системные идеи и принципы.

Общенаучность системного подхода выступает прежде всего как процесс, развертывающийся в «пространстве и времени» научного познания, науки как системы знаний и как деятельности по их производству и использованию. По сути дела смысл «потенциально-общенаучного» здесь заключается в самом «векторе», направленности, ориентации «системного движения» на охват системными принципами и идеями все большего числа отраслей и компонентов научного знания.

Этот смысл общенаучности системного подхода неразрывно связан и органически дополняется другим его значением, который мы назовем принципиально общенаучным. Если потенциальная общенаучность системного подхода эмпирически подтверждается тенденцией распространения системных исследований на все большее число отраслей науки и теорий, то принципиальная общенаучность устанавливается чисто теоретически: анализом основных идей системного подхода. Основные идеи (принципы) системного подхода на современном этапе их развития абстрагированы от какой-либо конкретной предметной области, либо их группы. Эта отвлеченность системных положений как в содержательном, так и формальном аспекте (в случае их экспликации в каком-либо варианте общей теории систем) от природы конкретных объектов позволяет использовать их в принципе во всех научных теориях и дисциплинах (хотя и не для решения абсолютно всех задач).

Таким образом, принципиальная и потенциальная общенаучность системного подхода устанавливается теоретически и эмпирически: в ее основе лежат определенные онтологические и социально-практические основания. Вместе с тем наряду с причинами и условиями, находящимися вне знания, общенаучность системного подхода имеет и свои специфически гносеологические основания. Они вполне естественно присутствуют уже в самом выявлении упомянутых объективных оснований общенаучности, ибо само это выявление осуществляется *через* и *в* процессе познания. Но наиболее рельефно гносеологические особенности общенаучного характера системного подхода видны при рассмотрении функций этого подхода в современном познании.

Этот новый, третий смысл общенаучности системного подхода связан с общностью логико-гносеологических функций, выполняе-

мых им в различных отраслях науки и в науке в целом. По-видимому, наряду с общенаучностью, потенциальной и принципиальной, этот аспект общенаучности можно назвать функциональным. Возможно, существуют и иные значения общенаучности, которые не укладываются в то ее понимание, которое шло от философии и отождествлялось с «философской» общенаучностью.

Общенаучность системного подхода сама по себе мало исследована, здесь еще, по сути дела, высказаны первоначальные идеи и даются лишь первые попытки их аргументации. Можно согласиться с И. В. Блаубергом и Э. Г. Юдиным, что «общенаучный анализ наталкивается на известные трудности, связанные с тем, что эта форма исследования вообще является относительно новой и порождена растущей тенденцией к интеграции научного знания» [5, с. 254]. Эти трудности были подчеркнуты В. Н. Садовским, который выступил с критикой понимания этими авторами сущности общенаучных концепций и их классификации [20, с. 38]. В значительной степени мы согласны с этой критикой и учитываем ее, тем не менее важно подчеркнуть плодотворность самой идеи общенаучности системного подхода (что, как следует из упомянутой выше работы [20], не отрицает и В. Н. Садовский). Исследование этой проблемы является тем более важной, что ныне отнесенность ко всей науке не может служить критерием философского или нефилософского характера той или иной дисциплины [5, с. 100].

Системный характер сущности системного подхода и его общенаучные логико-гносеологические функции

Общенаучный характер системного подхода (во всех трех его значениях — принципиальном, потенциальном и функциональном) ныне проявляется в самой науке на двух основных уровнях — логическом и гносеологическом. В свою очередь, сущность системного подхода находит выражение в виде системы понятий — на логическом уровне и в виде системы эпистемологических функций — на гносеологическом уровне.

Обращает на себя внимание одно существенное обстоятельство в современных трактовках сущности системного подхода в его концептуальном аспекте: ныне системные принципы уже не сводят к одному, скажем к принципу целостности, а рассматривают их во взаимосвязанной системе. Такой системный подход к принципам системного исследования вполне оправдан, и мы попытаемся распространить его, обсуждая гносеологические функции системного подхода.

Разные авторы выделяют близкие, но различные понятия и принципы системного подхода. Не перечисляя все употребляемые в системных исследованиях понятия, выделим лишь наиболее важные.

В. С. Тюхтин вычленяет следующие понятия и положения системно-структурного подхода: 1) система; 2) системообразующие связи и отношения; 3) организация и структура; 4) максимальные и минимальные значения переменных системы; 5) характер связи подсистем, иерархических уровней внутри системы, сочетание взаимозависимости и относительной независимости; 6) относительность, или потенциальная эквивалентность понятий «компонент» и «система» (и соответственно понятий «элемент» и «структура»).

В книге И. В. Блауберга и Э. Г. Юдина [5, с. 61—64] определяются восемь важнейших понятий и принципов системного исследования: 1) целостность; 2) связь; 3) структура и организация; 4) уровни системы и иерархия этих уровней; 5) управление; 6) цель и целесообразное поведение системы; 7) самоорганизация системы; 8) функционирование и развитие систем. Наличие дополнительных характеристик по сравнению с предложенными В. С. Тюхтиным здесь вызвано не только иным «видением», но и ориентацией системного подхода в этой трактовке на «целесообразные» системы.

Среди специфических понятий системного подхода В. Н. Садовский выделяет группы понятий, характеризующих описание внутреннего строения системы, классов систем и специфических особенностей различных классов, функционирование системных объектов, их развитие и процесс конструирования искусственных систем. К существенным В. Н. Садовский относит понятия: системы (и идею системности), связи, отношения, элемента, структуры, иерархического строения; а для многих видов систем — управления, цели, целесообразности. Его общая характеристика системного подхода близка к развиваемой в монографии И. В. Блауберга и Э. Г. Юдина.

Можно было бы привести также и другие соображения о понятийной «сетке», системе понятий самого системного подхода, а также и эксплицировать «свою систему» понятий⁴, однако это

⁴ Мы полагаем, что все понятия системного подхода могут быть разделены на две основные группы: общие и кибернетические (связанные с системами управления). Их более четкая классификация и упорядочивание требует дальнейших исследований.

Мы считаем необходимым также ввести для дополнительных понятий системного подхода идею и принцип разнообразия, важные как для системно-кибернетического подхода (о принципах кибернетики см. в [25]), так и для системного подхода вообще (целостность систем неразрывно связана с разнообразием элементов, связей и отношений системы и с их ограничением).

Имеет смысл расширить и идею относительности в системном подходе, которая у В. С. Тюхтина выражается в виде относительности понятий компонента и системы (элемента и структуры), у В. Н. Садовского — в виде «принципиальной относительности любого описания системы» [20, с. 245—246]. Идея относительности, на наш взгляд, распространяется на все системные характеристики как в объективном, так и в гносеологическом аспектах, т. е. не только на элементы и структуры, компоненты и

увело бы в сторону от основной темы. Наш краткий обзор преследовал цель показать, что, несмотря на отдельные различия в трактовках «сетки» понятий системного подхода, все же обнаруживается определенное ядро идей и категорий системного подхода, которые сами формируют целостное образование, выражающее сущность системного подхода.

Идею системной сущности системного подхода мы попытаемся перенести и на его гносеологические функции. Относительно них отсутствует единство взглядов: одни авторы выделяют системный подход в качестве общенаучного методологического направления (И. В. Блауберг и Э. Г. Юдин); другие рассматривают его как условие и путь математизации современной науки (В. С. Тьютин), третьи выделяют общую теорию систем как одну из форм теоретического осознания специфики системного подхода и рассматривают ее как метатеорию (В. Н. Садовский) и т. д. Между этими авторами идет оживленная дискуссия, в которой выявляются слабые стороны и достоинства каждой трактовки роли системного подхода в научном познании. Эта дискуссия вполне закономерна и является свидетельством «крутого поворота» в философском осмыслении системного подхода.

Исходной методологической предпосылкой нашего рассмотрения будет положение о том, что сущность любого феномена не может быть описана какой-то одной чертой или тенденцией развития. Системный подход к анализу сущности в ее отличии от закона, закономерности, существенной черты и т. д. как раз и состоит в том, что сущность сама по себе системна и может быть описана лишь системой наиболее общих и внутренних, инвариантно-глубинных тенденций развития, черт, закономерностей и т. д. Этот системный подход к сущности уже осознается не только в его общепhilosophической форме (что известно уже сравнительно давно), но и в практике решения крупных комплексных проблем, в трактовке сущности таких феноменов, как жизнь, научно-техническая революция (ранее ее суть сводили либо к автоматизации, либо к космизации, либо к какой-либо иной, но опять-таки одной сущностной черте) и т. д. Думается, что при осознании гносеологических общенаучных функций системного подхода имеет смысл пойти по пути не только монофункционального, но и полифункционального анализа и обоснования.

Гносеологическая сущность системного подхода как общенаучного феномена в функциональном отношении «многолика». Она не сводится к его методологической, метатеоретической или другой одной лишь функции, а включает эти функции и ряд других. Перечислим их, сопровождая кратким комментарием.

системы, но и на функционирование и развитие систем и т. д. Скажем, для кибернетических систем — это относительность цели, результата, полезного эффекта, для физических систем — относительность в том смысле, какой предполагается теорией относительности.

1. О методологических функциях системного подхода весьма подробно шла речь в монографии И. В. Влауберга и Э. Г. Юдина, в которой системный подход квалифицируется по своему уровню и типу как общенаучная методология [5]. Возможно, этот уровень методологии в отличие от философской, носящей универсально-общенаучный характер, уместно назвать специально-общенаучной методологией.

Сам по себе системный подход, однако, не выступает исключительно как методология одного уровня (на это справедливо обратил внимание В. Н. Садовский), а как некоторая комплексная методология. Это «комплексирование методологий» (термин В. И. Кремянского [13]) осуществляется на общенаучном уровне, когда происходит взаимодействие кибернетического, системно-структурного, теоретико-информационного и других подходов. Системный подход выступает и как сторона формирующейся единой системы общенаучной методологии, т. е. происходит своего рода «горизонтальное» комплексирование методологий⁵. Вместе с тем происходит «вертикальное» комплексирование, когда системный подход выступает и как момент диалектико-материалистической методологии, и как сторона методологии, общей для частных наук и имеющей в них свое основание.

Говоря о системном подходе как методологическом направлении, мы его понимаем не как некоторую совокупность или систему методов (хотя это мнение широко распространено), а как учение о методах, понятиях и принципах исследования систем, т. е. в самом понимании методологии уже заключена ее некоторая метатеоретическая сущность. Такая интерпретация методологии как учения о принципах, дающих направление научного поиска, с нашей точки зрения, наиболее адекватна⁶.

И в этом смысле более оправданным выглядит именно термин «подход», а не «метод», хотя многие эти понятия отождествляют. Подход, на наш взгляд, отличается от метода тем, что: 1) он является более общим и менее определенным, чем метод; 2) он включает в себя лишь наиболее общие принципы и ориентации в их системе, не доводя их до определенных операциональных установок, формализованных и математизированных теорий и концепций; 3) одному подходу может соответствовать не один, а некоторое множество методов (так системному подходу соответствуют различные варианты теории систем).

2. Когда в литературе по философским аспектам системного подхода обсуждается его отличие от философии, то настойчиво

⁵ Именно в связи с этим «комплексированием», а по сути дела становлением единой общенаучной системы методологии, отличной от философской, но базирующейся на ней, возникает проблема определения научного статуса этой формирующейся системы.

⁶ Лишь такое понимание методологии позволяет все далее рассматриваемые гносеологические функции представить не в виде набора, совокупности, а в качестве особой системы.

подчеркивается мысль — системный подход не связан непосредственно с разработкой мировоззренческой проблематики, что он несет исключительно методологическую и специально-научную нагрузку. Такое утверждение требует определенного уточнения.

Можно понять, как оно возникло, явившись естественной первой реакцией философов-марксистов на претензии со стороны ряда создателей общей теории систем и буржуазных философов, прежде всего «системных позитивистов» (этот термин употребляется в книге [4, с. 82—83]), подменить философию системным подходом, представить этот подход как новое универсальное мировоззрение. И в этом смысле утверждение об отсутствии у системного подхода соответствующих мировоззренческих претензий, подчеркивание того, что этот подход основан на философском мировоззрении и имеет методологическую направленность, играет важную роль.

Однако мировоззрение — это не только философия. Философия диалектического материализма — ядро мировоззрения, его теоретическая основа. Мировоззрение имеет и другие стороны, связанные не только с философией, но и с частными науками. Но если мировоззренческая проблематика формируется и в лоне частных наук, то насколько справедливо мнение о том, что она отсутствует в общенаучных подходах и дисциплинах? Почему получается «мировоззренческий провал» при переходе от мировоззренческой проблематики частных наук к философскому мировоззрению?

В действительности его нет. В самом системном подходе тоже есть свое мировоззренческое содержание. Уже сам термин «подход», выражения типа «системная ориентация», «системная картина мира», «системное видение», о которых в осторожной форме говорят исследователи системного феномена, имеют ярко выраженный мировоззренческий момент. Мировоззрение как обобщенная система взглядов на мир, на место человека в мире, без сомнения, включает в себя определенный общий системный взгляд на природу, общество, познание (даже на Вселенную в целом, хотя это вопрос дискуссионный).

«Восстанавливая в правах» мировоззренческую функцию системного подхода в познании, ориентации и практической деятельности человека, мы решительно подчеркиваем отличие «системного видения мира», мировоззренческой функции системного подхода от мировоззренческой функции философии. Это — различие в типе и уровне мировоззрения (как и в типе и уровне методологии). Философское мировоззрение, как правильно подчеркивают В. А. Лекторский и В. С. Швырев [16, с. 130], связано с основным философским вопросом — вопросом об отношении материи и сознания, бытия и мышления, от чего системный подход абстрагируется, выделяя, как и все общенаучные феномены, лишь общее в бытии и сознании. Таким образом, отличие системного подхода от философии отнюдь не в том, что первый лишь мето-

дология, а вторая — и универсальная методология, и мировоззрение. Отличие здесь и в том, что собственно «системное мировоззрение» не тождественно философскому, оно *базируется* на этом последнем. Системный подход в связи с абстрагированием его от основного философского вопроса, сам по себе отвлечен и от идеологических факторов, на что обратил внимание И. Т. Фролов [27], и именно поэтому может получать со стороны той или иной разновидности философии соответствующую идеологическую интерпретацию, за которую сам системный подход не несет ответственности.

Поэтому мы полагаем, что в процессе познания окружающего мира системный подход выполняет определенную ограниченную мировоззренческую функцию: он несет на себе функцию определенного общенаучного компонента картины мира, которую как и мировоззрение, формирует не только философия (выполняющая роль теоретического фундамента), но и вся наука в целом в своих частно- и общенаучных проявлениях.

3. Подчеркивая отличие мировоззренческого аспекта общенаучных феноменов от философии, мы тем не менее не должны в этом отношении заходить слишком далеко, как это иногда делают якобы в защиту философии. Объективно абсолютизация отличия философии от общенаучных феноменов оборачивается не за, а против философии, не способствует дальнейшему укреплению союза философии и естествознания, а также других частных наук. Очень существенно подчеркивать именно тесную связь теории диалектики и системного подхода, то, что идеи системности, целостности, структурности, универсальности и многообразия форм связи (на специально-научном и общенаучном уровне разрабатываемые в рамках системного подхода и общей теории систем) органически присущи диалектическому методу и пронизывают все его важнейшие понятия и принципы⁷. Поэтому как в формировании системных идей, так и в их распространении и использовании важную роль играют философские исследования. Системный подход тем самым «насыщается» диалектикой и служит, как и другие общенаучные феномены, «проводником» диалектических идей, принципов, положений. Диалектизация современной науки существенно усиливается в результате развития и применения системного подхода, и это — еще одна из важных его гносеологических функций, обусловленная его «близостью» к философии, общенаучной конкретизацией диалектических идей.

В связи с этим мы вынуждены сделать одно замечание, вызванное высказываниями, будто бы диалектика, относясь только к уровню философской методологии, не выступает и не может выступать в роли конкретно-научной методологии. Из такой постановки вопроса следует, что методология на конкретно-научном

⁷ См. [20, с. 48]. Подробный историко-философский очерк влияния философских принципов на системные представления дается в монографии [19].

уровне недиалектична, и диалектика вписится в частные науки лишь философией. Это не отвечает действительности, и уже существуют исследования, показывающие, как диалектика пронизывает специальные науки, как происходит диалектизация современной науки (см. [18], [26] и др.).

Суть дела здесь опять-таки в типе, уровне и форме «существования» диалектики, в наличии философской и нефилософской диалектики, так же как философской общенаучности и общенаучности иного уровня. Именно наличие диалектики на всех уровнях — философском, общенаучном и специально-научном, позволяет не замыкать диалектику исключительно сферой философии, где она содержится в наиболее богатой и совершенной форме, а от этой сферы осуществлять «диалектическое движение» в сторону других уровней и форм научного познания, осуществлять глобальную диалектизацию науки. Системный подход занял в этом процессе диалектизации вполне определенное место. Он содействует как дальнейшему более углубленному влиянию философии на частные науки, так и диалектизации науки за счет «своего» диалектического потенциала.

Что касается общего влияния философии на частные науки и общенаучные феномены, то оно не тождественно диалектизации, ибо философские идеи не сводятся только к диалектике, а охватывают более широкую область идей и принципов, тесно связанных с диалектикой.

4. Если методологическая функция системного подхода наиболее полно проявляется уже сейчас, то его метатеоретическая существенная функция в «лице» общей теории систем, как убедительно показал В. Н. Садовский, по-видимому, проявится в полной мере лишь в будущем. Отметим лишь, что метатеоретические функции (как, впрочем, и все другие, о которых здесь идет речь) свойственны не только учению о системах, но и учению об информации⁸, о знаках и т. д. Поэтому нужны специальные обобщения, исследования метатеоретической функции общенаучных подходов, как это сделано для системного подхода и общей теории систем.

5. Можно согласиться с В. С. Тютюным, когда он видит одну из существенных характеристик системно-структурного подхода в возможности привнесения математических методов и языка, в содействии математизации науки. Это вполне естественно вытекает из весьма общего понимания математических объектов как особых структур (топологических, алгебраических и др. — в трактовке Н. Бурбаки) и попыткой содержательного обобщения самого понятия «структура» на базе исследования также и математических структур. Данное обстоятельство связано и с тем, что многие варианты общей теории систем выполнены в формально-математизированном аспекте, что использование идей системного подхода может повлечь за собой и применение соответствующего матема-

⁸ На это мы обращали внимание в послесловии к [11, с. 209—218].

тического аппарата. Заметим только, что системно-структурный подход представляет собой лишь одно из условий и путей математизации науки; математизация науки может осуществляться и через другие общенаучные подходы и иными путями. Хотя математизация и весьма тесно связана с системным подходом, она не выражает его специфики полностью. Это подтверждается и наиболее общим определением предмета математики, данным А. Д. Александровым, где математика рассматривается как наука о формах и отношениях, взятых в отвлечении от их содержания [2, с. 329]. Ясно, что оно является более общим по сравнению с определением Н. Бурбаки, ибо включает в себя и «бесструктурные» математические объекты как теоретико-множественной, так и конструктивной математики.

Функция математизации связана с функцией формализации научного знания, как в широком, так и в узком понимании последней, когда она выступает в своем логическом варианте. Поэтому можно говорить о тесно связанных функциях математизации и формализации науки, которые осуществляются и при помощи системного подхода, в особенности через различные варианты общей и специальных теорий систем.

6. Важные научные гносеологические функции системного подхода в познании заключаются в переносе знания из одной области науки в другую, в распространении общенаучного языка, в упорядочивании и систематизации научного знания. Ясно, например, что функция диалектизации в известной степени связана с переносом знания из философии через системный подход как в другие общенаучные феномены, так и в частные науки, где системный подход начинает «работать». И это относится, конечно, не только к философскому знанию. Перенос знания осуществляется и при взаимодействии и взаимопроникновении с другими общенаучными подходами и методами — кибернетическими, теоретико-информационными, вероятностно-статистическими и др. Кроме того, «передача» идей и математических средств, используемых различными вариантами теорий систем, происходит и на специально-научном уровне применения системных представлений, а также опосредованно через общие понятия системного подхода и общую теорию систем.

Перенос знания о системах и структурах сопровождается определенной трансформацией и адаптацией системных идей и положений применительно к предмету и методам отдельной научной дисциплины, а также обогащением самого системного подхода обобщенными понятиями частных наук. Не случайно ряд понятий системного подхода имеет ярко выраженный биологический характер; осуществляется также своеобразное «заимствование» понятий из других научных дисциплин.

7. При использовании системного подхода движение знания из одной области в другую сопровождается своего рода «переводом» с одного научного языка на другой, нахождением «общего» язы-

ка между специалистами. Системные понятия и принципы становятся своеобразным посредником, общенаучным языком, содействующим пониманию и единой интерпретации тех научных идей и положений, которые развивались ранее относительно автономно и вне связи с другими научными идеями. Благодаря системным понятиям представители гуманитарного стиля мышления устанавливают контакты со специалистами в области естественно-технических дисциплин, что способствует не только синтезу знаний на границе этих сфер современной науки, но и укрепляет ее единство в целом.

Системный подход и другие аналогичные ему общенаучные средства познания сами по себе являются синтезом частно-научного знания (горизонтальный синтез), с одной стороны, частно-научного и философского знания (вертикальный синтез) — с другой, что выражается в месте этих общенаучных феноменов между философией и частными дисциплинами. Сказанное легко можно проследить на примере развития важнейших системных идей и понятий, например, понятия целостности. Идея целостности проникла в системные исследования и близкие к нему общенаучные направления исследований (скажем, кибернетику) и частные науки (биологию) из философии; здесь она обогатилась и теперь выступает в качестве общенаучного принципа, где в одно «общенаучное целое» вошло философское и частно-научное знание.

Осуществление упомянутых коммуникативных, «переводческих» и интегративно-синтезирующих функций в науке сопровождается систематизацией и упорядочиванием знания. И это вполне естественно: систематизация, классификация и упорядочивание знания — это имманентная функция всякой научной дисциплины и науки в целом, она дополняет функцию приращения новых знаний. Более того, в настоящее время систематизация знаний и их эффективная передача не менее важны, чем производство нового, ибо акцент лишь на приобретение нового знания и недостаточная систематизация уже накопленного — одна из причин ныне существующего информационного кризиса в современной науке.

Системный подход в значительной степени помогает осуществлению функций систематизации, классификации и упорядочению научных (и не только научных) знаний и содействует осознанию того, что представляет наука как целостная и упорядоченная система. Общенаучная роль системного подхода в выполнении этих функций не вызывает никаких сомнений, и развитие этой формы рефлексии над наукой — одна из важных задач философско-методологических разработок в области системного подхода.

Мы перечислили лишь наиболее важные, на наш взгляд, общенаучные функции системного подхода в современной науке, которые прослеживаются достаточно отчетливо и свидетельствуют о его эффективности и всеобщности в научном познании.

1. *Абрамова Н. Т.* Целостность и управление М., 1974.
2. *Александров А. Д.* Математика.— *Философская энциклопедия*, т. 3. М., 1964.
3. *Афанасьев В. Г.* Проблема целостности в философии и биологии. М., 1964.
4. *Афанасьев В. Г.* Социальная информация и управление обществом. М., 1975.
5. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
6. *Вернадский В. И.* Принцип симметрии в науке и в философии.— *Вопросы философии*, 1966, № 12.
7. *Готт В. С., Урсул А. Д.* Определенность и неопределенность — категории научного познания. М., 1971.
8. *Готт В. С., Урсул А. Д.* Некоторые аспекты взаимосвязи философии и естествознания.— *«Философские науки»*, 1972, № 4.
9. *Готт В. С., Урсул А. Д.* Союз философии и естествознания. М., 1973.
10. *Готт В. С., Урсул А. Д.* Общенаучные понятия и их роль в познании. М., 1975.
11. *Гришкин И. И.* Понятие информации. Логико-методологический аспект. М., 1973.
12. *Крестьянский В. И.* Структурные уровни живой материи. Теоретические и методологические проблемы. М., 1969.
13. *Крестьянский В. И.* Понятия системности и «метасистемности» информации.— *«Вопросы философии»*, 1975, № 2.
14. *Кузьмин В. П.* Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М., 1976.
15. *Кузьмин В. П.* Системное качество.— *«Вопросы философии»*, 1973, № 9, 10.
16. *Лекторский В. А., Швырев В. С.* Актуальные философско-методологические проблемы системного подхода.— *«Вопросы философии»*, 1971, № 1.
17. *Лекторский В. А., Швырев В. С.* Методологический анализ науки (типы и уровни).— В кн.: *Философия, методология, наука*. М., 1973.
18. *Омельяновский М. Э.* Диалектика в современной физике. М., 1973.
19. *Петрушенко Л. А.* Единство системности, организованности и самодвижения. (О влиянии философии на формирование понятий теории систем). М., 1975.
20. *Садовский В. Н.* Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М., 1974.
21. *Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Задачи, методы и приложения общей теории систем.— В кн.: *Исследования по общей теории систем*. М., 1969.
22. *Синтез научного знания*. М., 1973.
23. *Ставская Н. Р.* Философские вопросы современной науки. М., 1974.
24. *Тюхтин В. С.* Отражение, системы, кибернетика. Теория отражения в свете кибернетики и системного подхода. М., 1972.
25. *Украинцев Б. С., Урсул А. Д.* Кибернетика и материалистическая диалектика.— *«Философские науки»*, 1975, № 2.
26. *Урсул А. Д.* Философия, естествознание, научно-техническая революция.— В кн.: *Философские основания современного естествознания*. М., 1976.
27. *Фролов И. Т.* Системно-структурный подход и диалектика.— *«Вопросы философии»*, 1969, № 12.
28. *Чепиков М. Г.* Интеграция науки (философский очерк). М., 1975.

СИСТЕМНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ. НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О ЕЕ ПРИРОДЕ, СТРУКТУРЕ И ПРИМЕНЕНИИ *

В. ГАСПАРСКИЙ

Понятие системы

В системной литературе существует множество определений понятия «система» и нетрудно заметить, что большинство из них построены апрагматически. Добавление нового апрагматического определения скорее привело бы к увеличению хаоса, чем к единообразию терминологии, используемой в системных исследованиях. По-видимому, более эффективно рассматривать понятие «система» прагматически. Быть «системой» значит трактоваться как таковая системно-ориентированным ученым, исследователем, специалистами по планированию, проектировщиком и т. д.

Если это так, то можем сформулировать следующие утверждения:

1. Рассмотреть объект как систему — значит выбрать части объекта (называемые элементами системы) как носители свойств (атрибутов) в данном отношении или носители отношений с данными свойствами (атрибутами) [4], [6].

2. Эти отношения и (или) свойства формируют структуру. Структура, выраженная в информационной форме, образует абстрактную систему. Структура, данная в форме энергии или вещества, образует конкретную систему [4].

Системный подход и праксеология

В науке существует несколько тесно связанных между собой методологических направлений: кибернетика, общая теория систем и праксеология. Сходства и различия между ними установить довольно сложно. Это связано с тем, что ни кибернетика, ни общая теория систем, ни праксеология не являются теориями в строгом смысле слова. Они представляют собой скорее наименование определенных исследовательских позиций.

В литературе неоднократно отмечалась существенная общность системного и праксеологического подходов. Так, Т. Котарбиньский, основатель польской праксеологии, подчеркнул принадлежность праксеологии к теории событий, которая практически

* Перевод с английского языка В. Г. Горохова.

совпадает с общей теорией систем [5]. Хотя со времени выдвижения этих концепций прошло много лет, они все еще находятся в состоянии становления. Будучи программами, эти направления выступают в настоящее время как определенные подходы, а не как закрытые теоретические системы.

Говоря о различии между системным и праксеологическим подходами, необходимо прежде всего отметить их генетическое различие. Системный подход с самого начала был ориентирован прежде всего на анализ познавательной деятельности, тогда как праксеологический подход возник из потребности анализа практической деятельности. Основной предмет системного подхода — объект, называемый системой (например, система действий). Праксеологический подход нацелен на анализ субъекта действий.

Далее, для системного подхода специфична целостная трактовка любого объекта, тогда как праксеологический подход рассматривает свой объект с точки зрения эффективности. Это различие легко понять, сравнивая значения прилагательных «системный» и «праксеологический»: первое означает «целостно трактуемый», второе — «эффективный». Разумеется, праксеологический подход не следует понимать как отказ от целостности, а системный подход — как отказ от эффективности. Для праксеологического подхода целостность является следствием действий, выступающих как эффективные, а для системного подхода эффективность — следствием целостного рассмотрения объектов.

Для обоих рассматриваемых подходов средство получения конечного, оптимального в данных условиях решения (цели) — комплексный анализ соответствующих явлений.

Сходство системного и праксеологического подходов и других аналогичных методологических направлений есть результат интегративной тенденции, специфичной для современной науки и инженерии. Эта тенденция означает дальнейший поиск методологических средств, позволяющих преодолеть информационный барьер между различными научными дисциплинами, между наукой и техникой, между научно-технической деятельностью и практикой [12].

Понятие системной методологии

Понятие системной методологии имеет два следующих значения: (а) методология системного подхода, выступающая как особая дисциплина, (б) частная методология определенной конкретной дисциплины или класса дисциплин, и в первую очередь практических или прикладных наук и инженерии.

Встает вопрос, насколько строго мы можем охарактеризовать системную методологию? Насколько возможно описать типы действий, характерные для данной методологии, определить ее процедуры, указать ее задачи, к решению которых стремятся ученые и инженеры? Общего ответа на этот вопрос пока нет; лишь можно ответить приблизительно на некоторые более частные вопросы.

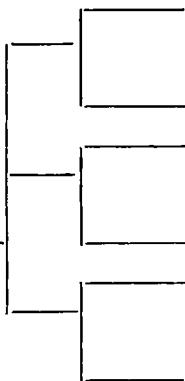
Общая методология	
Материал: любой	
Прагматическая	Апрагматическая
предмет: реализующая система	предмет: реализуемая система
Взаимодействие обеих систем между собой и с внешней средой	

Общая методология переработки информации	
Материал: информационный	
Прагматическая	Апрагматическая
Реализующая систему: решающая проблема система	Реализуемая система: решаемая система (проблема)
Взаимодействие обеих систем между собой и с внешней средой	

Общая методология переработки материи	
Материал: вещественно-энергетический	
Прагматическая	Апрагматическая
Реализующая система: производящая система	Реализуемая система: производная система
Взаимодействие обеих систем между собой и с внешней средой	

Общая методология исследования	
Тип проблемы: познавательная (констатация)	
Прагматическая	Апрагматическая
Решающая система: исследующая система	Решаемая система: исследуемая система
Взаимодействие обеих систем между собой и с внешней средой	

Общая методология проектирования	
Тип проблемы: проектная (изменение)	
Прагматическая	Апрагматическая
Решающая система: проектирующая система	Решаемая система: проектируемая система
Взаимодействие обеих систем между собой и с внешней средой	



Частные методологии материальных процессов

Невозможно также определить в настоящее время и рамки системной методологии.

Системная методология, как любая методология (как вообще любая дисциплина) содержит описание определенной области. Областью исследования методологии является научная деятельность. Областью описания системной методологии выступает особый вид научной и научно-прикладной деятельности, реализуемый системно-ориентированными учеными и инженерами, т. е. операторами, или агентами, которые рассматривают свою методологическую позицию как системный подход. Проведение исследования такой операционально определенной области — единственный путь адекватной реконструкции процедур, обусловленных позицией и подходом действующих в ней агентов [5]. Конечным результатом исследования системной методологии должна быть системная методология как дисциплина, т. е. как научная система. Общая структура методологического знания изображена на рис. 1.

Методологическое исследование, о котором мы говорим, должно быть праксеологическим исследованием, так как его предмет — методы действий (в данном случае речь идет о действиях обработки научной, исследовательской, информации и о проективных действиях). Исследование может проводиться с системно-ориентированных и с системно-неориентированных позиций. При этом необходимо учесть системные парадоксы [16], один из которых, называемый системно-методологическим парадоксом, гласит, что адекватное знание о реальных системах возможно только на основе системно-методологического исследования, но такая методология может быть построена только как результат адекватного знания о реальных системах. Парадоксы системного мышления преодолеваются в ходе итеративного процесса исследования.

Рассмотрим пример системного методологического исследования, а именно методологию проектирования.

Методология проектирования

Проектирование понимается как информационная подготовка действия, направленного на изменение реальности. Оно основано на результатах познания и согласуется с определенным социальным критерием оценки. Его суть в решении проблемы, являющейся формальным представлением потребности (образца) с точки зрения проектирующей системы, а результат — модель (образец) объекта или процесса, действующая в качестве практической рекомендации и имеющая форму операционного определения объекта (проекта).

На основе проекта осуществляются подготовительные действия, заключающиеся в статической и динамической реализации объекта. Их результат — создание объекта, функционирующего продукта, реализация которого удовлетворяет определенную по-

требность. Процесс удовлетворения потребности, начиная с ее генерации и кончая использованием спроектированной системы, имеет квазициклический характер, что показано схематически на рис. 2 [10], [15].

Квазициклический характер процесса обусловлен временным сдвигом $\Delta t = t_2 - t_1$ от момента генерации потребности до ее удовлетворения. Задача уменьшения Δt является, вероятно, наиболее

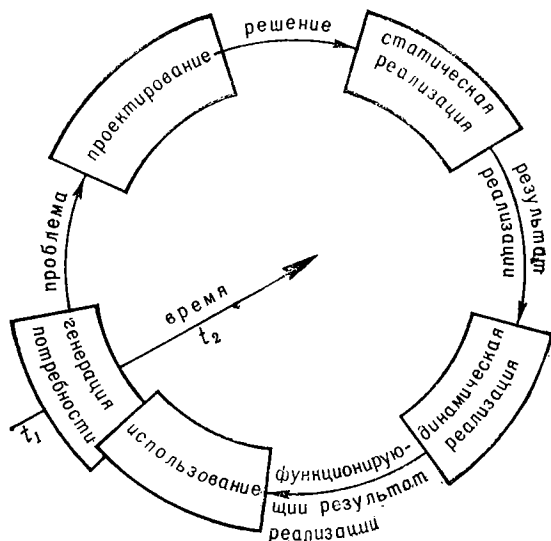


Рис. 2

существенной практической причиной проведения развернутого исследования методологии действия, прежде всего методологии проектирования.

В настоящей статье мы рассмотрим особый тип ситуации, в которой некоторое действие (называемое далее основным действием) не может быть осуществлено из-за отсутствия соответствующего оборудования, представляющего собой техническую систему. Охарактеризованная таким образом ситуация генерирует потребность, формальным представлением которой является проблема инструментализации основного действия. Назовем такую проблему инженерной, а информационную подготовку действий по ее решению — инженерным проектированием. Рассмотрим систему действий, реализующих (информационно и материально) инженерную проблему, и место инженерного проектирования в этой системе.

Агент основного действия, не имеющий в своем распоряжении соответствующего способа действия, эксплицировал во время t_1 потребность, которую можно сформулировать как вопрос: «Как инструментализировать действие, чтобы достичь цели?» Эта потребность интерпретируется с точки зрения инженерной проблемы

и обычно сводится к вопросу: «Как и что использовать в действии, чтобы достигнуть цели?»

Для решения проблемы проектирования требуется знание реальности и знание критерия оценки: проектирующая система, следовательно, генерирует в это время познавательную потребность, направленную на систему исследования. Эта потребность формулируется как познавательная проблема. Необходимо отметить, что познавательная потребность имеет отношение не только

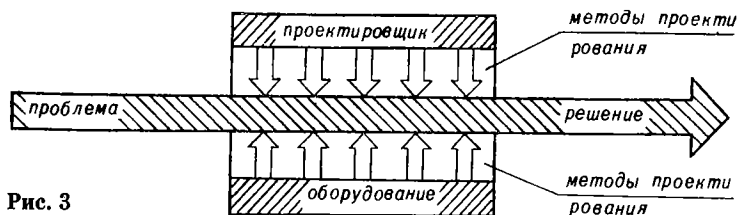


Рис. 3

к фактуальной информации, необходимой для решения инженерной проблемы, но также и к процедурной информации, т. е. к информации о работе самой проектирующей системы. Конструктивные ответы, полученные проектирующей системой, относятся и к ней, и к проектированию в целом, т. е. проектирующей системе, проектируемой системе и методам проектирования (см. рис. 3).

Как результат процедуры генерации проекта (по этому вопросу см., например, [1], [11]) в проектирующей системе возникает первая версия проектируемой системы, которая проверяется с точки зрения возможности ее материальной реализации. Проектирующая система решает вспомогательные проблемы типа «Как производить это?» и «Как эксплуатировать это?», как если бы они были поставлены перед системами, находящимися в производстве и эксплуатации.

Решение основной инженерной проблемы и вспомогательных проблем приводит к проекту технической системы, являющемуся практической рекомендацией типа «Произведи это!», «Эксплуатируй это!», «Используй это!» и «Произведи этим способом!», «Эксплуатируй этим способом!», «Используй этим способом!» Проект создает основу для подготовки главного действия. Представленный в проекте технический объект (абстрактная система) и произведенный технический объект (конкретная система) являются элементами одного и того же класса — техническими системами.

Результат производства — статический технический объект, объект, готовый для функционирования, но однако еще не функционирующий. Техническая эксплуатация заключается в реализации динамического технического объекта в соответствии с данным методом эксплуатации, содержащимся в проекте. Результат технической эксплуатации — функционирующий технический объект, т. е. объект, готовый к использованию.

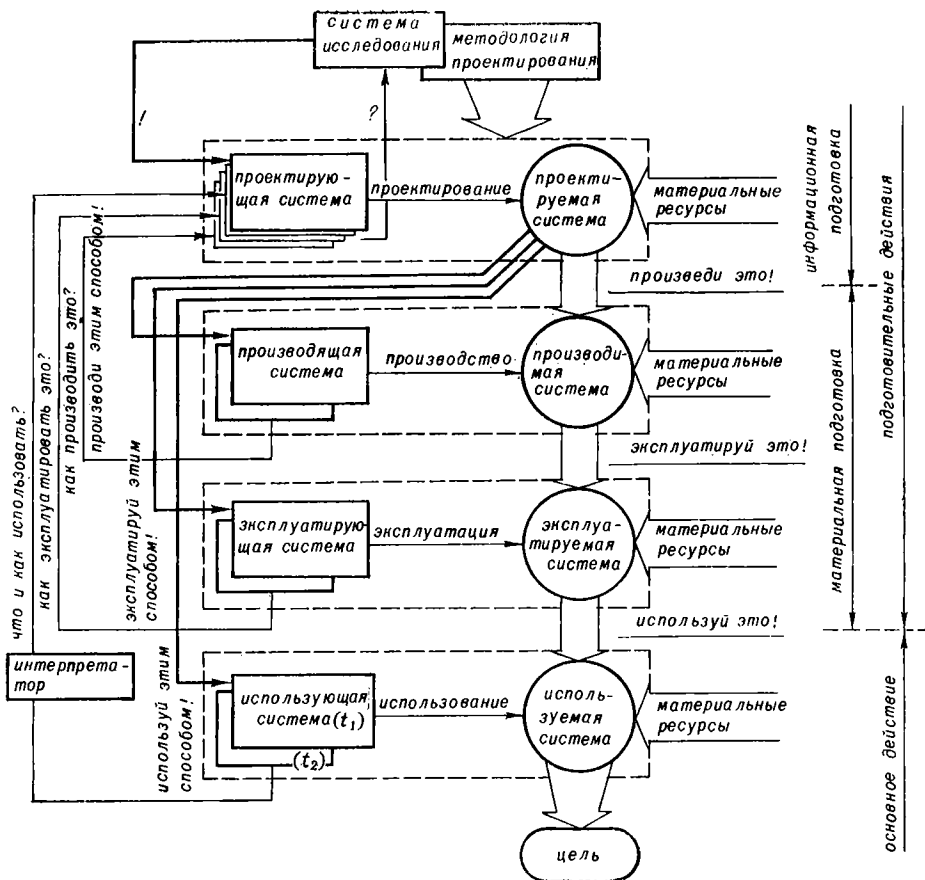


Рис. 4.

Технической эксплуатацией заканчиваются действия, подготовительные по отношению к основному действию, которое состоит из:

- 1) оборудования, т. е. материально реализованного функционирующего технического объекта, являющегося в то же самое время носителем информации, данной в проекте: «Используй это!»;
- 2) метода, т. е. информационно реализованного способа использования технического объекта, также данного в проекте: «Используй этим способом!»;
- 3) ресурсов действия, обусловленных оборудованием и методом, выбранных исполнителем в окружающей среде.

В итоге получают все элементы основного действия, при выполнении которого реализуется данная цель. Эта ведет к удовлетворению потребности. Система описанных действий изображена в целом на рис. 4, а место проектирования в этой системе показано на рис. 5.

смотрен в качестве глобального. Критерий, который мы используем в технике, является частным (локальным), тогда как, чтобы оценить решение относительно цели основного действия, необходимо сформулировать системный критерий, который учитывает все действия, входящие в систему, показанную на рис. 4.

Подобный критерий является праксеометрическим критерием конечной эффективности, первая версия которого была предложена В. Вазютинским как результат эвристического анализа выбора технического решения [17]. Этот критерий может быть однако, выведен из понятия организационного эффекта и связан с экономичностью инструментализации действия¹. Мы предлагаем называть его критерием Вазютинского и представим здесь в развитой (обобщенной) форме через анализ (баланс) входов — выходов системы.

Отметим, что в системе действий используются ресурсы Z_D , Z_P и Z_E (соответственно для проектирования, производства, эксплуатации), тогда как выгода получается равной разнице между ресурсами, используемыми для выполнения действий одним способом (Z_1), составляющим уровень соотносительности, и другим способом, изложенным в проекте (Z_0): $\Delta Z = Z_2 - Z_1$.

Критерий $E = \Delta Z / (Z_D + Z_P + Z_E) > 1$ представляет собой стандарт меру оптимальности технического решения. Он является динамическим критерием, так как благодаря соотносительности решения инженерной проблемы с реальным состоянием инструментализации действия² учитывается технический прогресс. Численное определение критерия Вазютинского основано на гипотезе, согласно которой существует, по крайней мере, корреляционная зависимость между проектными параметрами X технического решения и критерийным параметром, т. е. $E = E(X)$, что требует анализа соответствующих эмпирических соотношений.

Используя критерий Вазютинского, введем следующие понятия:

Качество производства

$$Q_p^* = R \wedge P_p,$$

где R — рациональность,

$$R = \begin{cases} 1, & \text{если } E \geq 1 \\ 0, & \text{если } E < 1, \end{cases}$$

P_p — точность производства,

$$P_p = \begin{cases} 1, & \text{если для всех } i \text{ мы имеем } p_i \in X_i \\ 0, & \text{если, по крайней мере, для одного } i \text{ мы имеем } p_i \notin X_i, \end{cases}$$

¹ Это было показано автором, который обобщил данный критерий в [11].

² Для первого T мы полагаем $Z_0 = \infty$, следовательно, $\Delta Z_0 = \infty$.

где p_i — реализация проектного параметра X_i в произведенном техническом объекте [$i=1, 2 \dots$)]

Качество эксплуатации

$$Q_e = R \wedge P_e,$$

где точность эксплуатации P_e определяется как

$$P_e = \begin{cases} 1, & \text{если для всех } i \text{ мы имеем } e_i \in X_i \\ 0, & \text{если, по крайней мере, для одного } i \text{ мы имеем } e_i \notin X_i, \end{cases}$$

где e_i — реализация проектного параметра X_i в функционирующем объекте ($i=1, 2, \dots$).

Качество использования

$$Q_u = R \wedge P_u,$$

где P_u — точность использования,

$$P_u = \begin{cases} 1, & \text{если для всех } i \text{ мы имеем } u_i \in X_i \\ 0, & \text{если, по крайней мере, для одного } i \text{ мы имеем } u_i \notin X_i, \end{cases}$$

где u_i — реализация проектного параметра X_i в используемом техническом объекте ($i=1, 2, \dots$).

Глобальное качество определяется как булево произведение названных качеств

$$Q = Q_p \wedge Q_e \wedge Q_u.$$

Введенное понятие глобального качества дает возможность определить отклонение между проектом и его материальной реализацией в форме технического объекта.

Причина появления отклонения заключена в так называемой «автономизации реализующих систем». Необходимо подчеркнуть, что при обсуждении системы действий мы рассматривали ее различные подсистемы в функциональном смысле (абстрактные системы). Практически, однако, проектирование, производство и эксплуатация реализуются институционализированными (конкретными) системами. Этими системами являются организации, и, как таковые, они руководствуются не только формальными (логическими), но и теоретико-организационными законами. В соответствии с этим, организации при осуществлении своих способов действия руководствуются также своими собственными (локальными) критериями, которые часто приводят к смене целей или их автономизации.

В рассмотренных системах действий цель проектирующей (абстрактной) системы — решить проблему проектирования, цель производящей (абстрактной) системы — сделать в соответствии с проектом статический технический объект, в то время как цель эксплуатирующей (абстрактной) системы — создать в соответст-

вии с проектом функционирующий технический объект. Предположим, что все эти цели есть цели определенных организаций (конкретных систем) — проектирующих, производящих, эксплуатирующих. Практически, однако, оказывается, что в названных организациях эти цели подменяются локальными целями организаций и рассматриваются как средства достижения последних. В этих случаях решения проблем инженерного проектирования являются такими, что либо R , либо P_p , либо P_e принимают нулевое значение.

При анализе системы действий возникает вопрос выделения в ней эксплуатирующей системы. По утверждению некоторых,

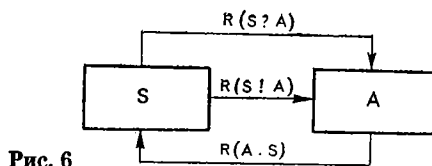


Рис. 6

эта система должна быть связана либо с системой производства, либо с системой использования. Необходимо однако помнить, что в системе действий соответствующие подсистемы разделяются функционально, хотя в организационной реальности одна и та же организация может выполнять несколько функций. Тем не менее функция эксплуатации (даже когда она выполняется тем же самым лицом, которое позже будет использовать этот объект) является предварительной по отношению к основному действию.

Наконец, отметим, что технический прогресс осуществляется в направлении автоматизации предварительных действий проектирования и относится не только к его рутинным процедурам. В силу этого необходимо провести различие всех подготовительных действий не только чтобы знать их, но и чтобы уметь описать качественные отличия между ними.

В настоящей статье обсуждаемая система действий соотносится только с информационной и материальной реализацией инженерной проблемы. Однако после соответствующих модификаций ее можно распространить и на другие типы проблем проектирования, например организационные, экономические и т. п.

Модель проблемной ситуации при исследовании методологии проектирования охватывает две подсистемы: подсистему A — исследуемую деятельность, которая в данном случае является проектированием, и подсистему S — остальную деятельность. Эти две подсистемы связаны следующими отношениями (рис. 6): независимым ($R?$) — потребности подсистемы S удовлетворяются подсистемой A (в данном случае потребности, из которых возникают проблемы проектирования); независимым ($R!$) — удовлетворение потребностей подсистемы S подсистемой A (в данном случае решение проблем проектирования); контрольным ($R.$) — руководст-

во подсистемы A подсистемой S (в случае проектной деятельности — научной и экономической политикой). При декомпозиции модели, прежде всего подсистемы A , мы можем различить следующие компоненты: проектировщики, используемое ими оборудование, потоки информации от проблемы проектирования к ее решению и отношение между проектируемой и проектирующей системами — методы проектирования.

Последний из названных компонентов — методы проектирования — главный предмет исследования методологии проектирования. Другие элементы проблемной ситуации, составляя часть методов проектирования или — в более общем виде — окружающей среды проектной деятельности, являются предметом специального исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гаспарский В.* Введение в методологию проектирования. — В кн.: Проблемы деятельности ученого и научных коллективов, вып. V. Л., 1973.
2. *Гаспарский В.* Место методологии проектирования в системе методологических знаний. — В кн.: Наука и техника (вопросы истории и теории). Л., 1972.
3. *Гаспарский В.* Некоторые методологические вопросы системных исследований. — В кн.: Труды XIII Международного конгресса по истории науки. Секция 1а. М., 1974.
4. *Гаспарский В.* Системный подход к вопросам науки и техники. — В кн.: Научно-техническая революция и социальный прогресс. М., 1974.
5. *Котарбинский Т.* Праксеология. — Избранные произведения. М., 1963.
6. *Уемов А. И.* Системы и системные исследования. — В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
7. *Ajdukiewicz K.* Logika pragmatyczna. Warszawa, 1965.
8. *Gasparski W. W.* The Design Activity as a Subject of Studying—the Design Methodology. — In: Proceedings of DRS/DMS Design Activity International Conference. London, 1973.
9. *Gasparski W. W.* Design Activity as a Subject of Studies, Design Methodology. — In: Theorie a Metoda, v. V/2. Prague, 1973.
10. *Gasparski W. W.* Design in the System of Actions. — In: Proceedings of the III-rd Tchechoslovak Systems Engineering Conference. Marienbad, 1974.
11. *Gasparski W. W.* Kryterium i metoda wyboru rozwiazania technicznego w ujeciu prakseometrycznym. Warszawa, 1970.
12. *Gasparski W. W., Lewicka A.* Problematyka badan systemowych. Proba charakterystyki. Prakseologia 2 (46). Warszawa, 1973.
13. *Klir G. J.* On the relation between cybernetics and general systems theory. — In: Progress on Cybernetics. N. Y., 1970.
14. *McPherson P. K.* A Perspective on Systems Science and Systems Philosophy. The City University. London, 1973.
15. *Metodologia projektowania inzynierskiego.* Warszawa, 1973.
16. *Sadovsky V. N.* Paradoxes of Systems Thinking. — In: Advances in Cybernetics and Systems Research, v. 1. Transcripta Books. London, 1972.
17. *Wasiutynski L.* O analizie efektow uzytkowych w technice. Warszawa, 1962.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЦЕЛОСТНОГО ИДЕАЛЬНОГО ОБЪЕКТА

Г. А. СМЕРНОВ

Проблема построения идеального целого объекта имеет долгую и интересную историю. Анализируя реальный объект, мы фиксируем многообразие свойств, которыми этот объект обладает. Более того, реальный объект предстает часто не только как обладающий многообразием свойств, но и как имеющий в своем составе другие объекты. Возникает естественный вопрос: каким образом объект, в котором можно выделить многообразие свойств или объектов, остается единым, не распадается на составляющие его части? Что является гарантией единства? В случае реального объекта все многообразие выделенных характеристик вновь сводится воедино в силу простого указания, что все выделенные части имеют место в том реальном единстве, которое палично в опыте. Познание реального объекта заключается в мысленном разложении реального единства на составные части, так что реальному единству ставится в соответствие многообразие идеальных образований. При этом материалистическая теория познания рассматривает образование идеальных объектов, раскрывая механизм действия принципа отражения и выясняя отношение идеальных объектов к их реальным прототипам.

Для логика задача образования идеального имеет специфические особенности. Использование теории отражения обеспечивает его правильными исходными предпосылками, однако дальнейший поиск решения проблемы он должен производить уже в логической плоскости с учетом ее предметных ограничений. Логик не рассматривает идеальный объект в его соотношении с реальным. Его интерес сосредоточен на исследовании возможности ясного и непротиворечивого сочетания требований единства и многообразия при построении идеального объекта. Очевидна неадекватность использования многообразия идеальных объектов в качестве интеллектуального образа реального объекта. Отсюда понятны возобновляющиеся попытки образования идеального объекта, обладающего единством и одновременно заключающего в себе различия. Не менее понятно и стремление исследователей этой проблемы, обращаясь к истокам ее постановки, выявить в классических работах их логическое содержание, которое подчас не удалось развить из-за неверности гносеологических уста-

повок, и, таким образом, на материалистической основе использовать все интеллектуальное богатство философской классики.

Каким же должен быть идеальный объект, чтобы удовлетворить требованию единства? Каким образом можно мыслить единый идеальный объект? Трудности, которые встают при попытке ответить на эти вопросы, проанализированы с наибольшей полнотой и обстоятельностью в диалоге Платона «Парменид». Прежде чем остановиться на основных положениях этого диалога, необходимо разъяснить более подробно, что мы вкладываем в понятие идеального объекта и как это понятие соотносится с тем единым, о котором идет речь в «Пармениде».

В отличие от реального объекта идеальный объект не может быть предметом ощущения, но есть лишь предмет мысли. Идеальный объект мыслится как нечто, имеющее ясную и однозначную определенность.

Определенность объекта задается с помощью определения. Определение разъясняет содержание, мыслимое в объекте, показывает, что такое объект, какой определенностью он обладает, каковы его свойства. Однако идеальный объект не сводится к определенности, к тому, что разъясняется с помощью определения. Он мыслится как объект, как нечто, обладающее не только определенностью, но и существованием, независимым от процесса определения, являющегося познавательным актом субъекта. Идеальный объект в отличие от понятия есть определенность, мыслимая как существующая. Именно с такими объектами имеет дело математика. Подобно реальным объектам математические объекты рассматриваются как обладающие самостоятельным существованием. В отличие от реальных объектов идеальные, во-первых, являются чисто мыслительными образованиями, а во-вторых, обладают однозначной и отчетливой определенностью, ясно различимыми свойствами.

Статус идеальных объектов и их соотношение с реальными объектами — одна из центральных проблем любой философской системы, решение которой, как уже говорилось, определяется мировоззренческой позицией ее автора. Интересующий же нас логический аспект проблемы состоит в следующем: каким образом следует полагать идеальные объекты, чтобы они представляли нечто единое. Другими словами, как образовать идеальный объект, обладающий единством, как можно мыслить единый идеальный объект.

Многие диалоги Платона, в особенности «Парменид», содержат наряду с гносеологическим анализом проблемы идеальных объектов («идей») поразительный по глубине и ясности логический анализ этой проблемы. Мысль Платона проста и неопровержима: если в «идее» имеется несколько определенностей, если ей можно приписать различные «предикаты» в силу наличия различных свойств, то «идея» не есть нечто единое, а многое. Если «идея» характеризуется свойством «единое», то этой «идее» нель-

зя приписать никаких других свойств. «...Если бы единое обладало какими-либо свойствами, кроме того чтобы быть единым, то оно обладало бы свойством быть большим, чем один, что невозможно» (Парм., 140a) [5, с. 424]. Нам в данном случае безразлично, какими конкретными свойствами наделяет Платон свои идеальные объекты и как должны пониматься эти свойства. Для нас важно отметить, что наличие в объекте, по крайней мере, двух определенностей превращает этот объект в многообразие.

Каким образом в объекте могут быть два свойства? Если в качестве свойств рассматривать «единое» и «бытие», а в качестве одного объекта — «существующее единое», то для того чтобы было «существующее единое», «должно существовать бытие единого, не тождественное с единым, ибо иначе это бытие не было бы бытием единого и единое не было бы причастно ему, но было бы все равно что сказать «единое существует» или «единое едино»» (Парм., 142c) [5, с. 429]. Здесь Платон утверждает, что если в «идее» есть несколько свойств, то они должны быть различными свойствами, в противном случае вместо нескольких свойств мы имели бы одно и то же свойство. Если в идеальном объекте есть несколько определенностей, то они должны отличаться друг от друга — это требование является столь самоочевидным, что его явная формулировка кажется простым педантизмом. Однако проблема состоит в том, каким образом эти свойства отличаются друг от друга. Платон утверждает: «если бытие и единое различны, то единое отлично от бытия не потому, что оно — единое, равно как и бытие есть что-то иное сравнительно с единым, не потому, что оно — бытие» (Парм., 143e) [5, с. 431].

Таким образом, единое и бытие обладают независимой друг от друга определенностью, а каждая определенность, мыслимая отдельно с помощью отдельного, самостоятельного определения, есть определенность отдельного идеального объекта. Поскольку идеальный объект (имеющий только содержание, выявляемое с помощью определения) отличается от того, что содержится в определении, только статусом своего существования, то отдельное, независимое определение есть определение отдельного, независимого объекта. Характеристика отдельности, независимости от других объектов является для идеального объекта такой характеристикой, которая должна быть выявлена в определении. Любое определение, помимо того, что оно разъясняет, разъясняет данное содержание некоторым способом. Оно показывает это содержание либо независимо от любого другого содержания (определение первичных объектов, состоящее в прямом указании их содержания с помощью примеров), — и тогда оно есть непосредственное определение независимого объекта, либо показывает содержание некоторого объекта, опираясь на содержание уже определенного объекта (определение в собственном смысле), — в этом случае оно является опосредованным определением объекта

существование которого зависит от существования объекта, определяющего данный объект. Тот способ, с помощью которого определяется данный объект, задает экзистенциальную характеристику идеального объекта — характеристику способа его существования по отношению к другим идеальным объектам. Соответственно этим характеристикам идеальные объекты обладают либо независимым существованием (в случае непосредственного определения), либо их существование детерминировано существованием другого идеального объекта (в случае опосредованного определения).

Поскольку единое и бытие имеют самостоятельные определения, они суть определения независимо друг от друга существующих идеальных объектов.

Что есть единое, может быть определено вне зависимости от того, что есть бытие; их различие является сопоставлением уже данных, определенных и существующих вне этого различия идеальных объектов. Поэтому Платон и говорит, что единое в «существующем объекте» отлично от бытия «в силу иного и различного», т. е. в силу другой идеи, а «не сами по себе». Сопоставление бытия и единого, в результате которого устанавливается их различие, является актом, предполагающим наличие каждого сопоставляемого (различаемого) момента, как уже определенного. Их различие внутри «существующего единого» представляет собой соотношение частей, независимо друг от друга существующих.

«...Если... бытие и единое не тождественны, но лишь относятся к одному и тому же существующему единому, которое мы допустили, то ведь необходимо, чтобы само существующее единое было целым, а единое и бытие — его частями» (Парм., 142) [5, с. 430]. Если каждое из них — бытие и единое — части целого, «то тем самым «быть каждым» означает быть отдельным, обособленным от другого и существующим само по себе, коль скоро оно есть «каждое»» (Парм., 158a) [5, с. 460].

Таким образом, «существующее единое», по мысли Платона, есть нечто целое, состоящее из частей, обладающих отдельным, независимым друг от друга существованием. Различия, имеющие место в целом, являются результатом наличия внутри целого самостоятельно существующих объектов. Определение, разъяснение определенности «существующего единого», приводит к показу того, что его существование детерминировано существованием двух других объектов — бытия и единого, к разложению того, что должно быть единым, на многообразие независимо друг от друга существующих объектов. Поэтому целый объект нельзя определить путем разъяснения свойств, имеющих независимое друг от друга определение, ибо это значит — вместо определения одного объекта получить определения многих объектов. Поскольку опосредованное определение понимается как определение не только с помощью других объектов, но и на их основе, как показ того, каким образом исходные объекты соединяются в опре-

деляемом, то с помощью опосредованного определения нельзя разъяснить единство определяемого объекта. Другими словами, нельзя определить целый объект, обладающий различиями, с помощью независимого определения этих различий.

Определяемый объект представлял бы нечто целое в том случае, если бы в нем отсутствовали независимые различия, если бы в нем не было свойств, обладающих самостоятельным определением. Когда все различия являются взаимопределимыми, когда определение любого свойства предполагает указание всех остальных и невозможен любой другой способ полагания каждого из свойств, то объект, получающийся в результате взаимоотношения свойств, не будет распадаться на многообразие, будет целым объектом. *Целый (целостный) объект, в котором все отличные друг от друга определенности, свойства, не имеют независимо друг от друга определения, мы обозначим как единый объект.*

Очевидны трудности, связанные с заданием процедуры взаимопредопределения. В математике и логике условием любого корректного определения является неперенное отсутствие порочного круга, возникающего в том случае, когда определяемое есть условие своего собственного определения, когда то, что должно быть определено, само входит в то, на основании чего оно определяется. Требование взаимопредопределения кажется невыполнимым, если в определении отсутствует порочный круг.

Из математики и логики тщательно изгоняются все процедуры, имеющие характер порочного круга, поскольку они приводят к противоречиям в построении теории. Чтобы предотвратить появление порочного круга, в математике принимаются только такие процедуры определения, которые являются линейными, не носят кругового характера. При этом возникает следующая проблема: можно ли задать такую процедуру, которая позволила бы осуществить требование взаимопредопределения и не приводила к противоречиям? Имеют ли все круговые процедуры определения характер порочного круга? Не входя в обсуждение этой весьма трудной проблемы, зафиксируем, что в современной математике нет концептуальных средств, позволяющих задать процедуру взаимопредопределения; поэтому определение идеального единого объекта неосуществимо в рамках наличных математических теорий.

Не следует ли в таком случае попытаться построить идеальный целостный объект, в котором наличны как отдельные определенности, независимые свойства, так и связь этих определенностей, объединяющая их в одно целое? По-видимому, когда речь идет о целом, подразумевается скорее такой объект, а не единый. *Объект, в котором есть независимо друг от друга определяемые свойства, а также связь, мы обозначим как цельный объект*, в отличие от единого объекта. Цельный объект и единый объект — различные виды целого объекта.

Такое решение проблемы целостности путем полагания независимых свойств и их связи кажется простым и естественным.

Но при более внимательном рассмотрении такой способ выхода из затруднения оказывается иллюзорным. Что такое связь, с помощью которой отдельные свойства объекта сопрягаются в одно целое? Можно ли определить, разъяснить содержание, вкладываемое в ее понятие, независимо от определения свойств, — тех определенностей, которые ею связываются?

Если связь определяется независимо от отдельных свойств, то в этом случае идеальный объект предстает как нечто, имеющее в своем составе объекты двух родов; объект-связь и объекты-свойства. Возможность независимого определения связи демонстрирует независимое существование объекта, обладающего свойством, разъясняемым этим определением. Поэтому вместо одного объекта мы имеем многообразие объектов разного уровня, выполняющих по отношению друг к другу различные функции: объект-связь есть такой объект, путем приобщения к которому отдельные объекты-свойства соединяются воедино. Соединение объекта-связи и объектов-свойств предстает как цельный объект.

Цельный объект — это совокупность объектов-свойств, объединенная объектом-связью. Если связь имеет определение, независимое от определения объединяемых свойств, то нельзя определить цельный объект, если предварительно не определен единый объект.

Действительно, связь, мыслимая как независимо определяемая, как объект, обладающий самостоятельным существованием, для выполнения объединяющих функций должна иметь внутри себя различия, быть целым объектом — либо единым, либо цельным. Предположим, что связь является цельным объектом, и обозначим ее через S_1 . Тогда встает вопрос о связи тех самостоятельных определенностей, которые наличны в S_1 . Связь S_1 , будучи цельным объектом, включает в качестве составной части связь S_2 , объединяющую независимые свойства, наличные в S_1 . Поскольку S_1 содержит независимо определяемые объекты — связь S_2 и отдельные свойства в качестве своих частей, определению S_1 должно предшествовать определение этих частей. Если связь S_2 определяется независимо от объединяемых ею свойств, то определение S_2 должно предшествовать определению цельного объекта — связи S_1 .

Связь S_2 может представлять, в свою очередь, цельный объект, включающий связь S_3 , и т. д. Поскольку определение связи S_i предполагает определение связи S_{i+1} , то определение связи S_1 возможно только в том случае, если отсутствует регресс в бесконечность, если последовательность связей является конечной. В этой последовательности должна быть последняя связь S_n . Наличие последней связи S_n как раз и свидетельствует о том, что эта связь S_n является не цельным, а единым объектом.

Таким образом, если связь мыслится как объект, имеющий определение, независимое от самостоятельных свойств, то *цель-*

мый объект нельзя образовать без предварительного задания единого объекта. Проблема построения цельного объекта упирается в проблему ясного и отчетливого определения единого объекта, если исходить из предпосылки независимого определения связи.

Может быть, проблема построения цельного объекта будет иметь гораздо более простое решение, если связь понимать как нечто зависимое по своему определению от отдельных свойств, наличных в целом, как то, что возникает при объединении свойств и без них, помимо них не существует, не может быть определено? Трактовка связи как характеристики совокупности свойств, как характеристики их совместного существования, как определенно-го отношения между свойствами, служащего средством их объединения и не отделимого от совокупности этих свойств, является общепринятой в исследованиях, затрагивающих проблемы целостности (в том числе и в исследованиях по теории систем), и согласуется с той трактовкой понятия отношения, которая принята в математике. Как мы постараемся впоследствии показать, такое понимание связи приводит к внутренне противоречивой интуиции *совокупного целого объекта*, а математическая концепция отношения, на которую опирается такая трактовка связи, базируется на предпосылках, несовместимых с задачей построения целостного объекта, и является сама по себе весьма уязвимой. Поэтому мы продолжим рассуждение относительно цельного объекта, опираясь на предпосылку, что связь имеет определение, независимое от определения отдельных свойств.

В этом случае определение единого объекта является условием определения цельного объекта. Единый объект, выполняя функции связи, задает членение целого на элементы, а отдельные свойства придают ту или иную определенность этим элементам.

Объект представляет целостность, если в нем реализован определенный способ членения на элементы. Интуиция целостности включает следующие моменты: 1) наличие различий внутри целого, 2) наличие членения целого на такие части (элементы), которые не могут существовать вне целого. Не все, что можно выделить в целом, является его элементом. Элементом целого будет лишь такая часть целого, которая есть результат членения данного единства. Если нечто может существовать вне целого, оно не является его элементом. Сами элементы могут обладать свойствами, безотносительными к целому, но свойство «элемент целого» не может быть дано вне целого.

Поэтому элементами цельного объекта не будут отдельные свойства, объединяемые объектом-связью. *Не безотносительные свойства, а моменты связи конституируют нечто в качестве элемента целого.* При этом отдельные свойства могут меняться, а элементы целого останутся одними и теми же, пока сохраняется данный объект-связь. Отдельные определенности задают свойства элементов, а свойство «элементности» задает связь.

Цельный объект имеет такую определенность, которая не зависит от определенностей его элементов. Эта определенность является определенностью объекта-связи и образует фундаментальное, конститутивное свойство цельного объекта в отличие от специфических свойств, характеризующих его элементы.

Цельный объект представляет один из видов реализации единства многообразия. В любом объекте, обладающем единством и многообразием, налично фундаментальное свойство, задающее ту характеристику объекта, без которой объект перестает быть «этим» объектом, и набор специфических свойств, задающих конкретную определенность «этого» вида объекта. Набор таких свойств может быть заменен другим набором, но если сохраняется фундаментальное свойство, объект остается тем же самым.

Объекты будут относиться к одному и тому же типу, если в них есть один и тот же способ сопряжения фундаментальных и специфических свойств. Единый объект и цельный объект — разные типы целых объектов, поскольку в цельном объекте наличны специфические свойства элементов, а в едином они отсутствуют.

Интуиция целостности как единства элементов, конституируемых объектом-связью, станет более ясной, если способ полагания единства многообразия, представленный в этой интуиции, сопоставить со способом полагания единства многообразия, реализованным в построении совокупности (множества) — одного из основных идеальных объектов современной математики. Поэтому целесообразно более подробно проанализировать этот способ полагания единства многообразия.

Рассмотрим, каким образом задаются совокупности — идеальные объекты, с которыми оперирует теория множеств. В теории множеств описываются правила преобразования множеств, позволяющие получать из уже имеющих объектов новые объекты — множества. Кроме этого, постулируются исходные объекты (например, множество всех натуральных чисел), выступающие в качестве начальных пунктов применения этих правил. Оперирование с исходными объектами, применение к ним правил преобразования предполагает, что мы умеем распознавать, что такое множество. Средства, используемые внутри теории множеств, дают возможность получать различные виды объектов, относящихся к одному и тому же типу, а именно к типу множества. Определение типа идеальных объектов, с которыми имеет дело теория множеств, предполагается этой теорией, но не дается внутри нее. Обычно изложению теории множеств предшествует разъяснение на примерах того, что следует понимать под множеством как таковым, независимо от той или иной спецификации, которую объект этого типа имеет. Ту же цель — описать тип объектов теории множеств, преследует и знаменитое «определение» Кантора: «Под «множеством» мы понимаем любое объединение в одно целое M определенных вполне различаемых объ-

ектов m из нашего восприятия или мысли (которые называются «элементами»)» [3, с. 15].

Это описание типа объектов вызывает много вопросов: что следует понимать под объединением в одно целое, что значит «определенные» и «вполне различаемые объекты»; оно содержит апелляцию к способностям субъекта наряду с попыткой обрисовать способ полагания многообразия в единстве. Канторовской интуиции множества, т. е. заданию типовой характеристики объекта, недостает полной ясности и однозначности. Отсутствие определенности в характеристике фундаментального свойства естественно привело ко многим трудностям в развитии этой теории, к возникновению парадоксов.

В конструктивной математике имеют дело с идеальными объектами, представляющими тот же тип совокупности, только вводятся ограничения на определенные характеристики объектов этого типа. Поскольку в конструктивной математике дается более четкая интуиция типа этих объектов, задается фундаментальное свойство, в силу которого объект предстает как данное единство многообразия, мы попытаемся описать фундаментальное свойство совокупности на базе различий, вводимых в конструктивной математике. При этом мы будем опираться на область конструктивной математики, исследующую алгоритмические способы преобразования объектов, в частности на теорию машин Тьюринга. Эта теория задает стандартный способ для выполнения сложных вычислений путем описания последовательности элементарных действий, на которые разлагается любое сложное вычисление. Нас это описание будет интересовать не с точки зрения исследования процедур преобразования (что составляет предмет изучения данной теории), а с точки зрения того, каким образом элементарные объекты, над которыми совершаются преобразования, полагаются как некоторое единство, позволяющее рассматривать элементарные объекты как составляющие одного сложного объекта.

«...Работа вычислителя должна приводить от некоторого вполне различимого (discrete) объекта, а именно, от ряда символов, представляющего некоторое натуральное число (или n -ку натуральных чисел) в качестве аргумента (аргументов) к другому объекту такого же рода — именно, ряду символов, представляющему соответствующее значение функции» [3, с. 334—335]. В машине Тьюринга, моделирующей действия вычислителя, любой сложный объект (ряд символов) задается следующим образом: имеется лента, разделенная на клетки, задающие «пространство символов», сумму мест, где может находиться тот или иной символ. Кроме этого, задается список символов, которые могут быть напечатаны в той или иной клетке ленты, помещены в ту или иную клетку. Многообразие символов становится одним объектом, совокупностью, в результате помещения в клетки ленты. Совокупность как единство многообразия членится на элементы. Элемент

совокупности — это то, что занимает определенное место в данном пространстве символов и характеризуется той определенностью, тем видом, которым обладает символ. То, с помощью чего объекты объединяются в единство (пространство как сумма мест), и то, что они *есть* (вид символов), — эти две характеристики элементов совокупности имеют независимое друг от друга определение. То, что имеет эти характеристики, будет элементом. Совокупность расчленяется на составляющие элементы таким способом, что быть элементом означает — иметь какой-нибудь вид из заданного набора и занимать какое-нибудь место в данной сумме мест (вид и место определяются независимо). Любая совокупность представляет собой многообразие элементов, обладающих этими характеристиками.

Поскольку элемент совокупности имеет две указанные характеристики, то под объектом-совокупностью естественно было бы понимать объект, включающий как сумму мест, так и многообразие исходных объектов. Такой объект мы обозначим как полную совокупность. Полная совокупность, по сути дела, ничем не отличается от цельного объекта. Подобно ему она включает объект, служащий средством объединения — «сумму мест», и многообразие независимых друг от друга определенностей — исходных объектов. Сумма мест выполняет функции связи, имеет независимое от отдельных объектов определение и существование и задает членение на такие части, которые не могут существовать вне целого.

Однако в математике под совокупностью понимается не полная совокупность, а частичная совокупность — множество. Сумма мест (объект-связь) не включается в состав множества. Элементами множества являются объекты, входящие в состав исходного многообразия. Множество не есть поэтому единство многообразия, его единство полагается в виде внешнего объекта — суммы мест, оно представляет многообразие, объединенное внешним образом, с помощью другого объекта. Поэтому «элемент множества» ничем не отличается по своему виду от «элемента многообразия», т. е. объекта из некоторого многообразия, которое не обладает единством. Но в случае многообразия выражения «быть элементом» и «быть объектом» означают одно и то же. Для многообразия понятие «элемент» является излишним; его целесообразно употреблять только в том случае, когда объект имеет внутреннее единство, определенный способ внутреннего членения. Поскольку в частичной совокупности отсутствует внутреннее единство, то и для нее определенность элемента полностью совпадает с определенностью объекта из исходного многообразия.

Образование множества предполагает предварительное образование полной совокупности, содержит, по сути дела, апелляцию к такого рода единству многообразия. Употребление понятия «элемент множества» как раз и представляет подобную апелляцию, указывает на то, что многообразие находится в некотором

единстве. Но весь аппарат теории множеств сводится к заданию различных типов преобразований одних многообразий в другие, осуществление которых предполагает, что эти многообразия обладают единством. Однако в теории множеств не исследуются средства полагания такого единства, их наличие либо постулируется в виде некоторой суммы мест, либо фиксируется лингвистически, в языке теории.

Теория множеств, как и любая теория, предполагает введение двух различных универсумов объектов: универсума, содержащего объекты, подлежащие изучению, и универсума объектов-высказываний об изучаемых объектах. Объекты-высказывания являются объектами, обозначающими исследуемые объекты, а исследуемые объекты — объектами, обозначаемыми объектами-высказываниями. Среди обозначающих объектов есть имена обозначаемых (константы и переменные), а также способы сочленения простых имен в составные имена. Сложное имя, составленное из простых по определенным правилам, есть обозначение множества в целом, а простые имена, входящие в его состав, обозначают элементы этого множества. Таким образом, составное имя, если его рассматривать как одно целое, суть способ полагания многообразия обозначаемых объектов в единство. Единство обозначаемой совокупности полагается на основе единства обозначающего объекта.

Обозначающий объект подобно сумме мест является средством полагания исследуемого объекта, частичной совокупности, внешним условием его единства, не входит в состав исследуемого объекта. Обозначающий объект в данном случае выполняет функции объекта-связи. Определение обозначающего объекта независимо от определения обозначаемых объектов, и именно оно задает членение целого на части. Исчерпывающее понимание частичной совокупности (множества) невозможно без анализа объекта, выступающего в функции связи, без введения полной совокупности — цельного объекта, включающего связь и исходное многообразие в качестве своих частей.

Если объект-связь понимается как данный тем или иным образом, то задание частичной совокупности представляет построение в случае, когда функцию связи выполняет сумма мест, и подстановку в том случае, когда в функции связи выступает обозначающий объект. Процедура построения состоит в том, что исходные объекты помещаются на определенные места в сумме мест, процедура подстановки — в замещении констант и переменных, наличных в составном имени, их значениями — исходными объектами. В результате этих процедур возникает та или иная частичная совокупность — внешне обусловленное единство исходных объектов.

Множество, таким образом, является такой частью идеального объекта (полной совокупности), которая рассматривается обособленно, в отвлечении от других частей. Полная совокупность бу-

лучи цельным объектом, есть единство многообразия, расчлененное на элементы, не существующие (не определяемые) вне целого. Изъятие множества из контекста полной совокупности выражается в принятии аксиомы экстенциональности, утверждающей, что всякое множество определено своими элементами (при этом под элементами множества понимается исходное многообразие объектов). Поэтому любые два множества, содержащие одно и то же многообразие исходных объектов, рассматриваются как равные. Такое отождествление множеств возможно лишь при условии, что средство, позволяющее объединить многообразие, исключается из исследуемого объекта.

Обособленное рассмотрение части объекта — вполне допустимая процедура, обеспечивающая исследование определенных аспектов данного объекта. Эта процедура не порождает никаких осложнений, если исследуемый объект понимается как частный объект, как часть идеального объекта. Если же он полагается не как частный, а как полный объект, то естественно возникают разного рода антиномии и противоречия. На наш взгляд, известные парадоксы теории множеств коренятся именно в том, что множество рассматривается не как частный объект, не как часть полной совокупности, а как самодовлеющий, самостоятельный объект.

Если задан объект-связь, то образование множества осуществляется с помощью процедур построения и подстановки. Но нельзя задать объект-связь, используя эти процедуры.

Действительно, нельзя построить сумму мест, исходя из многообразия отдельных мест, так как такое построение предполагает, что уже есть готовое «пространство символов», наличная сумма мест, в которую помещается строяемый объект. Любая процедура построения, не уходящая в бесконечность, предполагает не строяемую сумму мест, обеспечивающую возможность выполнения процедуры построения. Наличие суммы мест — условие осуществления процедуры построения, поэтому определение суммы мест не может быть результатом этой процедуры. Сумма мест может либо просто постулироваться (именно так обстоит дело в конструктивной математике), либо задание этого объекта должно происходить на основе другого рода процедур.

Процедура построения предполагает сумму мест как условие последовательного, один за другим, полагания объектов в качестве элементов частичной совокупности. Если полагание одного элемента частичной совокупности предшествует полаганию другого, то существование одного элемента предшествует существованию другого элемента частичной совокупности, так как для сферы идеальных объектов способ существования совпадает со способом полагания. Каждое место в сумме мест должно полагаться не одно за другим, а через соотношение с другими местами. Сумму мест нельзя задать, если воспользоваться процедурой последовательного полагания, поскольку неизвестно, куда надо поместить

место, следующее за данным. Поэтому сумма мест может быть результатом только такого полагания, которое задает не последовательное, а взаимообусловленное существование объектов.

Выражение «сумма мест» с логической точки зрения обозначает лишь наличие в этом объекте различий, полагаемых не за счет последовательной процедуры, а за счет процедуры, в результате которой существование одного различия не предшествует существованию другого; такая процедура гарантирует различия, не существующие друг без друга, вне соотношения друг с другом, т. е. не существующие в качестве отдельных, независимых, самостоятельных объектов.

В настоящий момент мы не ставим задачу рассмотрения процедуры взаимоопределения по существу. Нам достаточно отметить, что сумма мест не может рассматриваться как частичная совокупность, что она является объектом иного рода, полагаемым с помощью процедуры взаимоопределения, порождающей объекты, не имеющие независимого, отдельного существования. Другими словами, сумма мест должна рассматриваться как единый объект.

Аналогично дело обстоит и в том случае, когда роль объекта-связи выполняет обозначающий объект.

Обозначающий объект может рассматриваться как объект-связь только в том случае, если он выступает исходным пунктом построения частичной совокупности. В таком качестве обозначающий объект фигурирует в процедурах подстановки значений (исходных объектов) на место констант и переменных, содержащихся в обозначающем объекте. Подставляемые значения образуют единство, занимая соответствующие места в обозначающем объекте. Обозначаемый объект включает такое многообразие этих значений, каждое из которых представлено на место того или иного простого имени в составном имени (обозначающем объекте). Обозначающий объект является как условием единства обозначаемых, так и условием последовательной процедуры подстановки; сам он не входит в состав исследуемого объекта (частичных совокупностей), выполняя функции внешнего объекта-связи.

Обозначающий объект подобно сумме мест должен быть объектом другого рода (по сравнению с частичной совокупностью), объектом, в котором налично внутреннее единство, создаваемое за счет процедуры взаимоопределения.

Обозначающие объекты, имеющиеся в языке теории, обычно рассматриваются как множества (частичные совокупности); такое рассмотрение предполагает постулирование суммы мест в качестве своего условия, т. е. неявного введения единого объекта. Но при осуществлении процедуры подстановки обозначающий объект выступает не как частичная совокупность, чье единство обеспечено внешними средствами, а как средство обеспечения единства обозначаемого объекта. Поэтому единство должно

принадлежать самому обозначающему объекту. Объект, включающий в себя условие своего единства, не может быть частичной совокупностью, а должен представлять целый объект. Таким образом, если единство частичной совокупности полагается на основании процедуры подстановки в обозначающий объект, служащий условием осуществления этой процедуры, то обозначающий объект не может рассматриваться как частичная совокупность и образован с помощью такой процедуры. Если обозначающий объект не имеет внутри себя единства, не будет целым объектом, то единства не будет и в обозначаемом объекте.

Множество (частичную совокупность) нельзя поэтому противопоставлять целому объекту. Анализ оснований теории множеств приводит к выводу, что *необходимой предпосылкой теории множеств является постулирование того или иного типа целого объекта в качестве условия образования множеств*. Множество есть частичный объект, изъятый из контекста цельного объекта. В цельном объекте есть целый объект (объект-связь), создающий единство, задающий членение на элементы, и набор независимых определенностей, свойств этих элементов. Связь независимых друг от друга свойств может оставаться той же самой при смене одного набора свойств другим. Множество представляет такой частный набор свойств, полагаемый в единстве данной связью, который рассматривается как объект, изолированный, с одной стороны, от объекта-связи, а с другой — от других наборов независимых свойств, сменяющих данный и характеризующих элементы цельного объекта. Множество — это частичный объект, в котором обнаруживается единство, связь составляющих, но само единство остается «по ту сторону» множества.

В цельном объекте имеется как объект-связь, полагающий элементы, так и смена наборов отдельных объектов, выступающих в качестве свойств элементов. В каждом наборе отдельные объекты могут встречаться либо в любой комбинации (в этом случае мы имеем неупорядоченную совокупность свойств), либо в определенных комбинациях (при этом получается упорядоченная совокупность свойств).

Отдельные объекты, задающие любой набор свойств (будь то упорядоченный или неупорядоченный), последовательно, друг за другом, становятся специфическими свойствами элементов связи. Элементы связи последовательно специфицируются, приобретая отдельные объекты в качестве своих признаков. Понятие целого объекта включает в себя представление, что различные свойства, наличные в объекте, внутренне между собой связаны. Мы, как и прежде, исходим из предпосылки, что связь должна быть объектом, чье определение (и существование) независимо от многообразия отдельных свойств. Наличие совокупности свойств предполагает наличие объекта-связи. Если этот объект рассматривается не как внешний по отношению к совокупности, а как **внутренне связывающий совокупность**, как связь внутри целого, если

совокупность свойств рассматривается не как частичная, то образование целого сводится к такой процедуре сопряжения элементов связи и отдельных объектов, при которой отдельные объекты становятся свойствами элементов связи. Если отдельные объекты мыслятся не как свойства, принадлежащие элементам связи, если элементы связи рассматриваются как признаки отдельных объектов, как признаки «места», то в этом случае мы имеем не цельный объект, а частичную совокупность. Частичная совокупность — это не просто вычленение набора свойств из целого, это иное представление о том, что является свойством, а что — носителем свойства, конституирующим «элементность».

Свойства, имеющие независимое определение, отличаются от объектов, имеющих ту же определенность, только тем, что они входят в состав сложного объекта, сопряжены в одном объекте. Отдельные объекты, сопрягаясь друг с другом, становятся свойствами, тем, что характеризует полученный объект. При этом то свойство, которое рассматривается как главное, чье сохранение гарантирует «этость» полученного объекта, выделяется в качестве носителя других свойств. Носитель свойства — конститутивное, фундаментальное свойство объекта, занимающее первое место в иерархии свойств. Наличие иерархии свойств — неперемное условие образования сложного объекта, включающего ряд независимо друг от друга определенных свойств. В сложном объекте есть как конститутивное свойство, так и специфические свойства. Удаление или изменение специфических свойств не приводит к ликвидации «этого» объекта, к замене его другим, а лишь к смене признаков объекта, остающегося «этим». Если с этой точки зрения взглянуть на частичную совокупность, то обнаружится со всей очевидностью тот факт, что она не есть единство отдельных объектов, а просто их многообразие, не изменяющееся, если удалить свойство места, задаваемое связью, и оставить конститутивные свойства — отдельные определенности.

Взаимная иерархия свойств, разделение их на носителей свойств и специфические свойства выявляется именно в процедуре элиминации всех свойств при сохранении конститутивного свойства. Целый объект сохранится как целое, если специфические свойства элиминировать и оставить конститутивное свойство, задаваемое объектом-связью. Элементы связи и задают «этость» объекта, состоящую не в многообразии отдельных определенностей, а во взаимопределении различий, во внутреннем единстве. Только при том условии, что отдельные объекты многообразия являются свойствами элементов связи, что определенность связи задает конститутивное свойство, возможно образование цельного объекта. *Не отдельные объекты должны быть объединены посредством связи, а элементы связи должны быть специфицируемы отдельными свойствами*, ибо образование объекта должно происходить путем полагания сначала конститутивного свойства, полагания элементов, а затем уже свойств этих элементов.

Но объект не есть безразличное сочетание конститутивного свойства с любыми другими свойствами. Объект предполагает определенный выбор специфических свойств, могущих быть в сопряжении с фундаментальным, конститутивным свойством. Тип объекта задается путем полагания, во-первых, конститутивного свойства, во-вторых, всех возможных специфических свойств в виде многообразия отдельных объектов и процедуры выбора специфических свойств, присущей конститутивному свойству. Если объект выступает в функции конститутивного свойства, то он по необходимости должен обладать функцией выбора специфических свойств, потенциальной специфицируемостью. Если установление соответствия между конститутивным свойством и специфическими не является делом внешнего произвола, характеризует тип объекта самого по себе, то процедура спецификации не может быть отделена от объекта, выполняющего функции конститутивного свойства.

Действительно, предположим, что этой процедурой управляет объект, отличный и от конститутивного, и от специфических свойств, объект, устанавливающий соответствие этих свойств (сопрягающий объект). Тогда необходимо предположить существование объекта, сопрягающего, в свою очередь, этот сопрягающий объект с конститутивным свойством и специфическими свойствами и т. д. до бесконечности. Поэтому вывод о том, что задание конститутивного свойства включает задание процедуры спецификации, присущей данному свойству, представляется неизбежным, если мы не допускаем регресса в бесконечность.

Последовательная спецификация элементов связи задает либо неупорядоченную, либо упорядоченную совокупность свойств. Свойства, входящие в упорядоченную совокупность, подчинены определенному отношению. Отношение таким образом регулирует последовательную спецификацию элементов, что свойство, приобретаемое первым, имеет вид произвольного объекта из заданного многообразия объектов, а выбор вида следующего свойства детерминирован выбором вида предшествующего. В результате процедуры спецификации, произведенной на основе отношения, образуется такая совокупность свойств, вид каждого из которых является уже не безотносительным к виду других свойств, а имеет определенное отношение. Упорядоченная совокупность есть совокупность относительных свойств, образованная путем последовательного выбора отдельных объектов в качестве специфических свойств элементов связи, производимого на основе отношения.

Образование упорядоченной совокупности свойств невозможно, если предварительно не задано членение на элементы (отсутствует объект, выполняющий функции связи) и нет средства, позволяющего детерминировать выбор вида последующего свойства в зависимости от вида предшествующих свойств в процедуре последовательного приобретения свойств элементами связи (отсут-

ствуется отношение). Объект-связь, обладающий функцией детерминированного выбора свойств, будет упорядочивающим объектом-связью, в отличие от простого объединяющего объекта-связи, наделенного функцией произвольного выбора специфических свойств. Отношение — это средство обеспечения детерминированного выбора, входящее в состав упорядочивающего объекта-связи.

Такое понимание отношения, как включенного в состав объекта, обеспечивающего единство и порядок отдельных свойств, предшествующего существованию совокупностей, упорядоченных этим отношением, представляет альтернативу принятой в современной математике трактовке этого понятия. В теории множеств под отношением понимается класс упорядоченных совокупностей; в частности, под бинарным отношением — класс упорядоченных пар. Образование упорядоченной пары объектов $\langle x, y \rangle$ сводится к образованию неупорядоченной пары объектов $\{u, v\}$ на основе метода, разработанного Н. Винером и К. Куратовским. Метод этот заключается в том, что упорядоченная пара $\langle x, y \rangle$ рассматривается просто как сокращенное обозначение неупорядоченной пары объектов $\{x, y\}$, каждый из которых является множеством (подробнее см. [7, с. 165]).

Такое введение упорядоченной пары базируется на предпосылке, что мы умеем выделить, установить отношение между элементами множества $\{x, y\}$ и множества $\{x\}$, можем сопоставить объект x из множества $\{x, y\}$ с объектом x из множества $\{x\}$ и установить их равенство. Без апелляции к нашей способности устанавливать отношения между объектами, входящими в разные множества, без апелляции к нашему умению распознавания отношений, такое определение упорядоченной пары невозможно. Подобно тому как канторовская интуиция множества предполагает способность субъекта полагать, мыслить единство многообразия, определение упорядоченной пары предполагает как само собой разумеющееся условие нашу способность устанавливать отношение между элементами множеств.

Если исключить апелляцию к внешним факторам, обеспечивающим единство и порядок, если ввести эти факторы как условия образования и существования объекта в сам объект, то вместо неявной предпосылки о нашей способности устанавливать отношения, предшествующей образованию упорядоченной совокупности, мы должны предположить такой объект, который служит условием образования упорядоченной совокупности. Введение упорядочивающего объекта-связи и является способом явного полагания предпосылок образования упорядоченных совокупностей в качестве условий существования самого объекта. Такое полагание возможно только в рамках интуиции целостности, когда предпосылки существования и образования объекта рассматриваются как внутренние условия определения объекта, когда все процедуры, обеспечивающие полагание объекта, являются

процедурами, внутренне присущими объекту, а не внешними по отношению к нему.

В теории множеств исследуются не отношения, а упорядоченные множества. Образование упорядоченного множества предполагает наличие средства, создающего порядок, наличие отношения. При образовании упорядоченной пары бинарное отношение, устанавливающее равенство объектов из двух множеств, рассматривается как коренящееся в способности субъекта. Тем самым отношение исключается из исследуемого объекта. Только результат действия данного отношения — упорядоченная пара — является объектом. В упорядоченной паре, как и в любом упорядоченном множестве, реализованное отношение проявляется в виде порядка элементов множества. Все множества, упорядоченные данным отношением, образуют один класс множеств, в которых реализовано это отношение. Класс именно таких множеств и рассматривается в математике как отношение. Отношение здесь понимается как то общее, что характеризует класс упорядоченных множеств. Это общее — реализованное отношение. Отношение выступает в математике как абстракция, образуемая при том условии, что класс упорядоченных множеств уже задан. Но, как мы показали, невозможно задать упорядоченные множества, если нет средства полагания порядка и единства. Если нет отношения как средства упорядочивания, то невозможно образовать абстрактное отношение — такое отношение, которое представляет абстракцию класса упорядоченных множеств, абстракцию реализованного в этих множествах отношения.

Упорядочивающее отношение, задающее порядок отдельных свойств, имеет независимое определение от совокупности этих свойств, упорядоченной данным отношением. Абстрактное отношение, показывающее общий порядок в упорядоченных совокупностях, является отношением, реализованным в этих совокупностях; определение этого отношения не может быть дано независимо от упорядоченных совокупностей, оно предполагает их наличие.

Когда мы указывали на противоречия (возникающие в том случае, если при определении целого объекта объект-связь трактуется не как нечто независимое от отдельных свойств, а как объект, чье определение зависит от определения свойств, объединяемых этой связью), мы имели в виду использование абстрактного отношения в качестве средства объединения и упорядочивания отдельных свойств. Именно абстрактное отношение является тем, что налично в (упорядоченной) совокупности в виде отношения между ее элементами, и не может быть отделено от них. Но как мы выяснили, определение абстрактного отношения опирается на наличие совокупностей и не может быть средством задания этих совокупностей. Если абстрактное отношение рассматривать как средство объединения и упорядочивания совокупностей, неизбежны противоречия, так как совокупности как упо-

рядоченные и объединенные должны быть даны заранее. Определение абстрактного отношения предполагает наличие такого отношения, которое задает порядок совокупности, имеет определение, независимое от упорядоченной совокупности. Пример определения упорядоченной пары обнаруживает необходимость такого упорядочивающего отношения для определения как упорядоченной совокупности, так и абстрактного отношения.

В математике упорядочивающее отношение является *предпосылкой* формирования объектов исследования — множеств и не входит в состав изучаемых объектов. Эта предпосылка неявно вводится за счет постулирования способности субъекта совершать объединение многих объектов в одно целое, а также судить о тождестве и различии объектов, входящих в разные множества, причем результаты субъективных актов рассматриваются как сохраняющиеся, каким-то образом фиксированные в виде объектов-совокупностей (множеств). Если целью научной теории является исследование не частичных объектов — совокупностей, а образование целого объекта, то для осуществления этой цели необходимо ввести упорядочивающее отношение как объект, который задает порядок и единство отдельных свойств, в качестве составной части целого объекта. Если нет упорядочивающей связи, определяемой независимо от объединяемых свойств, если то, что объединяет эти свойства, опирается в своем определении на упорядоченную совокупность, то в этом случае мы будем иметь не целый объект, а частичную совокупность и абстрактное отношение как показатель порядка этой совокупности. Полагание частичной совокупности и абстрактного отношения само по себе вполне допустимо и не ведет к противоречиям. Противоречия возникают, когда частичная совокупность рассматривается как целый объект, а абстрактное отношение — как средство образования целого объекта. Именно так обстоит дело, на наш взгляд, в различных вариантах построения теории систем.

Ибо в чем суть так называемых «парадоксов целостности» и «системных парадоксов»? ¹ Целое мыслится состоящим из элементов, не данных вне целого. В то же время целый объект (в частности, система) описывается как связь элементов; общераспространенным является «представление о системе как о целостном множестве взаимосвязанных элементов» [6, с. 83].

Многообразие отдельных свойств полагается как конститутивное свойство, задающее членение на элементы, эти элементы характеризуются специфическими свойствами — взаимодействием, имеющим место между элементами. Взаимодействие выступает как связь элементов, данных до и независимо от взаимодействия; в то же время взаимодействие, связь элементов определяется путем указания порядка элементов, через упорядоченные сово-

¹ Подробное изложение и анализ системных парадоксов дано в монографии В. Н. Садовского [6, с. 232—246].

купности элементов, как отношение между элементами данной совокупности.

«Можно знать состав и не знать отношений элементов в целостной картине. Однако нельзя знать отношений, если не указаны так или иначе элементы, вступающие в отношения. Если элементы отмечены, то открывается возможность отвлечься от них и исследовать отношения, как таковые» [4, с. 116]. В этой формулировке Н. Ф. Овчинникова ясно высказана общая предпосылка, определяющая способ образования объекта в работах по теории систем. Но объект, заданный таким образом, неизбежно будет частичной совокупностью, множеством, в то время как целый объект предполагает противоположную иерархию отдельных свойств и связи, когда «элементность» задается связью, а отдельные свойства являются специфическими свойствами уже данных элементов. Такая иерархия может быть только при условии, что связь, задающая элементы, определяется независимо от упорядоченной совокупности свойств, что она есть упорядочивающая связь. В противном случае интенция образования целостного объекта приходит в противоречие с фактическим результатом осуществления этой интенции — построением частичной совокупности.

Построение объекта в исследованиях по теории систем приводит к парадоксу: чем более четко и определенно это построение, чем более оно претендует на общезначимость, прибегая для этого к использованию математического аппарата, тем неизбежнее результатом построения оказывается не цельный объект, а совокупность. Использование математического аппарата, базирующегося на теоретико-множественных принципах, для описания систем неизбежно приводит к совокупности. Эта неадекватность математических средств отмечается многими исследователями, в том числе и Л. фон Берталанфи, который видел необходимость «создать «гештальтматематику», в основе которой лежало бы не количество, а отношение, т. е. форма и порядок» [1, с. 24—25]. Нам представляется, что такая математика должна основываться на введении упорядочивающего отношения, т. е. объекта, создающего единство и порядок отдельных свойств. Она должна иметь дело с иерархически организованными объектами, обладающими выраженным различием конститутивных и специфических свойств, т. е. быть едиными и цельными объектами в том смысле, как мы выше их охарактеризовали.

Формальная теория целого объекта (теория целокупностей) должна иметь дело не с частичными, а с полными совокупностями, необходимой составной частью которых является объект, порождающий частичную совокупность отдельных свойств и обеспечивающий стабильность существования этой совокупности. Такое представление о целом учитывает расчленения, выработанные в логико-философской традиции исследования проблемы целостности, и позволяет, на наш взгляд, избежать трудностей

и антиномий, возникающих при трактовке целого как совокупного целого. Такая трактовка, как мы отмечали, заключается в понимании связи как характеристики совокупности свойств, не определяемой вне этой совокупности. Формирование интуиции целостности после Платона тесно связано с попытками построения объекта на основе представления о совокупном целом. На примере «Критики чистого разума» Канта мы рассмотрим, как осуществлялось построение такого объекта и к каким результатам приводила попытка подобного построения.

Основная проблема «Критики» — как возможно априорное познание, как возможны «синтетические суждения *a priori*». Априорное познание, по мысли Канта, — это познание формы явлений, того, «благодаря чему многообразное в явлении... может быть упорядочено определенным образом» [2, с. 128]. Априорное познание есть такое познание, в процессе которого *создается форма* единства многообразия; в отличие от эмпирического познания априорное не является способом отражения уже имеющегося единства, оно конституирует предметность, т. е. полагает определенный тип единства многообразия, задающий категориальную форму всего того, что познается. По сути дела, Кант утверждает, что для всякого познания необходимо иметь идеальный объект, т. е. объект, полагаемый субъектом; познание состоит в том, что идеальная, априорная конструкция накладывается на ощущения, возникающие в результате воздействия «вещи в себе» на субъект.

В «Критике чистого разума» подробнейшим образом анализируется как логическая структура, так и гносеологическая природа априорной конструкции, причем в силу субъективно-идеалистической установки Кант не проводит последовательного разделения этих аспектов. Если же выделить чисто логический аспект рассмотрения, то проблема возможности априорного познания может быть представлена следующим образом. Предмет, по Канту, есть единство многообразного. Априорное единство многообразного называется Кантом трансцендентальной схемой. Кант дает трансцендентальной схеме, как и всем другим априорным конструкциям, двойную гносеологическую характеристику; с одной стороны, она является результатом продуктивной способности воображения, с другой — она выполняет роль посредника между понятиями рассудка и многообразием чувственности. Значит, она рассматривается и как продукт определенной способности субъекта, т. е. берется в отношении к структуре субъекта (причем субъекта не эмпирического, а гносеологического, трансцендентального), и как носитель определенной функции в опытном познании, т. е. в отношении ко всему тому, что налично в опыте. Вне этих гносеологических характеристик трансцендентальная схема есть такое единство многообразного, которое образовано путем синтеза многообразия, данного *a priori*. «...Если многообразное дано *a priori* (подобно многообразному в прост-

ранстве и времени), а не эмпирически», то «синтез (с помощью которого это многообразие приводится к единству — Г. С.) называется чистым» [2, с. 173].

«Пространство и время *a priori* содержат охватываемое чистым созерцанием многообразное» [2, с. 173]; многообразное дано как пространственно-временное многообразие до всякого синтеза. Для логического анализа не существенны гносеологические характеристики пространства и времени как форм определенной способности, а именно чувственности, трансцендентального субъекта. Существенным в логическом аспекте является другое: априорная конструкция, в которой можно выделить многообразие и единство (трансцендентальная схема), предполагает наличие другой априорной конструкции — многообразия, все составляющие которого соотносятся либо как рядоположенные друг с другом (пространственное многообразие), либо как следующие друг за другом (временное многообразие). Пространство и время с логической точки зрения представляют определенный способ полагания многообразия отдельных, независимых друг от друга объектов.

Трансцендентальная схема предполагает однако не только наличие априорного многообразия, данного в пространстве и времени. Она предполагает наличие и априорного единства. Такое априорное единство, данное до единства многообразного в трансцендентальной схеме, необходимое для объединения многообразного в один предмет, Кант называет понятием рассудка.

Таким образом, априорная конструкция, представляющая единство многообразия (трансцендентальная схема), предполагает наличие априорного единства и априорного многообразия.

«Для априорного познания всех предметов нам должно быть дано, во-первых, *многообразное* в чистом созерцании, во-вторых, *синтез* этого многообразного посредством способности воображения, что однако еще не дает знания. Понятия, сообщающие *единство* этому чистому синтезу и состоящие исключительно в представлении об этом необходимом синтетическом единстве, составляют третье условие для познания являющегося предмета и основываются на рассудке» [2, с. 174]. Но если пространственно-временное многообразие есть нечто данное, полагаемое трансцендентальным субъектом как реальность, и в этом смысле — нечто объективное, то понятие рассудка — это единство действия, создающего связь многообразного. Априорное единство, воплощающееся в понятии, есть единство синтеза, характеризует не объект, а средство образования объекта. Единство многообразия формируется из совокупности отдельных пространственно-временных созерцаний, посредством деятельности субъекта, состоящей в том, что «я *присоединяю* одно представление к другому и *сознаю их синтез*» [2, с. 192]. Результат синтеза — связанное между собой многообразие, установление связи между отдельными созерцаниями.

С помощью понятия фиксируется единство действия, способ синтезирующей деятельности. Но понятие ничего не говорит о том, как осуществляется в объекте эта связь многообразия, о том, каким образом в самом идеальном объекте совокупность отдельных составляющих объединяется в единство.

В качестве результата синтезирующей деятельности Кант просто постулирует такое единство многообразия, которое состоит из отдельных созерцаний, связанных между собой. Именно такое единство представляет трансцендентальная схема. Трансцендентальная схема дает синтез многообразия не вне многообразия подобно понятиям, а «*синтез многообразного (содержания) чувственного созерцания*» [2, с. 204]. Другими словами, трансцендентальная схема мыслится Кантом как способ полагания такого идеального объекта, который мы обозначили как совокупный целый объект. Естественно, что описание такого объекта наталкивается на непреодолимые трудности. Кант в конце концов вынужден был и сам признать невыполнимость этой задачи. «Этот схематизм нашего рассудка в отношении явлений и их чистой формы есть скрытое в глубине человеческой души искусство, настоящие приемы которого нам вряд ли когда-либо удастся угадать у природы и раскрыть» [2, с. 223].

Но наряду с попыткой представить предмет в виде совокупного целого объекта в «Критике чистого разума» осуществляется при посредстве рассмотренных выше различий формирование интуиций, характеризующих цельный объект. По сути дела, различение априорного единства и многообразия необходимо Канту для объяснения того, как возможно много тождественных предметов, подпадающих под одно и то же понятие рассудка и в то же время отличающихся друг от друга.

Тождественные предметы — это предметы, имеющие одну и ту же связь. Множественность предметов определяется тем обстоятельством, что с помощью данной связи могут объединяться совокупности, отличающиеся друг от друга составом, видом отдельных созерцаний. Предметы при этом будут теми же самими, если в них есть одна и та же связь, несмотря на различие того, что связывается.

Если предметы характеризуются связью, то связь понимается как нечто объективное, как нечто, вычленяемое из целого. Связь в функции, обеспечивающей тождество многих предметов, понимается фактически как *объект*, имеющий место в целом. Понятие рассудка является в «Критике чистого разума» не только характеристикой объединяющей деятельности, оно в ходе построений рассматривается и как характеристика того начала, имеющего место в объекте, в силу которого этот объект, во-первых, представляет собой единство, а во-вторых, может быть в некотором смысле отождествлен с другими объектами.

В предмете, согласно Канту, можно вычленить связь, определяемую понятием, и многообразие, возникающее в результате

воздействия «вещи в себе» на субъект. Форма многообразия отдельных созерцаний, данных в пространстве и времени, является априорной, задаваемой чувственной способностью трансцендентального субъекта. Апелляция к «вещи в себе» необходима Канту, чтобы объяснить возможность наличия различных многообразий отдельных созерцаний, наличие различных созерцаний. Если даны различные многообразия, отличающиеся друг от друга видом отдельных созерцаний, то образование предмета представляет собой результат конструктивной деятельности субъекта, независимой от опыта.

Поэтому в чисто логическом аспекте предмет может рассматриваться как идеальный объект, образование которого предполагает наличие различных многообразий отдельных составляющих и наличие объекта (связи), обеспечивающего объединение отдельных составляющих в одно целое — объекта, содержание которого определяется понятием. Понятие определяет связь, являющуюся всеобщей и необходимой. Необходимая связь — это такая связь отдельных созерцаний, которая не может быть иной в предмете, связь, определяющая предмет, задающая его единство. Всеобщая связь — это связь, имеющая место для любой совокупности отдельных созерцаний данного объема, независимо от вида созерцаний.

То, что такое данный предмет, целиком и полностью определяется его понятием, его связью. По сути дела, предмет для Канта, — это идеальный объект, по своему типу являющийся цельным объектом. Все «предметы», определяемые некоторым понятием, могут рассматриваться не как отдельные, независимые образования, а как различные спецификации одного и того же идеального объекта-связи.

Значение «Критики чистого разума» с точки зрения разработки проблемы целостности состоит в том, что в ней формируется способ представления о цельном идеальном объекте как объекте, сохраняющем тождество объекта-связи при изменении состава отдельных специфических свойств.

В то же время трудности, с которыми столкнулся Кант при разъяснении понятия трансцендентальной схемы, показывают безнадежность попыток образования совокупного целого объекта.

Подводя итог анализу проблемы определения целостного идеального объекта, можно сформулировать критерии логически корректного определения такого объекта. Во-первых, определение должно задавать полную совокупность, в составе которой необходим объект-связь, порождающий частичную совокупность (множество) свойств, имеющих независимое друг от друга определение. Единство объекта-связи обеспечивается наличием процедуры взаимоопределения. Во-вторых, объект-связь должен задавать конститутивное свойство целого, членение целого на элементы, отдельные свойства, входящие в совокупность свойств, должны быть специфическими свойствами элементов. Поскольку

объект-связь выполняет объединяющие и упорядочивающие функции и порождает упорядоченные и неупорядоченные множества специфических свойств, его определение необходимо предшествует определению этих множеств.

Основное отличие формальной теории целого объекта (теории целокупностей) от имеющихся математических теорий, в частности, от теории множеств, состоит в следующем. Отношение, которое в теории множеств фактически выступает как средство образования множеств, но не является объектом (в качестве объекта рассматриваются только множества и их классы — абстрактное отношение), в теории целокупностей рассматривается как объект, как упорядочивающая связь. Введение такого объекта является, на наш взгляд, необходимым условием построения удовлетворительной теории целостного идеального объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бергаланфи Л. фон.* История и статус общей теории систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.
2. *Кант И.* Сочинения в шести томах, т. 3. М., 1964.
3. *Клини С. К.* Введение в математику. М., 1957.
4. *Овчинников Н. Ф.* Структура и симметрия.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1969. М., 1969.
5. *Платон.* Сочинения в трех томах, т. 2. М., 1970.
6. *Садовский В. Н.* Основания общей теории систем. М., 1974.
7. *Френкель А., Бар-Хиллел И.* Основания теории множеств. М., 1966.

ЦЕЛЕВОЙ АНАЛИЗ И МНОГОЦЕЛЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

А. А. ОЛИЦКИЙ

Целевой подход (анализ) — совокупность методологических приемов или процедур, употребляющихся при изучении целеустремленных или уподобляемых им систем. Рассмотрение целевого подхода связано с анализом не только методологических и гносеологических, но и онтологических и аксиологических проблем [4]. Нами он будет рассматриваться только в гносеологическом аспекте, что специально подчеркивается употреблением термина «целевой анализ». Взятый в своем гносеологическом аспекте целевой подход выступает как разновидность системного подхода, разновидность, имеющая более узкую сферу применения¹. В некоторых случаях целевой подход рассматривается в качестве начального этапа системного подхода [1].

Обсуждение в литературе общеметодологических проблем употребления целевого анализа — границы его применимости, правомерности использования в различных областях научного знания целевых или телеологических (телеономических) объяснений [9] и т. п. — связано с попытками применения целевого анализа там, где само употребление понятия цели в какой-то мере спорно. В рамках данной статьи целевой анализ, напротив, будет применяться по отношению к области, где его употребимость не вызывает сомнений, поэтому развернутое обсуждение указанных проблем было бы здесь излишним.

Характерные для целевого подхода приемы хорошо известны и не нуждаются в специальном описании. Целевой анализ широко используется в обыденной практике: например, при рассмотрении какой-либо технической или социальной системы под углом зрения «для чего» служит та или иная деталь, социальный институт и т. п. Его употребление в научной практике может существенно отличаться от обыденного использования, однако по целому ряду причин и в научной практике (большая сложность целеустремленных систем; элементы субъективизма, связанные с

¹ Согласно И. Т. Фролову, «целевой подход применим... всюду, где речь идет о циклических и направленных взаимодействиях, где изучаются процессы поступательного, прогрессивного развития. Целевой подход может использоваться и в ситуациях, когда конечный результат того или иного процесса нельзя установить эмпирически и он конструируется идеально, гипотетически» [8, с. 156].

понятием цели и т. п.) целевой анализ чаще проводится на интуитивном уровне.

Предположим, что рассматриваемая система является заведомо целенаправленной и первичная структуризация ее (разбиение «всей совокупности объектов и процессов, имеющих отношение к поставленной цели на два класса, — собственно изучаемую систему и внешнюю среду» [1, с. 147]) проведена. Тогда целевой анализ системы — разбиение системы на «элементарные» части и установление их взаимодействия, производимое с учетом характера и направленности цели системы, — предполагает и опирается на знание структуры цели, обычно представляемой в форме «дерева» целей. Когда структура цели ясна, то при отсутствии дополнительных условий и соображений разбиение системы на «части» и установление способа взаимодействия между ними естественно производить так, чтобы каждая «часть» соответствовала выполнению той или иной подцели в структуре цели, а временная (иерархическая и т. п.) структура цели отображалась бы в «организации», т. е. в способе взаимодействия «частей».

Установление структуры цели (а иногда и точное определение) может быть весьма сложной задачей. В одних случаях имеются более или менее «регулярные»² процедуры раскрытия структуры цели, в других раскрытие ее структуры, установление иерархии целей производится скорее интуитивно. В рассматриваемом нами случае сложностей в установлении целей или их иерархии не встречается, что соответствует задаче данной работы: устранению с помощью элементарного целевого анализа некоторых недоразумений, проистекающих от недостаточного внимания или даже просто игнорирования целевой направленности (при существовании известной иерархии целей) определенных элементов человеческого знания. Более конкретно, речь пойдет о некоторых методологических проблемах, связанных с употреблением понятий, ради удобства названных нами полифункциональными (или многоцелевыми).

Хотя иерархия целей исследовательского процесса и его «элементов» хорошо известна, напомним здесь основные относящиеся к делу факты и положения. В соответствии с марксистской теорией познания главные и определяющие цели познавательного процесса лежат вне его, в практической деятельности человека. Таким образом, теория в конечном счете определяется целями и задачами практики. Чтобы сделать эти задачи осуществимыми, теория должна объективно отражать существующее положение вещей, т. е. быть истинной. Таким образом, теория имеет две функции: целевую (направленную на достижение тех или иных задач человека) и функцию отражения.

² Например, процедуры по разбиению целевой задачи на подцели, применяемые в работах по искусственному интеллекту [6].

Подобно теории понятия, являющиеся ее «элементами», также обладают сходными функциями. Правда, в связи с функцией отражения для понятий следует сделать некоторые оговорки. В отличие от теории малоцелесообразно пытаться употреблять по отношению к отдельным понятиям характеристики истинности или ложности, указывающие на адекватность отражения. Некоторые понятия вообще не имеют «референта», в ряде случаев его трудно установить и т. п.

Очевидно, можно в методологическом смысле говорить и о целевой функции понятия как о роли, которую данное понятие играет в той или иной теории, а также об определенной самостоятельной целевой функции понятия, выступающего в качестве средства познания внешнего мира. В связи с последним можно отметить аналогию между понятиями и орудиями труда, проводившуюся П. В. Копниным и М. В. Поповичем. Приведем здесь высказывание этих авторов, подчеркивающее «орудийный» характер понятий в процессе познания: «Между орудиями труда и понятиями, используемыми в процессе мышления... существует некоторая функциональная аналогия. То и другое является средством, инструментом деятельности человека, одно — материальной, а другое — духовной, то и другое связано с использованием предшествующего опыта: в одном случае результаты познания свойств и закономерностей природы материализуются в виде орудий труда, в другом они в качестве категории выступают ступеньками в движении мышления» [3, с. 73].

Нетрудно видеть, что между функцией отражения и целевой функцией понятий и соответствующими функциями теории существует определенная иерархия, где в качестве высшего уровня выступает теория. В самом деле, вопрос об адекватности или неадекватности понятий, как известно, решается в ходе проверки адекватности соответствующих теорий, а также установления того, как «работает» в рамках данной теории то или иное понятие.

Итак, имеется определенная иерархия целей в отношениях: теория — практика и теория — элементы теории (в данном случае понятия).

Нарушение этой иерархии приводило к философским и методологическим ошибкам и искажениям. Так, в частности, для определенных разновидностей идеализма характерно то, что познание представителями этих течений рассматривалось как самоцель, т. е. отвергался приоритет практических, вне сферы познания лежащих целей науки. Теоретически можно ожидать, что существует возможность нарушений иерархии другого рода: а именно преувеличение функции отражения для понятий при соответственной недооценке (игнорировании) его целевых, внутритеоретических функций. Еще классики марксизма указывали на возможность ошибок подобного рода. Известное высказывание Ф. Энгельса: «Дефиниции не имеют значения для науки, потому

что они всегда оказываются недостаточными. Единственно реальной дефиницией оказывается развитие самого существа дела, а это уже не есть дефиниция»³, — следует, по-видимому, истолковывать не в духе пренебрежения к дефинициям вообще, а как указание на приоритет практических целей или теории по отношению к понятиям, сколь бы важными фундаментальными они ни были.

Введя некоторые исходные уточнения в понятие целевого анализа, применим его к ситуации, довольно часто возникающей в философской, а иногда и в естественнонаучной литературе в связи с употреблением понятий, обозначаемых как многозначные или многосмысленные: «модель» (термин, употребляемый не менее чем в 30-ти различных смыслах [5, с. 136]), «информация», «язык», «система» и т. д. Обилие смыслов, в которых они употребляются, приводит с необходимостью к проблеме их унификации, попытки же унификации в свою очередь порождают проблему критериев отбора одних определений как более адекватных и удовлетворительных и элиминации других. В методологии проблема таких критериев не получила широкого обсуждения, в реальной практике их использования они чаще всего не формулируются явно. В философской литературе, в частности, использовался критерий «объемного» типа: то или иное определение следует отвергнуть, потому что оно является «слишком широким» или «слишком узким», «не отражает объект во всей полноте» и т. п.

Естествен вопрос — насколько правомерно использование подобных критериев? С нашей точки зрения, любые критерии отбора должны быть ранжированы в соответствии с имеющейся в теории познания иерархией целей. Устранение многозначности того или иного понятия следует начинать с установления, не связана ли она с целевой «нагрузкой» понятия. Обусловлена ли многозначность причинами внешнего и случайного порядка или она есть отражение того, что фактически данное понятие является многоцелевым (подобно тому как имеются многоцелевые орудия материальной деятельности)? Собственно, наличие слов, обладающих разным значением (многозначных) и употребляющихся в различных целевых ситуациях (многоцелевых) в обыденном разговорном языке, — тривиальный факт.

Нетрудно убедиться, что и приводившиеся выше в качестве примеров «многозначные» научные понятия также употребляются для различных, хотя быть может и близких (образующих семейство) целей, т. е. также являются многоцелевыми. Было бы ошибочным истолковывать наличие в научном языке «многозначных» или «многосмысленных» понятий как полный аналог омонимии в обыденном, разговорном языке. Причины существования многозначности существенно отличны, отличны и послед-

³ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 634—635.

ствия: омонимия в обыденном языке не создает каких-либо трудностей в его использовании; существование многозначных понятий в научном языке порождает ряд методологических проблем. Рассмотрим причины возникновения и существования многозначных понятий (упорно продолжающих сохраняться, несмотря на борьбу с ними) в научном языке. Их несколько.

В процессе познания сложного объекта изучение его обычно проводится не фронтально какой-то одной «всеобъемлющей» наукой, а скорее под разными углами зрения и, вообще говоря, разными (хотя, может быть, и близкими, родственными) науками. Каждая из них изучает «свои» структуры данного объекта при игнорировании или меньшем внимании к «чужим»; один и тот же биологический объект может быть предметом изучения морфологии, генетики, физиологии, биохимии, биофизики и т. д. Если слово, обозначающее данный объект (и на начальных этапах фигурирующее как его имя), с течением времени превращается в понятие, отражающее наиболее существенные черты объекта, то можно ожидать, что с данным словом в итоге будет связано некоторое семейство понятий или, иначе говоря, сформируется «многозначное» понятие. Ясно, что поскольку цели исследования при различном подходе к изучению объекта отличны, это понятие будет также и многоцелевым.

Другой путь образования многозначных, многоцелевых понятий — расширение сферы применимости понятия, оказавшегося удачным в одной области, перенесение его в другие области, где при соответствующей трансформации оно также оказывается пригодным к использованию.

Еще один возможный источник формирования многозначных понятий связан с особенностями цели, для которой это понятие вводится и используется. Некоторые первичные цели могут выражаться в терминах желаний, стремлений и т. п., т. е. субъективно. Если они не совпадают и различными людьми формулируются по-разному, то устранение этих разногласий чрезвычайно трудно: проверкой того, действительно ли данная цель (данная формулировка цели) адекватно отражает желания и стремления, может быть только экспертный опрос, а он лишь фиксирует, но не устраняет разноречия. Естественно, что в случае «размытой цели» детерминация характеристик понятий, осуществляемая непосредственно или через промежуточные этапы будет не жесткой, а скорее «статистической», и в итоге «размытой цели» (фактически семейству целей с нечеткими границами) будет соответствовать многозначное понятие, которое также можно рассматривать как семейство понятий.

Мы не ставим задачу рассмотреть все возможные пути образования многозначных (и многоцелевых) понятий. Для нас существенно отметить, что формирование таких понятий и их существование является не случайным и исключительным фактом, а связано с некоторыми внутренними особенностями процесса

познания, в отличие от омонимии в разговорном языке, которая, напротив, обусловлена случайными факторами и редко сохраняется при переходе от одного языка к другому, тогда как «многозначность» понятий в научном языке обычно сохраняется и в переводе. Будучи постоянно присутствующим элементом научного языка, многозначные и многоцелевые понятия требуют со стороны методологии определенного внимания, ибо их употребление вызывает некоторые очевидные трудности.

Для их анализа эксплицируем способ описания функционирования многоцелевых понятий, используя для этой цели их аналогию с функционированием многоцелевых материальных объектов. Каждый такой объект обладает более «богатым» набором свойств и характеристик, чем соответствующие и заменяемые им одноцелевые. Когда многоцелевой объект «работает» в режиме, предназначенном для достижения какой-либо одной цели, не все эти характеристики используются; при работе в режиме цели 1 используется один набор характеристик, при работе в режиме цели 2 — другой и т. д. Если имеется k рабочих характеристик и p целей, причем использование характеристики отмечается единицей, а неиспользование — нулем, работу многоцелевого объекта в разных режимах, очевидно, удобно описывать целевой таблицей, где каждой из p целей будет соответствовать некоторый k -мерный вектор из нулей и единиц. Подобная же таблица удобна и для идеальных многоцелевых объектов — в нашем случае понятий: вместо «характеристик» здесь следует говорить об отдельных значениях многозначного понятия; «режим» функционирования устанавливается и регулируется не переключателями, а контекстом. Эти различия, однако, не имеют принципиального характера (описание употребления омонимов, помещаемые в толковых словарях, лишь формой записи отличается от такой таблицы).

Необходимо отметить, что для многозначных понятий научного языка (в отличие от омонимов) составление таблицы не является столь же легким, как для терминов обыденного языка. Если в обыденном языке указание целей, употребления понятий ввиду их простоты тривиально, то в научном языке заполнение графы «цели» при составлении целевой таблицы может наталкиваться на серьезные трудности. Они связаны с тем, что в научном исследовании целевые задачи часто явно не формулируются, или формулируются в слишком общей форме, эти цели в период становления или разработки теории могут быть не вполне ясны, как неясны и пути их достижения, наконец, в ряде областей точное формулирование даже «интуитивно ясной» целевой задачи (например, «оптимизация процесса обучения») может представлять большие трудности, чем ее решение.

По-видимому, не столь серьезные, но все же ощутимые трудности может заключать в себе и процесс выявления различных значений многозначного понятия. И, наконец, установление со-

ответствия между целями и значениями многозначного и многоцелевого понятия (т. е. расстановка нулей и единиц в целевой таблице) также может оказаться непростым делом, особенно если ставится задача «улучшения» функционирования многоцелевого понятия.

Для более осязаемого представления проблем подобного рода обратимся к конкретным примерам. Рассмотрим вначале употребляющееся в биологии и явно многозначное понятие «вид». Данное понятие является также и многоцелевым. Оно употребляется представителями различных дисциплин: систематиками, физиологами, генетиками, экологами и т. п., причем в несомненно отличающихся друг от друга целях, что нашло свое отражение в соответствующих определениях вида, выдвинутых представителями данных дисциплин. Для экологов наиболее существенными характеристиками вида обычно признаются его энергетические характеристики, генетиками — генетическая независимость от других форм (например, вследствие нескрещиваемости или отсутствия плодового потомства), систематиками — те или иные морфологические особенности, существенные для классификации и т. д., т. е. целевая направленность данных определений проявляется достаточно прозрачно. Вместе с тем можно отметить, что эти различные определения вида часто рассматриваются как конкурирующие и для устранения многозначности понятия «вид» ведутся поиски единого определения вида.

Возможно ли такое единое определение? Представляется, что в условиях разнообразия целей, в которых употребляется понятие «вид», более удобно рассматривать это понятие как многоцелевое. Тогда различные: «экологические», «генетические», «морфологические» и т. п. определения вида можно рассматривать не как разные и конкурирующие определения, а как различные частные формы многоцелевого понятия, получающиеся в результате различной расстановки в таблице целей нулей и единиц.

В связи с последним представляется также не вполне оправданным требование, чтобы в определении вида (независимо от цели, для которой это понятие употребляется) обязательно присутствовало упоминание всех его существенных характеристик и признаков (а их предлагается десять), мотивируемое тем, что без указания какого-либо из них не будет полностью отражена сущность вида [2]. Последняя достаточно полно отражается лишь соответствующей теорией или, быть может, группой теорий, характеризующих этот объект в различных его аспектах и проявлениях. Когда же речь идет о построении теории, то по многим соображениям часто удобнее пользоваться, хотя и «частичными», но зато менее громоздкими понятиями, которые, что весьма существенно, позволяют строить теорию путем постепенного наращивания сложности, введения промежуточных моделей и т. п.

В заключение несколько слов о другом понятии, понятии «си-

стема», также являющемся многоцелевым (спектр целей этого понятия гораздо богаче, чем для понятия «вид», а их выявление и формулирование значительно более сложно и предполагает самостоятельное исследование). Интересно отметить, что типологическое исследование значений понятия «система», проведенное В. Н. Садовским, нашло свое выражение в виде таблицы [7, с. 100], напоминающей предлагаемую нами целевую таблицу. Учитывая, что подтверждение тезиса о многоцелевом характере многозначного понятия требует указания хотя бы двух отличающихся целей, ограничимся весьма грубым анализом, рассматривая только методологические цели понятия «система». Можно указать по крайней мере две такие цели.

Первой целью (по-видимому, и исторически первой), для которой вводились, а иногда употребляются и сейчас понятия «системы» и «системности», было указание неадекватности методологии так называемого механически-аддитивного, или суммативного, подхода к изучению ряда объектов, которые обозначались как «целостные» или «системные». При этом сама целостность или системность в данном смысле понималась, скорее, не как определенная «положительная» характеристика таких объектов, а как некоторое отрицательное определение: целостным или системным является объект, к которому неприменим «суммативный» подход. Другая цель, весьма важная для методологии (ввиду широких возможностей унификации знания), стала ясна, когда обнаружился изоморфизм ряда «сложных» объектов различных по своей природе, что дало толчок к формированию (понимаемой в определенном специфическом смысле) «общей теории систем». Можно отметить, что для второй цели характеристика «целостность» не играет никакой роли и может быть опущена; изоморфность систем отнюдь не требует того, чтобы они были целостными, как, впрочем, и характеристика «сложность», поскольку для «простых» объектов установление их изоморфизма тривиально.

С учетом ранее сказанного в редуцированной целевой таблице понятия «система» против цели 1 в графе «целостность» должна стоять единица, а против цели 2 — ноль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глушков В. М. Введение в АСУ, гл. II, § 7. Системный анализ. Киев, 1972.
2. Завадский К. М. Вид и видообразование. Л., 1968.
3. Коткин П. В., Попович М. В. Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., 1968.
4. Макаров М. Г. Причинность и проблема телеологии. — В кн.: Современный детерминизм. Законы природы. М., 1973.
5. Налимов В. В. Вероятностная модель языка. М., 1974.
6. Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений. М., 1973.
7. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974.
8. Фролов И. Т. Принципы органического детерминизма и целевой подход в биологическом исследовании. — В кн.: Философия и современная биология. М., 1973, с. 138—158.
9. Nagel E. The Structure of Science. N. Y. 1961.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ НАУКИ

МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

В. Н. САДОВСКИЙ

Постановка проблемы

Среди различных направлений развития методологии науки в последнее время все большее влияние получает разработка системных методов анализа научного знания. По своему содержанию эта проблематика тесно связана с исследованиями по общей теории систем, системному подходу и т. д. и может рассматриваться как одна из специальных областей этих исследований.

Хорошо известно, что научное знание, начиная с античности, рассматривалось как определенная целостность, связанная воедино совокупность специфических элементов. Однако вплоть до самого последнего времени это понимание оставалось интуитивным и не оказывало существенного влияния на раскрытие строения, механизмов функционирования и развития знания. Даже в наиболее развитой в этом отношении области — в методологии дедуктивных наук, оперирующей понятиями «формальная система», «аксиоматическая система», «конструктивная система» и т. д. — термин «система» употребляется скорее в особом, частном значении (как фиксация определенной совокупности знаков, формул, высказываний и т. д., организованных согласно принятым правилам), а не в обобщенном смысле, установленном в общей теории систем и системном подходе¹.

Поэтому системные представления при анализе знания (в логике и методологии науки, а также и в других формах рефлексии о науке) образуют в настоящее время скорее фон таких исследований (ученые, работающие в этих областях, обычно убеждены в том, что научное знание и даже его отдельные компоненты представляют собой соответствующие системы), чем выступают в качестве конструктивных принципов. *Экспликация*

¹ В лучшем случае о логике и методологии дедуктивных наук можно сказать, что в ней исследуется только один из типов системности знания.

этих интуитивных представлений и разработка на этой основе способов системного исследования знания — одна из важнейших проблем методологии научного знания и основная задача данной статьи. Эта область методологии науки переживает сейчас лишь пору своего становления, и поэтому излагаемые далее соображения следует рассматривать скорее как обоснование соответствующей программы исследований, чем как изложение результатов по реализации этой программы.

В нашем анализе мы будем опираться на определения основных понятий общей теории систем и системного подхода, которые ранее были сформулированы в монографии «Основания общей теории систем» [15]. В частности под *системными* исследованиями (в самом широком смысле) будем понимать всю совокупность современных научных и технических проблем и разработок, которые при всем их разнообразии сходны в том, что рассматривают исследуемые ими объекты как системы, т. е. множества взаимосвязанных элементов как единого целого.

Системные исследования в целом сами представляют собой сложную систему взаимосвязанных элементов, в которой прежде всего следует различать *методологический, процессуальный* аспект системных исследований и совокупность *позитивных, конкретных результатов*, получаемых в них. Первый представляет собой *системный подход*, или *системный метод*, который таким образом можно понимать как эксплицитное выражение процедур представления объектов как систем и способов их системного исследования (описания, объяснения, предсказания, конструирования и т. д.). Естественно, что «системный подход» может выступать в сознании ученых и фиксироваться в соответствующих текстах в весьма различных формах — от эмпирического полунтуитивного описания частных процедур системного исследования и до строгого (в частном случае — математического) задания общесистемных принципов и методов.

Вторая сторона системных исследований, т. е. совокупность полученных в них позитивных результатов, может быть названа *системными теориями*. Сюда включаются собственно научные системные теории (системные концепции биологии, психологии, социологии и т. д.), формальные системные теории (теории управления, теория организации и т. д.) и прикладные системные теории (системотехника, системный анализ, исследование операций и т. д.). Очевидно, что системные теории существенно различаются друг от друга по общности и по типу научных и технических областей, для описания которых они создают.

В системе современных системных исследований видное место занимают различные формы *теоретического осознания системных исследований* — *логика и методология исследования систем, общая теория систем, философские проблемы системного исследования*. В марксистской литературе последних лет убедительно показано, что принцип системности «составляет существенный момент

диалектического метода в целом и диалектико-материалистической теории познания», «одну из граней теории и методологии диалектического и исторического материализма» [3, с. 237, 243] (см. также [1], [6]). Что же касается общей теории систем, то она, отнюдь не претендуя на то, чтобы охватить всю системную проблематику, представляет собой лишь одну из сфер современных *междисциплинарных* исследований и в ее задачи входит: 1) разработка средств представления исследуемых объектов как систем; 2) построение обобщенных моделей систем и моделей разных классов и свойств систем, включая модели динамики систем, их целенаправленного поведения, исторического развития, иерархического строения, процессов управления в системах и т. д.; 3) исследование концептуальной структуры системных теорий. Согласно развиваемому нами взгляду, общую теорию систем следует трактовать не как обобщенную научно-техническую теорию о системах любых классов и видов, а как *метатеорию* относительно специальных теорий систем (биологической, психологической, социологической, технической и т. д.) и различных системных концепций и разработок². При таком понимании специальные теории систем суть теории различных классов реальных систем, а общая теория систем есть общая теория системных теорий, и только через последние она относится к миру реальных (материальных и идеальных) систем.

С учетом названной трактовки природы общей теории систем становится очевидной тесная связь целей и задач общей теории систем и системного исследования научного знания. В этих двух современных методологических направлениях во многом совпадают как объекты исследования (научное знание), так и используемые для анализа этих объектов средства (методы системного исследования). Основное отличие состоит в том, что в рамках общей теории систем нас интересует особый вид знания — системные теории, а при системном исследовании научного знания должны быть вскрыты общие системные признаки научного знания любого вида. В силу сказанного очевиден факт взаимовлияния результатов, полученных в этих двух сферах исследования.

Методология науки на пути к системному построению

Как мы уже отмечали, системные принципы и идеи не оказали существенного, явного влияния на разработку методологии науки, однако, несмотря на это, при рассмотрении истории развития методологических представлений в XX в. можно обнаружить достаточно четко выраженную *тенденцию* к пониманию системной природы научного знания и к построению соответствующих средств, дающих возможность анализировать знание под

² Такая трактовка общей теории систем все больше приобретает права гражданства — см., например [20], [25].

этим углом зрения³. Мы охарактеризуем некоторые, наиболее существенные с точки зрения интересующей нас темы, моменты этой истории, причем методологию науки в дальнейшем будем рассматривать в узком смысле как одну из метанаучных дисциплин, анализирующую методы построения научного, главным образом естественнонаучного, знания.

Хорошо известно, что в западной литературе, начиная с 20-х годов XX в. сформировалась в рамках неопозитивизма, или логического эмпиризма, логико-методологическая концепция, игравшая господствующую роль вплоть до конца 50-х — начала 60-х годов. Эта концепция, основные прищипы которой широко известны, выработала особое понимание задач логики и методологии науки (контекст «оправдания», а не контекст «открытия») и выдвинула рекламировавшийся долгое время идеал рационального построения научного знания (в форме гипотетико-дедуктивной системы, часть исходных понятий которой имеют непосредственно наблюдаемое содержание, а связи между высказываниями в которой представляют собой логические отношения, установленные в современной формальной логике). Тем самым эта концепция диктовала выбор проблем, подлежащих исследованию в этой области, и определяла нормы и принципы научной деятельности, обязательные для сообщества логиков и методологов науки. В создании этой концепции — будем ее вслед за А. Е. Левиным [5, с. 94] называть *стандартной концепцией методологии науки* — основную роль сыграли Р. Карнап, Г. Рейхенбах, М. Шлик, К. Гемпель, Ф. Франк, Э. Нагель и другие, которые в свою очередь опирались на работы Б. Рассела и Л. Витгенштейна. Стремясь ликвидировать внутренние противоречия и аномалии, которые сравнительно быстро обнаружилились в процессе развития этой концепции, ее создатели, начиная с середины 30-х годов, пошпи на значительную либерализацию своих исходных установок⁴. Однако, несмотря на все попытки спасти стандартную концепцию, которые порой появляются даже в наши дни⁵, в настоящее время эта концепция, не нашедшая в себе сил противостоять многочисленным внешним и внутренним критикам, безусловно и бесповоротно принадлежит истории.

Отказ от стандартной концепции означал для западной логи-

³ Говоря о такой тенденции, мы имеем в виду прежде всего западную логико-методологическую литературу последних 50—60 лет. Анализом именно этой литературы мы и займемся в данном разделе статьи. Такое критическое исследование представляет несомненный интерес для разработки марксистской концепции логики и методологии науки.

⁴ История развития стандартной концепции подробно описана и проанализирована в литературе, в том числе и марксистской (см., например, [16], а также [24], [33]).

⁵ Один из ее столпов — Г. Фейгль даже в 1974 г. еще пытался, впрочем не очень убедительно, защитить по крайней мере один из исходных тезисов стандартной концепции — эмпирическую трактовку оснований научного знания [21].

ки и методологии науки отказ от разработки не только единой, но даже более или менее широко принятой системы методологических взглядов и представлений вообще (во всяком случае именно такова нынешняя ситуация в этой области). Действительно, вместо исторически неоправдавшей себя стандартной концепции в современной западной логико-методологической литературе пышным цветом расцвели многочисленные альтернативные теории, методологические подходы и широковещательные проекты создания новой логики и методологии науки. По отношению к неопозитивистской концепции все они критичны — часть из них решительно рвет с исходными установками логического эмпиризма в трактовке научного знания, другие — отказываются лишь от наиболее скомпрометировавших себя тезисов стандартной концепции, третьи — строят свои методологические теории на принципиально ином философском фундаменте (прежде всего используя философские идеи критического реализма), при этом для большинства из этих концепций — в этом также проявляется их негативное отношение к стандартной концепции — характерен учет не только чисто методологических соображений и аргументов, но и большое внимание к историко-научным данным и фактам.

В настоящей статье мы, конечно, не можем дать детального критического анализа современной стадии разработки логики и методологии науки в западных странах. Мы ограничимся рассмотрением этой проблемы лишь в одном аспекте — сопоставлении стандартной концепции и альтернативных ей подходов, возникших в последние десятилетия, в плане *осознания ими системности научного знания и стремления построить методологию науки на системных основах*⁶. Наш основной тезис при этом будет состоять в том, что в современных методологических подходах — в противовес стандартной концепции — системность в трактовке научного знания, хотя она часто и не формулируется в явном виде, это представляет собой один из важных факторов, определяющих специфику методологических построений.

Существенным элементом любой методологической и историко-научной концепции является, как известно, выбор исходной *единицы анализа*. В рамках стандартного подхода в качестве таковой выступает *научная теория*. По сути дела стандартную концепцию в целом можно рассматривать как определенный способ логико-методологического анализа естественнонаучных теорий,

⁶ Необходимо подчеркнуть, что в дальнейшем речь пойдет не о философских основах и проблемах тех или иных концепций западных авторов (неопозитивизма, попперианизма, «исторической школы» и т. д.), а об их, так сказать, логико-методологическом скелете, который в определенном отношении иррелевантен к принятию той или иной философской позиции. Что же касается собственно философских воззрений современных западных методологических и историко-научных школ, то они уже получили детальную марксистскую оценку (см., например, [2], [7], [8], [10], [12], [16], [18]).

а крах этой концепции — как свидетельство необходимости подвергнуть критическому исследованию правомерность выделения такой исходной единицы анализа. Поэтому вполне естественно, что большинство новых методологических и историко-научных концепций противостоит стандартному подходу именно в решении вопроса об исходных единицах анализа.

Отрицание тезиса о научной теории как единице методологического исследования может совершаться в различных формах, которые определяются тем, какого рода объекты предлагается рассматривать взамен научной теории или наряду с ней. Некоторые из таких — логически возможных форм отрицания — реализованы в современной западной методологической и историко-научной литературе. Назовем главные из них. В стандартной концепции научная теория не только отделялась от метафизики⁷, но последняя вообще объявлялась бессмысленной. Поэтому уже методология роста знания, предложенная К. Поппером [29], [30], более либеральная по отношению к метафизике, признающая ее определенную роль в процессе изменения знания, выступала как одна из форм отрицания рассматриваемого тезиса стандартной концепции. Ведь если метафизические утверждения имеют значение для научного прогресса, то последний может быть понят только в том случае, когда соответствующие научные теории анализируются вместе с их «метафизическим окружением». Таким образом, не научная теория, как таковая, а научная теория плюс связанные с нею *метафизические (онтологические) утверждения* — такой должна быть исходная единица методологического и историко-научного исследования. Эта линия развития современной западной философии науки получила широкое развитие (см., например, [36], [37]), и, хотя вопрос о функциях и роли метафизики в духовной культуре человека нельзя, конечно, считать полностью решенным, сама направленность этого движения, несомненно, прогрессивна и по сути дела выражает определенный шаг в понимании системной природы научного знания вообще и научной теории в частности.

Сравнительно легко можно получить ряд системных следствий из такого подхода. Если воспользоваться критерием научности, согласно которому в научную теорию входят лишь такие утверждения, которые в принципе эмпирически верифицируемы и (или) фальсифицируемы (такая абстракция допустима при решении определенного круга задач), то таким образом понимаемая научная теория оказывается подсистемой научного знания, и понять последнее в его специфике можно лишь при условии учета его других подсистем, в частности совокупности метафизических (онтологических) утверждений, принимаемых в данной теории. На другом уровне абстракции соответствующие онтологические допу-

⁷ Под «метафизикой» в анализируемых нами работах западных авторов имеется в виду совокупность философских утверждений о бытии.

нции включаются в состав научной теории, однако и здесь, как и в предшествующем случае, теория выступает как целостность, система, противостоящая и взаимодействующая со своим окружением — эмпирическим, метафизическим, нормативным и т. д.

Другая форма отрицания рассматриваемого тезиса стандартной концепции состоит в принятии утверждения о том, что исходным объектом анализа должна быть некоторая *совокупность научных теорий*, связанных с исследованием данной сферы реальности и сосуществующих синхронно или исторически сменяющих друг друга. Причины перехода от анализа одной теории к исследованию совокупности теорий различны, но, пожалуй, самой важной из них является то, что при рассмотрении изолированной научной теории вопрос о механизмах ее роста и развития не только не может быть решен, но даже не может быть разумно поставлен. Из многих современных западных концепций, идущих в этом направлении, наибольшую известность получила «методология исследовательских программ» И. Лакатоса [26], [27], системная направленность которой не подлежит сомнению.

В порядке иллюстрации сошлемся на определение понятия «приемлемость теории», предложенное И. Лакатосом. Теория T_1 лучше конкурирующей с ней теории T_2 , если 1) T_1 обладает большим эмпирическим содержанием (приемлемость₁); 2) это дополнительное эмпирическое содержание теории T_1 является верифицированным (приемлемость₂). В соответствии с этим, последовательность теорий, каждая из которых приемлема₁, представляет собой теоретически прогрессивный сдвиг проблемы, а последовательность теорий, каждая из которых также приемлема₂, — эмпирически прогрессивный сдвиг проблемы [26, с. 116]. На этом примере хорошо видно, что методология науки лишь тогда оказывается способной более или менее адекватно определить существенные для нее понятия (типа «приемлемость теории», «рост знания» и т. д.), когда в качестве ее предмета берется некоторая последовательность теорий, т. е. *система исторически изменяющегося знания*.

Наконец, возможны и другие, более радикальные, формы отрицания тезиса о научной теории как исходной единице анализа научного знания. В этом случае вместо научной теории предлагается рассматривать *научные проблемы* (К. Поппер), *эволюционирующие популяции понятий и объяснительных процедур* (С. Тулмин), *парадигмы* (Т. Кун и его последователи) и т. д. Первый шаг в этом направлении был сделан К. Поппером, однако если у него этот шаг был еще достаточно робким (проблемы у К. Поппера образуют начальный и конечный пункты определенного периода роста знания, само же знание выступает в виде гипотез или теорий, методам анализа которых он посвятил большую часть своих работ), то, например, у С. Тулмина [34] отрицание этого тезиса стандартной концепции является весьма решительным. Эволюционирующие популяции понятий связаны

не с научными теориями, а с *дисциплинами* — образованиями совершенно иного вида, существенным элементом которых является соответствующее научное сообщество. Трактующие таким образом задачи методологии науки смыкаются с проблемами науковедения — комплексного изучения науки (см. [11]). Системный подход к исследованию науки в этом случае выражается, в частности, в том, что наука здесь выступает как *сложная эволюционирующая система в единстве ее гносеологических (познавательных) функций и форм ее социальной организации*.

Если тезис о научной теории как исходной единице анализа определял класс объектов, подлежащих исследованию в рамках стандартной концепции, то разработанная в этой концепции *модель научной теории* детерминировала то предметное содержание (строго фиксированную совокупность сторон и свойств научной теории), которое сторонники этой концепции были способны осознать и подвергнуть анализу. В основе этой модели лежал тезис о научной теории как определенном *множестве* (или классе) *высказываний* (предложений, утверждений). Этот тезис, как совершенно правильно отметил В. Штегмюллер, был некритически перенесен в методологию и историю науки из современной математической логики и метаматематики [32, с. 2], но если в только что названных областях он доказал свою плодотворность, то в методологии науки он (В. Штегмюллер называет его «statement view of the theorie» — «рассмотрением теории как первично данного множества утверждений») породил много неразрешимых проблем (в частности, проблему различения и связи теоретических и эмпирических утверждений). В методологическом плане «statement view» означает первичность, примат элементов (отдельных утверждений) над целым (теорией) и приводит к тому, что свойства теории как некоторой целостности (в рамках стандартной концепции) полностью определяются свойствами входящих в нее утверждений и теми логическими связями, которые имеют место между этими утверждениями. Отрицание рассматриваемого тезиса стандартной концепции — так называемый «non-statement view of the theorie» («рассмотрение теории не как первично данного множества утверждений») — исходит из понимания научной теории как определенной целостности (системы), которая в зависимости от стоящих перед исследователем задач может расчленяться на различные множества элементов. Естественно, что конкретные формы отрицания рассматриваемого тезиса стандартной концепции могут быть весьма различными. В. Штегмюллер, например, опираясь на работу Дж. Сница [31], считает, что каждую теорию определяет соответствующий теоретико-множественный предикат, аксиоматически введенный и специфический для данной теории [32, с. 42—45]; у Т. Куна теории нормальной науки обусловлены принятой парадигмой [4]; наконец, для большинства сторонников «исторической школы в методологии науки» тезис о примате теории над утверждениями наблюдения выступает в инди-

констатации «теоретической нагруженности наблюдений» (в западной литературе это утверждение впервые было выдвинуто Н. Хэнсоном [23] и получило наиболее радикальное выражение у П. Фейерабенда [22]).

Тезис о теоретической нагруженности наблюдений, принятый сегодня большинством западноевропейских и американских методологов и историков науки, является отрицанием не только стандартного понимания теории как множества утверждений, но и критическим преодолением представлений о более тонкой структуре теории, разработанных в рамках неопозитивизма. Эти представления о структуре теории исходят из разделения терминов языка теории на три непересекающихся словаря: словаря логических терминов, словаря наблюдений и теоретического словаря, причем термины последнего словаря так или иначе определяются (эксплицитно с помощью правил соответствия, на основе редукционных предложений, путем частичной интерпретации и т. д.) на основе терминов словаря наблюдений. Существенным элементом такого понимания структуры теории является признание наличия некоторой исходной, не подвергаемой никакому сомнению основы познания (так называемый тезис «фундаментализма»).

Достаточно очевидно, что изложенная концепция игнорирует системную взаимообусловленность элементов научной теории. Тезис фундаментализма постулирует наличие некоторой абсолютно истинной основы научного знания, принципиально не зависящей от остального здания научного знания, однако поиски такой основы, неоднократно предпринимаемые на протяжении всей истории философского эмпиризма, каждый раз оканчивались неудачей. Основная причина этого — искусственное разрушение целостности научного познания, при котором некоторая его составная часть, способная функционировать и быть понятой только как часть этого целого, наделялась самостоятельным и обособленным существованием. Крушение фундаменталистских иллюзий стандартной концепции, проявившееся прежде всего в решительном отказе от идей физикализма и связанного с ним понимания природы протокольных предложений, означало также и неадекватность принятого в этой концепции разбиения словаря теории на три обособленных класса. Во всяком случае при таком подходе логический эмпиризм, несмотря на все предпринятые усилия, так и не смог установить способов логической связи теоретических терминов и высказываний с эмпирическими, т. е. решить вопрос, существенно важный для понимания целостности научного знания.

Упомянутые альтернативные подходы к пониманию структуры научного знания и прежде всего специфический для них тезис о «теоретической нагруженности наблюдений», безусловно, представляют собой определенный шаг в осознании системной взаимосвязи элементов знания. Научная теория не состоит из автономных, обособленных частей, логические связи между кото-

рыми устанавливаются лишь в процессе ее реконструкции, а создается и эволюционирует как некоторое целое, и поэтому если утверждения наблюдения могут в определенном смысле служить целям проверки теории, то и сами они несут на себе печать теоретического уровня знания. Не следует, конечно, переоценивать конструктивные возможности рассматриваемых альтернативных подходов к анализу теории — выводимое в некоторых из них, например, у П. Фейерабенда, следствие о принципиальной несоизмеримости и даже несопоставимости научных теорий [22] по меньшей мере парадоксально, имеется также ряд других поставленных, но далеко не решенных проблем, однако, несмотря на все это, нельзя и игнорировать вскрытые в этих подходах очевидные факты системной природы научной теории.

Охарактеризуем, наконец, еще одну группу проблем, в трактовке которых новейшие направления западной методологии и истории науки решительно противостоят стандартной концепции. Традиционно (по крайней мере, на протяжении последних столет) основная задача методологии науки рассматривалась как задача *рационального описания структуры научного знания*, что, как предполагалось, давало возможность *рациональной реконструкции развития знания*. В связи с этим стандартная концепция выдвинула специфическое понимание *рациональности*, сводящее рациональные аргументы к логическому рассуждению, связанную с таким пониманием рациональности узкоэмпирическую трактовку *исходных оснований научного познания*, и вытекающую из всех основоположений логического эмпиризма *кумулятивистскую концепцию развития науки*. На всех этих тезисах стандартной концепции лежала явная печать редукционизма как логической противоположности целостного, системного подхода. Относительно неопозитивистского понимания исходных основ научного познания мы это только что показали; дадим теперь оценку (в интересующем нас аспекте) другим названным тезисам стандартной концепции.

В ранней версии логического эмпиризма (в 20—30-е годы) рациональность отождествлялась с рассуждением по канонам *дедуктивной логики*, однако впоследствии — в 40—60-е годы — сфера рационального была расширена до области «обобщенной логики», куда наряду с классической дедуктивной логикой включались индуктивные (вероятностные), модальные, многозначные и другие логические исчисления [24, с. 179, 187—188]. Последняя из названных трактовок и составила одно из характерных основоположений стандартной концепции, а одна из первых форм ее критики — теория научного знания К. Поппера, ограничивающая сферу рационального только областью дедуктивной логики, — казалось бы возвращалась к исторически исходным тезисам стандартной концепции, однако такой вывод ошибочен. Несмотря на словесное совпадение рассматриваемых тезисов, их реальный смысл существенно различен. В стандартной концепции дедуктив-

ная логика применяется к чувственно достоверным, безусловно истинным утверждениям наблюдения для получения достоверно истинных научных утверждений, в то время как Поппер решительно отвергает существование некоей безусловно истинной основы научного познания и использует средства дедуктивной логики для рационального описания процесса выдвижения новых, более правдоподобных (но все же ложных) гипотез, приходящих на смену старым, менее правдоподобным и поэтому изжившим себя гипотезам.

В современной западной методологической литературе сформулированы также и более решительные формы отрицания стандартного отождествления рациональности с логичностью, прежде всего П. Фейерабендом и С. Тулмином. Последний, в частности, считает, что сведение рационального к логическому не дает возможности рационально объяснить историческое изменение научного знания и поэтому рациональность следует понимать как допустимые для данного научного сообщества способы и методы переоценки принятых в нем интеллектуальных стандартов и позиций.

Вневременным, абсолютно истинным логическим утверждениям рациональность таким образом противостоит как исторически обусловленная, связанная с санкционируемыми научным сообществом на определенной стадии его исторического развития нормами научной деятельности [35]. В таком понимании рациональности проявляется очевидная системная направленность. Рациональность больше не трактуется одномерно, только в познавательном (гносеологическом) плане, а оказывается комплексным явлением, познание которого предполагает учет деятельности соответствующих научных сообществ, присущих им норм научности, характера социальных взаимоотношений членов этих сообществ и т. д.

Комплексный, системный подход к разработке теории развития науки нашел свое, пожалуй, наиболее яркое выражение в критике кумулятивистской концепции истории науки и в предложенном в современной западной литературе множестве альтернатив этой концепции. Один из первых важных шагов в этом направлении был сделан уже А. Койре, согласно которому задача историографии науки состоит в раскрытии целостности науки в исторически разные периоды ее существования, что предполагает анализ взаимоотношения идей того или иного ученого с идеями научного сообщества, к которому он принадлежал. Что же касается парадигматики Т. Куна, то ее следует рассматривать как определенный итог, к которому пришла современная западная мысль в попытках построения историографии науки путем объединения исторических, методологических, социальных и психологических аспектов научного знания.

Сегодня хорошо осознаны многие уязвимые стороны куновской теории нормальной науки и научных революций. Важную

роль в их выявлении сыграла марксистская критика концепции Т. Куна (см. например, [10]). Следует, однако, отметить, что в результате острой критики куновская концепция подверглась определенным модификациям. Уже ранняя полемика Т. Куна с И. Лакатосом (в 60-х годах) привела к уточнению и корректировке некоторых положений его теории. Этот процесс продолжается и в настоящее время, в частности, в ходе дискуссии между Т. Купом, В. Штегмюллером и Дж. Спидом, состоявшейся на V Международном конгрессе по логике методологии и философии науки (Канада, 1975), Т. Кун согласился с мнением двух других дискуссионтов о целесообразности и плодотворности использования логической техники анализа научных теорий, разработанной Дж. Спидом [31], для уточнения и дальнейшего развития выдвинутых им представлений о науке и ее развитии [28].

На этом мы завершим наше рассмотрение развития методологических воззрений в последние 50—60 лет. Нам представляется, что этот анализ служит достаточным доказательством того, что современная методология науки все в большей степени осознает как системную природу исследуемого ею объекта — науки и научной деятельности, так и необходимость выработки соответствующих средств для построения методологических концепций. В следующем разделе статьи мы изложим некоторые соображения о том, как и с помощью каких исходных понятий может строиться системная методология науки.

Структура и система научного знания.

Некоторые свойства систем знания

Важнейшими понятиями при системном исследовании научного знания являются, несомненно, понятия структуры и системы знания.

Для определения понятия «структура» воспользуемся понятиями «исходное множество элементов» и «множество отношений». Относительно любого исследуемого объекта, например научного знания или тех или иных его фрагментов, определяется множество составляющих его элементов. Такое множество задается явным образом — путем последовательного перечисления его элементов, через общее свойство всех элементов множества и т. д. и называется исходным множеством элементов. Пусть M — исходное множество элементов, в котором можно выделить подмножества $A, B, C, \dots, N$. Отношением на множестве M называется подмножество произведения входящих в него подмножеств. Для подмножеств $A, B, C, \dots, N$ множества M произведение этих подмножеств образует множество упорядоченных n -ок элементов, в которых первый элемент принадлежит подмножеству A , второй — подмножеству $B, \dots, n$ -ый — подмножеству N . Произведение подмножеств (множеств) обозначается через $A \times B \times C \times \dots \times N$.

Таким образом, множество отношений R определяется как $R = A \times B \times C \times \dots \times N$.

Если число сомножителей произведения множеств равно двум, то определяемое таким произведением множеств отношение называется бинарным. В случае трех сомножителей мы получаем тернарное отношение и т. д. Отношение между множеством M и тем же самым множеством M называется бинарным отношением на множестве M и обозначается $R = M \times M$.

Путем указания исходного множества элементов и отношений определенных на этом множестве, мы можем описать исследуемый объект. В этом описании и элементы, и отношения являются вполне конкретными. Если отвлечься от конкретной природы элементов и отношений и рассматривать их как абстрактные образования, то сеть связей таких элементов и отношений образует *структуру* исследуемого объекта (см. [9, с. 27—32], [14, с. 170—174]).

В результате установления структуры объекта мы, с одной стороны, получаем возможность строгого, формального выведения следствий относительно входящих в структуру элементов и отношений, а с другой — можем устанавливать различные соотношения между структурами разных объектов — их сходство, подобие, изоморфизм и т. д., что дает возможность использования результатов исследования одного объекта в других областях.

Изложенное общее понимание структуры применяется для анализа научного знания, главным образом для описания его отдельных аспектов — синтаксиса и семантики научного языка, совокупности логических правил вывода, используемых в определенной теории, и т. д. В результате относительно одного и того же объекта — научного знания — строится множество различных его структурных описаний. В связи с этим возникает вопрос о синтезе таких структурных описаний, для решения которого необходимо привлечь понятие системы знания.

Понятие *системы* в определенном отношении близко к понятию множества (каждую систему можно рассматривать как множество), однако по своей методологической природе эти понятия существенно различаются. При формировании множества исходными являются элементы, определенные наборы которых образуют те или иные множества. Для системы же первично то, что она представляет собой некоторое «целое, составленное из взаимодействующих (связанных) частей» [17, с. 5]. Для системы ее элементы заранее не даны; они строятся (или выбираются) в процессе членения системы как целого, причем каждая система допускает возможность ее различных членений. Каждое членение системы представляет собой множество, но сама система множеством не является.

На основании сказанного выделим основные содержательные признаки системы. Система, во-первых, есть определенная *целостность*, из чего, в частности, следует принципиальная несводи-

мость ее свойств к сумме свойств составляющих ее элементов и псевыводимость из последних свойств целого. Во-вторых, система *иерархична* по своей природе: каждый ее компонент в свою очередь может рассматриваться как система, а сама исследуемая система представляет собой лишь один из компонентов более широкой системы. На этой основе можно сформулировать принцип иерархичности любой системы — объект реально исследуется как система лишь при условии выработки средств анализа его каждой подсистемы как определенной системы и каждой системы (включая рассматриваемую исходную систему объекта как целого) как подсистемы некоторой более широкой системы. В-третьих, относительно описания системы справедлив принцип *множественности описаний*: для получения адекватного знания о системе требуется построение некоторого класса ее описаний, каждое из которых способно охватить лишь определенные аспекты целостности и иерархичности данной системы.

В общем плане можно утверждать, что для любой исследуемой системы минимально требуется 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. Однако в конкретной научной практике число уровней описания системы обычно больше. Не только каждый из названных уровней описания системы может дифференцироваться (например, анализируя внутреннее строение системы, можно опускаться на разную «глубину», подвергая дальнейшему членению те элементы системы, которые при другом описании принимаются за далее неделимые, и т. д.), но и для каждого уровня могут быть построены разные описания системы.

Изложенные соображения позволяют построить обобщенное определение понятия «система». В литературе, в частности, в работах Ю. А. Шрейдера и Э. Р. Раннап сформулировано понимание системы как класса множеств $S = \{M_S^i\}$, где $i = \alpha, \beta, \gamma, \dots$, для каждой пары которых установлено много-многозначное соответствие $\varphi_{\alpha, \beta} : M_S^\alpha \rightarrow M_S^\beta$ ([17], [13]).] Несколько конкретизируя это определение, необходимо в классе множеств, с помощью которого описывается система, выделить подкласс множеств $\{M_S^i\}$, где $i = \alpha, \beta, \gamma, \dots$ (эти множества представляют собой членения исходного объекта — системы на элементы); подкласс множеств $\{L_S^j\}$, где $j = a, b, c, \dots$ (эти множества образуются в результате последующих членений элементов исходного объекта — системы); подкласс множеств $\{K_S^k\}$, где $k = 1, 2, 3, \dots$ (в каждое из этих множеств исследуемый объект-система включен в качестве определенного элемента). В результате мы приходим к следующему общему определению понятия «система» — система S представляет

собой класс множеств $S = \{M_S^i, L_S^j, K_S^k\}$, где $\{M_S^i\}$, $\{L_S^j\}$ и $\{K_S^k\}$ — разные подклассы (с указанной интерпретацией их элементов), с набором соответствий для каждой пары множеств, взятых как из одного, так и из разных подклассов (подробнее см. [15, с. 102—106]).

Совершенно очевидно, что для каждого членения системы можно определить соответствующую структуру. Система, таким образом, оказывается множеством взаимосвязанных структур. Каждая структура — применительно к задаче исследования научного знания — описывает один из аспектов знания; для описания научного знания в целом необходимо построить соответствующую систему⁸.

Концептуальный аппарат системного подхода и общей теории систем, интерпретированный для целей описания научного знания, позволяет рассматривать некоторые *свойства систем знания*.

Системы знания можно разделить на *закрытые* и *открытые*. По аналогии с общими определениями понятий «закрытая система» и «открытая система» [19, с. 38—40] для закрытой системы знания ограничено множество принадлежащих ей высказываний, в то время как для открытой системы знания не существует таких пределов и она может постоянно пополняться новыми высказываниями. Закрытость системы знания обеспечивается или явным перечислением относящихся к ней утверждений, или указанием множества возможных выводов из принятых в этой системе знания исходных утверждений (аксиом, постулатов и т. д.). Присоединение к полной закрытой системе знания высказывания, не выводимого в ней, приводит к противоречию и, следовательно, лишает статуса научности эту систему знания. Закрытыми системами знания являются прежде всего аксиоматические, формально-дедуктивные построения.

Научные знания эмпирического характера являются по преимуществу открытыми системами. Такие теоретические конструкции, как правило, взаимодействуют с соседними областями знания, которые могут рассматриваться в качестве их окружения (среды). Возможен и постоянно осуществляется процесс присоединения к данной системе знания новых утверждений, не выводимых из уже имеющихся утверждений в данной системе. Открытость системы знания в таком понимании характерна для ранних этапов построения теории и главным образом для процесса развития теоретического знания. Для описания развития научного знания целесообразно воспользоваться также и другими системными понятиями (используемые в дальнейшем системные

⁸ Конечно, каждая система имеет свою специфическую структуру, которая — в соответствии с развиваемой здесь концепцией — представляет собой «структуру структур», т. е. структуру, определенную на структурах множеств, составляющих данную систему.

понятия определены в [19, с. 66—75], см. также [15, с. 173—174]).

В рамках общей теории систем *суммативность* означает, что изменение любого элемента системы зависит только от него самого. В результате изменение всей системы является суммой изменений не зависящих друг от друга ее элементов (взаимодействие элементов в этом случае равно нулю, и фактически мы имеем дело с вырожденной системой). Свойством суммативности обладают, по крайней мере, некоторые этапы эмпирического исследования (отдельные эксперименты и эмпирические описания объекта могут не зависеть друг от друга), а также первые шаги теоретического построения знания (когда еще не установлены общие принципы, объединяющие воедино отдельные элементы знания о некоторой предметной области). Однако в чистом виде суммативность научному знанию не присуща (в нем всегда имеет место связь отдельных элементов, и свойством суммативности могут обладать лишь относительно обособленные фрагменты знания, да и то лишь на определенных этапах их развития). Для научного знания специфичен его целостный характер.

В отличие от суммативности *целостность* объекта означает, что изменение любого элемента системы оказывает воздействие на все другие элементы системы и приводит к изменению всей системы, и наоборот, изменение любого элемента зависит от изменений всех других элементов системы. Свойством целостности в этом смысле в полной мере обладают формальные, дедуктивные системы знания. Для открытых систем знания характерен переход от состояния суммативности (в той или иной степени) к состоянию целостности. Этот процесс можно назвать *систематизацией* знания. Противоположный процесс — *механизация* — переход от состояния целостности к состоянию суммативности находит свое выражение в периоды крутой ломки сложившихся теоретических представлений и зарождения новых теоретических схем (парадигм). Новая парадигма более суммативна, чем ее предшественница, которая, как правило, проделав длительную эволюцию, максимально выявила свои целостные потенции. Будучи, однако, сформулированной, новая парадигма начинает свой цикл жизни, двигаясь от состояния относительной суммативности к состоянию целостности.

Другие аспекты систем знания выражаются в понятиях централизации и иерархической организации систем. *Централизация* представляет собой процесс увеличения коэффициентов взаимодействия у части или отдельного элемента системы. В результате незначительные изменения этой части (ведущая часть системы) приводят к существенным изменениям всей системы. Роль ведущей части систем знания выполняют аксиомы и правила вывода — в формальных дедуктивных теориях, основные теоретические принципы — в открытых системах знания, и т. д. Системам знания присущ *иерархический принцип организации* отдельных

элементы системы представляют собой системы низшего порядка, а рассматриваемая система выступает в качестве элемента системы более высокого порядка. Так, высказывания при их анализе могут рассматриваться как системы терминов, а теории, т. е. системы высказываний, в свою очередь, могут выступать в качестве элементов более сложных систем знания, например, определенной последовательности — логической или исторической — связанных между собой теорий.

* * *

Изложенные соображения о возможностях системного исследования научного знания представляют собой, конечно, только первый подход к этой проблеме. Однако даже таких сравнительно простых констатаций, как нам представляется, вполне достаточно, чтобы положительно оценить перспективность использования идей системного подхода и общей теории систем для дальнейшего развития и совершенствования современных методологических концепций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
2. Козлова М. С. Философия и язык. М., 1972.
3. Кузьмин В. П. Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М., 1976.
4. Кун Т. Структура научных революций. М., 1975.
5. Левин А. Е. Реферат на книгу F. Suppe (ed.). The Structure of Scientific Theories. Urbana, 1974.— РЖ «Науковедение», 1975, № 4, реф. 75.04.029, с. 93—104.
6. Лекторский В. А., Швырев В. С. Актуальные философско-методологические проблемы системного подхода.— «Вопросы философии», 1971, № 1.
7. Лекторский В. А. Философия, наука, «философия науки».— «Вопросы философии», 1973, № 4.
8. Мамчур Е. А. Проблема выбора теории. М., 1975.
9. Месарович М. Основания общей теории систем.— В кн.: Общая теория систем. М., 1966.
10. Микулинский С. Р., Маркова Л. А. Чем интересна книга Т. Куна «Структура научных революций».— В кн.: Кун Т. Структура научных революций. М., 1975.
11. Мирский Э. М. Системный подход в изучении науки (методологические замечания).— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.
12. Никифоров А. Л. Методологическая концепция П. Фейерабенда.— «Вопросы философии», 1976, № 8.
13. Раннап Э. Р. Системный анализ описания изобретений.— «Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы», 1971, № 6.
14. Ревзин И. И. К соотношению структурного и системного подходов в современной лингвистике.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1972. М., 1972.
15. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М., 1974.

16. Швыргов В. С. Неопозитивизм и проблемы эмпирического обоснования науки. М., 1966.
17. Шрейдер Ю. А. К определению системы.— «Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы», 1971, № 7.
18. Юлина Н. С. Постпозитивизм и «новая метафизика».— «Вопросы философии», 1974, № 1.
19. Bertalanffy L. von. General System Theory. Foundations. Development. Applications. London, 1971.
20. Caws P. Science and Systems: On the Unity and Diversity of Scientific Theory.— «General Systems», v. XIII, 1968.
21. Feigl H. Empiricism at Bay? — In: R. S. Cohen and M. W. Wartofsky (Eds.) Methodological and Historical Essays in the Natural and Social Sciences. «Boston Studies in the Philosophy of Science», vol. XIV. Dordrecht, Boston, 1974.
22. Feyereabend P. K. Consolations for the Specialist.— In: I. Lakatos and A. Musgrave (Eds.). Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge, 1970.
23. Hanson N. R. Patterns of Discovery. Cambridge, 1958.
24. Hooker C. A. Philosophy and Meta-philosophy of Science: Empiricism, Popperianism and Realism.— «Synthese», v. 32, 1975, N 1/2.
25. Klir G. J. The Polyphonic General Systems Theory.— In: G. J. Klir (Ed.). Trends in General Systems Theory. New York, 1972.
26. Lakatos I. Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes.— In: I. Lakatos and A. Musgrave (Eds.). Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge, 1970.
27. Lakatos I. History of Science and Its Rational Reconstructions.— In: R. C. Buck and R. S. Cohen (Eds.). PSA 1970. In Memory of Rudolf Carnap. «Boston Studies in the Philosophy of Science», v. VIII. Dordrecht, 1971.
28. Logic, Methodology and Philosophy of Science, V. Proceedings of the Vth International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science (forthcoming).
29. Popper K. R. Logic of Scientific Discovery. London, 1959.
30. Popper K. R. Objective Knowledge. An Evolutionary Approach. Oxford, 1972.
31. Sneed J. D. The Logical Structure of Mathematical Physics. Dordrecht, 1971.
32. Stegmüller W. Theorie und Erfahrung. Zweiter Halbband. Theorienstrukturen und Theoriendynamik. Berlin — New York, 1973.
33. Suppe F. The Search for Philosophic Understanding of Scientific Theories.— In: F. Suppe (Ed.). The Structure of Scientific Theories. Urbana, 1974.
34. Toulmin S. Human Understanding, v. 1. Princeton, 1972.
35. Toulmin S. Scientific Strategies and Historical Change.— In: R. J. Seeger and R. S. Cohen (Eds.). Philosophical Foundations of Science. «Boston Studies in the Philosophy of Science», v. XI. Dordrecht — Boston, 1974.
36. Wartofsky M. W. Metaphysics as Heuristic for Science.— In: R. S. Cohen and M. W. Wartofsky (Eds.). «Boston Studies in the Philosophy of Science», v. III. Dordrecht, 1968.
37. Watkins J. W. N. Metaphysics and the Advancement of Science.— «British Journal for the Philosophy of Science», v. 26, 1975, N 2.

СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ В ИСТОРИИ НАУКИ

Б. А. СТАРОСТИН

В любом анализе истории науки в явной или неявной форме присутствует некоторое модельное представление науки и ее развития. Так, например, для историков имманентного направления, от У. Хьюэлла [41] до Дж. Агасси [28, 29] и А. Койре [34, 35], наука представляет собой авторегенеративную систему, или процесс, повинующийся только собственной логике. Больше возможностей для понимания науки как системы дают модели, подчеркивающие социальную обусловленность науки, особенно те из них, в которых отражается связь между развитием науки и характером общественного производства. Наиболее четко задача преодоления односторонности как имманентных моделей науки, так и механистического прямого выведения ее развития из экономических факторов поставлена в рамках диалектико-материалистического направления, «объясняющего развитие науки особенностями материального производства... в то же время отчетливо сознающего и учитывающего относительную самостоятельность научного знания» [12, с. 16].

При анализе взаимодействия внешних и внутренних факторов в эволюции науки следует учитывать относительность обеих этих категорий. Внешние факторы, такие, как производительные силы или структура экономики, не являются в действительности чем-то абсолютно внешним для науки, и это особенно очевидно на этапе ее превращения в непосредственную производительную силу общества. Следует отметить, что еще К. Маркс, говоря о «развитии науки как самостоятельного фактора производственного процесса», подчеркивал, что при этом развитии, «если производственный процесс становится сферой применения науки, то и, наоборот, наука становится фактором... производственного процесса» [1, с. 75].

Из числа же факторов, имманентных для самой системы науки, те, которые так или иначе связаны с организацией или институционализацией науки, с подготовкой кадров или взаимодействием научных коллективов, образуют слой как бы «внешний» относительно познавательных процессов. В то же время он теснейшим образом связан с внутренними процессами производства нового знания и очень часто не может быть от них отдифференцирован, что было показано, в частности, Д. Прайсом на

примере анализа двойственной (информационной и престижно-организационной) природы научной статьи, прототипом которой «был скорее социальный, а не научный механизм накопления квантов информации», в генезисе которого «основным мотивом было установление и сохранение интеллектуальной собственности» [18, с. 339].

Внешние и внутренние факторы, детерминирующие науку, в процессе развития последней выступают как взаимосогласованные в той мере, в какой сам процесс представляет собой единство. Для выяснения природы этой согласованности необходима вспомогательная модель, удовлетворяющая методологическим требованиям, предъявляемым к системному подходу (включая интегративность, комплексность, междисциплинарность [6], [13], [27]), и выполняющая функцию посредствующего звена между фактуальным описанием, принятым в традиционной истории науки, и каузальным объяснением. Рассмотрим некоторые узловые проблемы построения подобной модели.

За основу для анализа комплекса проблем, связанных с построением модели, удобнее взять современное естествознание, поскольку моменты структуры науки, прослеживаемые для более ранних этапов ее истории лишь пунктирно, теперь отчетливо выражены. Мы можем воспринять прошлое в правильной исторической перспективе, поскольку мы знаем соответствующие явления в полном их объеме на современном опыте. Построение модели, таким образом, следует рассматривать как «дерево анализа проблемы», исходным пунктом которого служит понятие «(современной) науки». Интуитивно очевидное, оно может, однако, подвергаться исследованию в очень многих ракурсах, по тому или иному признаку (будь то подготовка кадров, деятельность школ или направлений, финансирование науки, ее производственная отдача и т. п.), задающему как бы срез науки как целого по определенной плоскости, которая соответствует некоторому потенциальному разделу науковедения. Аналогичное многообразие срезов свойственно исследованию любой сложной системы.

Использование модели системы предполагает выделение уровней описания, изоморфных уровням ее сложности и целостности и располагающихся в иерархию [20], [42]. Любое явление в системе получает свое отражение на каждом из данных уровней: например, такие атомарные факты науки, как научная публикация, открытие или новая концепция, имеют один определенный смысл на уровне масштабов науки (как организационное или информационное приращение), другой — на уровне научного сообщества и т. д. Ниже мы более подробно опишем четыре уровня, имеющих в предлагаемой нами модели.

Существенное значение в ней имеет понятие аспекта, которое трактуется нами как то общее, что проходит через все уровни, непосредственно задает изоморфизм между ними с выбранной позиции описания. Поясним свою мысль. Выделение в исто-

рии науки таких ее аспектов, как организационный и познавательный, помогло упорядочить описание науки в целом как процесса, проходящего через последовательность (не обязательно линейную и однонаправленную) системных состояний. В предлагаемую нами модель входят два аспекта описания.

До настоящего времени исследования науки как целого ограничивались в основном эмпирическими опытами панорамного изложения истории естествознания в мире [5], [33], [39] или в отдельных цивилизациях [19], [37], а также работами, в которых рассматриваются системообразующие факторы (СФ) науки [18], [28], [36]. СФ — параметры, или показатели данного отрезка развития науки: например, определенная численность научных кадров или темпы их возрастания свойственны этапу «большой науки» второй половины XX в.; развитие отраслей знания путем смены парадигм и соответствующего преобразования сообщества специалистов характеризует науку начиная с эпохи Возрождения.

Параметры науки всегда могут быть истолкованы и как факторы ее развития. Один и тот же показатель, например число научных центров или доля государства в бюджете науки, играет в зависимости от рассмотрения роль то свойства науки, то причины какой-либо тенденции в ее исторической судьбе. Этот двоякий характер СФ (как факторов и как параметров), отражающий специфику системного подхода в науковедении как связывающего каузальную модель и фактуальное описание, должен учитываться при разработке системной модели.

Цель этой разработки, выраженная в терминах СФ, — выявление структуры комплекса СФ науки. Иными словами, построение для каждого состояния науки некоторой матрицы СФ, упорядоченной по уровням и аспектам модели и, таким образом, отражающей генезис и функционирование науки в данном ее состоянии. Матрицы, служащие целям индивидуализации системных состояний науки (крупных этапов ее развития), будем называть эпистемогенными матрицами (ЭМ).

Для любого конкретного системного состояния науки его ЭМ носит гетерогенный характер, поскольку СФ науки включают как ее организационные, так и информационные характеристики. Специфика ЭМ для соответствующего системного состояния науки определяется характером человеческого труда, духовных и материальных производительных сил общества этого времени, они выступают в качестве интегрирующего момента ЭМ.

Имеется, по-видимому, некоторая закономерность: для последовательности системных состояний науки интегрирующие моменты их ЭМ приобретают все более специфичный и имманентный для науки характер.

На самой ранней стадии формирования знания в качестве интегрирующего момента выступает труд как целесообразная деятельность вообще. Позднее роль интегрирующего момента играют

более конкретизированные формы совместного труда, труда земледельца, ремесленника, мореплавателя, находящие себе выражение в создании перманентных очагов культуры. Еще позднее ведущее значение для становления науки получают дифференцированные формы всеобщего труда, зачатки которых имеются, например, в цеховой организации; затем — техника, для обслуживания потребностей которой необходимо все более непосредственное вмешательство науки; наконец, на современном этапе интегрирующее значение для огромных исследовательских комплексов приобретает освоение космоса, электроника и другие системообразующие факторы, самое бытие которых немислимо без совершенной научной базы. Развернуто этот вопрос рассмотрен ниже, при описании системных состояний науки. Здесь мы лишь поясним четыре уровня предлагаемой модели.

Высший уровень — представление о «науке в целом» — включает такие характеристики, как степень интегрированности знания, статус науки в обществе, ее методологию, цели исследования. Он естественным образом определяет следующий («уровень отдельных наук», или «уровень сообщества»), для которого характерна дифференциация научного сообщества, сообразно отраслевой структуре знания. К нему относятся не только такие показатели, как наличие парадигмы, на основе которой работает общество, или организация исследовательских групп, но и психологические характеристики ученого: эти характеристики входят в систему науки в той мере, в какой они удовлетворяют (или противоречат) критериям, предъявляемым данным сообществом.

Дальнейшее дробление может быть проведено различным образом, но при всех обстоятельствах его конечным результатом будет уровень минимальной сложности, «масштабов науки» (числовых показателей: затраты на науку, численность занятого в ней персонала и т. д.), дальше которого редукция уже не может пойти. Выбор промежуточных уровней между этим низшим уровнем и «уровнем сообщества» зависит в значительной мере от эвристических целей. Мы зафиксируем один дополнительный уровень соотношений между различными группами ее количественных показателей, т. е. «уровень пропорций науки», составляющий переход от элементарных параметров низшего порядка к весьма сложным характеристикам научного сообщества.

Столь же кратко поясним два основных выделяемых аспекта. Первый из них — информационный (мы отвлекаемся в данном случае от различий между информацией и знанием). Он присущ всем уровням. К группе характеристик, противопоставляемых нами информационному аспекту, относятся такие показатели, как абсолютный и относительный (например, в бюджете) объем финансирования, численность занятого в данной сфере персонала, структура администрации и т. д. Будем называть соответствующий аспект организационным.

Информационный и организационный аспекты тесно объеди-

цены на каждом уровне сетью связей, которые нередко достигают константности, позволяющей считать их корреляциями. Такие межаспектные связи назовем «инфорг-корреляциями».

На уровне «масштабов науки», например, имеется взаимозависимость между численностью научных кадров и числом открытий, между расходами на науку и производством нового знания. Для «уровня пропорций» в некоторых системных состояниях науки определенному соотношению между объемом государственных и частных или военных и гражданских исследований (организационный аспект) соответствует определенное же соотношение результатов прикладных и фундаментальных исследований. На уровне структуры сообщества присутствует целый ряд инфорг-корреляций, выражающихся в обратной связи между обоими аспектами: информационный аспект конституируется на базе организационного и в свою очередь цементирует его.

На «уровне науки в целом» необходимо отметить инфорг-корреляцию между возникновением экспериментального исследования природы и одновременно самостоятельной институционализацией науки. Характерно, что Ф. Бэкон был одновременно пионером экспериментальных методов и автором проекта «Соломонова дома», послужившего образцом для Лондонского королевского общества и Академии Леопольдины. Поучительны и контрпримеры, показывающие, что там, где не появилось эксперимента, не было и соответствующего прогресса в организационной сфере (например, в столь развитых системах знания, как древнеиндийская или древнекитайская). На том же уровне выявляются сложные инфорг-корреляции между развиваемой в науке картиной мира и социальной ролью и престижем науки [23], [26].

Пояснив исходные понятия вводимой модели, перейдем к анализу на ее основе ряда системных состояний науки.

Системный характер науки древности

Древнейшие стадии знаний о природе отличаются любопытной однородностью и выравненностью в различных цивилизациях. Для этого этапа остается справедливым замечание Дж. Бернала о том, что «благодаря бродячим ученым приносившие пользу интеллектуальные идеи... были разнесены почти повсюду и имели тенденцию образовывать общую совокупность знаний, толкуемых различным образом, с тем, чтобы приспособить их к преобладающим традиционным и религиозным идеям» [5, с. 665]. Повидимому, эта однородность была связана с недалеко отошедшим от исходной точки развитием средств труда¹, игравших веду-

¹ Единообразие производительных сил выражено тем заметнее, чем дальше мы уходим в глубь истории цивилизации. Для эпохи палеолита «сделанные из ископаемого дерева шелльские отщепы, грубые рубящие орудия и ручные рубила Бирмы ничем существенным не отличаются от изготовленных из обсидиана отщепов, грубых рубящих орудий и ручных рубил Армении и от кремневых отщепов, грубых рубящих орудий и ручных рубил Франции» [7, с. 55].

щую роль в ЭМ ранней науки (преднауки), когда ни общественно-экономические институты, ни имманентные стимулы развития знания еще не созрели для такой роли.

Низкая степень интеграции знания не означает, что наука на ранней ступени еще не представляла собой систему. Наоборот, уже для древнейших цивилизаций прослеживаются приведенные выше уровни описания, хотя и в весьма своеобразной форме. Уровень масштабов характеризуется минимальным объемом исследовательской деятельности. В течение тысячелетий оставались известными одни и те же простейшие операции над числами, одни и те же девять химических элементов в очищенном виде — золото, серебро, медь, олово, свинец, железо, ртуть, углерод, сера [32], сходные наборы лекарственных растений, дожившие до наших дней в народной фармакопее, и т. д. На уровне пропорций науки следует отметить безучастность государства к исследованиям (если не считать случаев организации экспедиций типа плавления вокруг Африки при фараоне Неко [8, с. 197]) и преобладание прикладных знаний над теоретическими. На уровне отдельных наук и сообщества ученых выступает сначала отсутствие какого бы то ни было внешнего оформления сообщества, позднее псевдоморфная институционализация в рамках жреческой или бюрократической элиты. Религиозная институционализация находит инфорг-корреляцию в преобладании мифологических элементов на уровне построения картины мира.

Высшим пунктом развития науки древнего мира явилась греческая и затем эллинистическая наука. Рассматривая греко-эллинистическую стадию как системное состояние науки, мы можем представить ее в виде следующей таблицы.

Таблица 1

	Информационный аспект	Организационный аспект
Уровень масштабов науки	Быстрый рост числа описаний новых растений, животных, минералов и т. д., числа открытий во всех областях естествознания.	Увеличение численности ученых, величины расходов на науку.
Уровень пропорций науки	Увеличение доли теоретических знаний в общем объеме информации; выделение естествознания в качестве области науки.	Обособление инженерных и военных исследований; sporадическое участие государства в финансировании науки.
Уровень структуры сообщества	Возникновение научных школ и других форм преемственности в исследованиях. Создание первого в истории наук набора парадигм по всему фронту исследований.	Первые попытки организации научных исследований и самостоятельной институционализации науки.
Уровень науки в целом	Создание атомистических и телеологических вариантов ранненатурфилософской картины мира.	Возникновение харизматического образа «учителя» как носителя недифференцированного престижа «знания».

К этой таблице необходимо несколько примечаний. Об увеличении на рассматриваемой стадии расходов на науку и участия правительства в этих расходах (скажем, в содержании Александрийского музея, в строительстве военных машин Архимеда или в измерении дуги меридиана Эратосфеном) свидетельствуют очень многие источники, хотя их конкретные показания (например, легендарные «несколько тысяч человек», которых Александр Македонский, согласно Плинию Старшему [38, р. 55], дал в распоряжение Аристотеля для сбора растений и животных по Азии и Африке) далеко не всегда точны. Специализация ученых в близком к современному смысле началась (если не считать корпорации врачей-асклепиадов) в александрийский период, и, например, в области математических наук «лица, желавшие внести в них что-либо новое, принуждены были с этого времени всецело посвящать себя им. В IV столетии до нашей эры Евдокс из Книда, великий геометр и астроном, был в то же время врачом, моралистом и законодателем; и это далеко не исключительный пример... В последующие века мы не находим ничего подобного: геометры замыкаются в область своей науки, а если и выходят из нее, то лишь для того чтобы изучать приложение математики, например, к механике, как это делали Архимед или Герон» [25, с. 2—3]. Институционализация науки началась еще в догреческих цивилизациях в виде включения элементов исследования и наблюдения над звездами, разливами рек и т. д. в деятельность религиозных (вавилонские жрецы) или административных (египетские писцы) сообществ; дальнейший прогресс в институционализации привел к науке, замкнутой в эзотерических союзах (пифагорейцы), затем к философско-научным школам (Академия, Ликей), наконец, к высокообразованному естественнонаучным сообществам («Мусейон» Теофраста, особенно же Александрийский музей), расчлененным как «по горизонтали» (параллельное существование многих научных школ, коллективов и направлений), так и «по вертикали» (учителя-ученики). Сообщество объединялось парадигмой не в меньшей степени, чем это имеет место сейчас. Например, учение Гиппократов о темпераментах и их связи с четырьмя видами желчи было парадигмой для косской медицинской школы; если Евклид Мегарский учил о противоречивости взятого изолированно суждения, как такового, то и вся мегарская школа занималась тем, что иллюстрировала эту установку на примерах бесчисленных суждений. Что касается обособления теоретического знания от прикладного, оно впервые было выдвинуто как принцип в диалогах Платона «Политик» и «Филеб» [17, с. 12—13]. Однако односторонность обычного представления о пренебрежении греков к практическим искусствам и ремеслам видна уже из часто встречающихся у греческих классиков высоких оценок этой сферы. Скорее из анализа истории греко-эллинистической науки [5], [25] можно сделать вывод, что в ней соотношение между теорией и практикой было более оптимальным, чем где-

либо до этого, или после, в течение по крайней мере полутора тысячелетий. Гармонию между теоретическим и прикладным знанием наряду с высоким престижем математики² можно считать весьма важными компонентами эпистемогенной матрицы греко-эллинистической науки. Помимо этих компонентов, еще одним, тесно с ними связанным, СФ можно, по-видимому, считать традиционный эллинский рационализм (еще Геродот гордился тем, что всегда «эллыны отличались ббльшим по сравнению с варварами благоразумием и свободой от глупых суеверий» [8, с. 28] и слабые институциональной религии: «в Греции жрецы никогда не составляли какого-либо замкнутого сословия или касты. Они были обыкновенными гражданами своего государства, как бы высшими чиновниками, ведавшими культом» [9, с. 283]).

Огромную роль в матрице факторов древнегреческого естествознания играли развитые Грецией культурно-общественные структуры (полис с его прослойкой ремесленников, с интенсивной общественной жизнью и с развитием умственного труда как формы досуга) и производительные силы, в том числе транспорт. По мнению М. К. Петрова, в критический период становления древнегреческой культуры важнейшим «структурирующим агентом, стихийно формирующим новую социальность» [15, с. 71], было техническое нововведение — многовесельный корабль. Доводы, приведенные автором в пользу этого наблюдения, позволяют включить в ЭМ греческой науки мореплавание как стимул исследовательской ориентации³.

Можно выдвинуть предположение, что на этой ранней стадии науки основную эпистемогенную роль сыграл фактор времени, точнее, длительности непрерывного существования оседлой и земледельческой культуры, с тенденцией к развитию городов и навигации. Ни одна из культурных традиций не утрачивается при кочевом образе жизни в такой степени, как навигация.

Интенсивные международные контакты, облегчавшиеся навигацией, и ощущение межкультурной преемственности вели к зарождению форм всеобщего труда, каковым постепенно становился труд ремесленников, земледельцев, кораблестроителей и т. д., которые все больше сознательно и бессознательно использовали в своей деятельности изобретения и труд предшественников, в том числе иностранных. И только на базе всеобщего труда в отличие от труда просто совместного [2, с. 116] научный труд как всеобщий труд *par excellence* смог породить феномен науки как высокоинтегрированной системы, характеризующейся, в частности, свойством необратимости, т. е. невозможности для общества вернуться в донаучное состояние.

² См.: в «Законах» Платона: «Для хозяйства, для государства, наконец, для всех искусств ничто так не важно и никакая наука не имеет такой воспитательной силы, как занятие числами» [17, с. 222].

³ См. подробнее о роли навигации как СФ в процессе становления знания: [22], [24], [31].

В качестве интегрирующего момента эпистемогенной матрицы всеобщий труд в полной мере выступает только позднее, в основном с эпохи Возрождения. На рассматриваемой же стадии истории науки упомянутая необратимость, невозможность реверсии еще не была достигнута. Возникновение мощных бюрократических позднеабсолютистских и раннефеодальных монархий сыграло роковую роль в судьбе древней науки, с ее зачаточной институционализацией, слабой приспособляемостью и недостаточной социальной базой. Однако деструкция системного состояния науки не означала сама по себе уничтожения ЭМ; последняя продолжала развиваться, в частности, в Европе в таких своих компонентах, как ремесла, мореплавание и т. д., а также престиж знания вообще, хотя последний и выражался нередко в форме оценки знания как мощной, но враждебной, дьявольской силы [28]. Продолжавшаяся эволюция форм всеобщего труда в конечном счете при благоприятных условиях привела к восстановлению всей системы науки на несравненно более устойчивой основе, чем в античности.

От средних веков до эпохи просвещения

Среди компонентов средневековой ЭМ необходимо упомянуть постепенное освоение наследия античной науки, международные контакты в пределах Средиземноморья (и в том, и в другом плане особенно важна посредническая роль арабской науки), развитие механизмов и средств труда (механические часы, ветряная мельница, с XIII—XIV вв. доменные печи, шелкокрутильные машины, огнестрельное оружие и т. д.); к XII—XIII вв. относится настоящая революция в европейском кораблестроении, приведшая к появлению руля и румпеля, полностью парусных (безвесельных) нефов и коггов, правильных сочетаний парусов, дощатых палуб, лаппортов, к постановке проблем гидростатики (грузоподъемность), определения широты и долготы и соответственно к выработке целого ряда практических методов и приборов, пригодных для данных целей (усовершенствование компаса; астролябия; способы измерения расстояния луны от неподвижных звезд).

Вообще во многих отношениях средневековая ЭМ в гораздо большей мере заполняет пробел между античностью и Ренессансом, чем средневековая наука, точнее, чем информационный аспект последней, поскольку в организационном отношении многие основные формы науки нового времени восходят к средневековой (университеты, научные школы, приемы полемики и цитирования, диссертационная система).

Постепенно, по мере того как средневековые города развивались в качестве центров торговли, мореплавания и ремесла, разрыв между наукой и практикой преодолевался, причем как эффективное (на домануфактурной стадии) средство накопления производственных навыков и передачи знаний выступает цеховая

организация труда. Большое значение цеховой и коллегиальной структуры для характеристик всеобщего труда в позднее средневековье и отчасти на стадии Ренессанса позволяет считать этот фактор, практически отсутствовавший в античной культуре, интегрирующим моментом средневековой ЭМ. Цеховое мышление горожан способствовало формированию представлений о человеке как члене коллектива и продолжателе дела предшествовавших поколений, открывало пути для совершенствования форм всеобщего труда и для осознания неограниченных возможностей человека. Коллегиальный принцип в средневековой Европе распространился не только на ремесленников в узком смысле, но и на врачей, схоластов, садовников и других, привел к образованию бесчисленных братств, гильдий, орденов. Затем тот же принцип организации был воспринят представителями различных отраслей науки нового времени, традиции которой (профессионализм, испытания и конкурсы на звание, принципы руководства и ученичества, иерархия званий и степеней) несут отпечаток происхождения из цеховой структуры.

В средние века впервые в значительной степени нашло выражение взаимодействие (в рамках более крупного полицентрического и многоязычного культурного комплекса) ряда систем науки и образованности. Соответственно для уровня масштабов науки уже не свойственна ни такая выравненность по странам, как на древнейшем (доинституциональном) этапе, ни резкое преобладание одного-двух центров, как в эллинистический период. В средиземноморском культурном комплексе по своим масштабам до VII в. выделяется византийская наука, в VII—XII вв. арабская, позднее южноевропейская. В абсолютном измерении объем знания, в особенности вновь получаемого, снизился сравнительно с античностью; подобные временные отступления, связанные с острой потребностью науки в расширении социально-организационной базы, нередки в истории. Ведь и первые шаги вавилонской науки были регрессом по сравнению с шумерско-ассирийской, и достижения Греции архаического периода были ниже уровня более ранней, крито-микенской культуры. Только в эпоху Просвещения поступательное развитие науки приобрело выравненность. Средневековые источники повсеместно свидетельствуют о том, что доходы ученых не могли их обеспечить, если они не компенсировали себя какой-либо придворной или церковной должностью. Впрочем, встречались и такие центры, как частная академия везира Ибн-Киллиса в Египте (X в.), в которой на жалованье ученым, переписчикам и переплетчикам расходовалось 12 тыс. динаров в год, что равносильно стоимости крупного поместья [11]. Объем, точность и разнообразие инструментария постепенно увеличиваются вплоть до таких грандиозных проектов, как обсерватории Насириддина Туси в Мараге и Улугбека в Самарканде. На уровне пропорций знания для средних веков характерны попытки разграничения между специалистами-исследователями и

просто широко образованными людьми, обычно преподавателями (у арабов: *алим* и *адиб*; в Европе: *vir doctus* и *vir eruditus*), особенно же — противопоставление знания религиозного и знания светского. Это противопоставление восходит к более древним этапам (еще пифагорейцы делились на «математиков» и «акусматиков», сообразно тому, изучали ли они в основном рациональные доказательства — «математы» — или же символично-мистические предписания — «акусматы»), но для средневековья оно носит наиболее выраженный характер и может служить критерием отличия средневековой науки как от античного, так и от более поздних системных состояний. Прогрессивное значение этого противопоставления заключалось в том, что в дальнейшем оно привело (в частности, через аверроистскую концепцию двойственной истины) к выделению естественнонаучного знания в относительно автономную систему. Для уровня «сообщества» характерны недифференцированность отдельных наук, а также отражение цехового принципа в виде частного обращения к групповым формам обсуждения и исследования, к диспутам и прениям⁴. Наоборот, для уровня картины мира, методологии и других показателей науки в целом свойственно убеждение в неприкосновенности основ, данных откровением и авторитетом, в равной мере фиксировавшее птолемеевский геоцентризм, веру в ведьм и в философский камень и в корне противоречившее упомянутой тенденции к коллективным модусам исследования и взрощенному на их почве рационализму. Это противоречие разрешалось вытеснением науки, стремившейся к власти над природой, в сферу магического знания⁵, и в конечном счете явилось одной из причин, вызвавших в XV—XVI вв. начало перестройки системы знания на всех ее уровнях.

Наука Возрождения в своих основных параметрах, как и по составу ЭМ, еще не вырвалась полностью за рамки средневекового системного состояния, подготовившего ее достижения. Так, великие географические открытия стали возможными благодаря уже упомянутой революции в кораблестроении, венцом которой были созданные в XIII в. в Италии и усовершенствованные в

⁴ Вера в коллективный разум четко выражена в словах аль-Фараби (X в.): «Группу людей, следующих тому же мнению и ссылающихся на тот же авторитет, ведущий их за собою, можно рассматривать как один разум, а один разум может заблуждаться... Когда же различные умы сойдутся после размышления, самопроверки, споров, прений, дебатов, рассмотрения с противоположных сторон, то тогда не будет ничего вернее того убеждения, к которому они придут» [4, с. 45].

⁵ Для средневековой картины мира телеология стала как бы знаменем и, будучи неразрывно связана с религией, определяла собой задачу науки (объяснять величие творца из рассмотрения творений) и тем самым ее общественный статус. Двойственность престижа науки в средние века была рассмотрена нами ранее [23]. Здесь лишь отметим, что в возможность знания как власти над природой верили, но и боялись ее, как дела дьявола.

XIV—XV вв. в Португалии каравеллы; от средневековья был унаследован и такой существенный компонент ЭМ, как наличие объединенной по цеховому признаку высококвалифицированной и специализированной рабочей силы. Своеобразным явлением представляется включение в ЭМ некоторых важных СФ античной науки, в частности обновление престижа греческой натурфилософии.

На уровне масштабов науки прямым продолжением тенденций развития средневековой науки служили такие явления, как рост числа университетов (первые университеты были открыты в Болонье, Виченце, Ареццо и других городах Италии еще в XII — начале XIII в., а в Византии даже в IX в.) и ученых, изобретений и научных трактатов. Известно, сколь важное значение для индуктивного естествознания Ренессанса имели традиции исследования, созданные Буриданом, Оккамом, Николаем Оремом, Николаем Отрекурским, Альбертом Саксонским и другими схоластиками XIV в. Несомненно, Возрождение заложило основы и для расширения и углубления исследований, и для создания массовой базы их обнародования (книгопечатание), но влияние этих процессов на системное состояние науки в полной мере сказалось лишь в XVII в.

На уровне пропорций науки Возрождение продолжает борьбу за самостоятельность светского знания (достигнутые в этой области, а также в деле воссоздания единого фронта исследований во всех областях естествознания эти успехи можно считать главным сдвигом в системном состоянии науки, происшедшим в эпоху Ренессанса); продолжается также и спор между эрудитами-гуманистами, видевшими суть науки в образованности и подражании древним, и приверженцами опытного исследования природы. Оба конфликта разрешились в XVII в. победой сторонников независимости и первостепенной практической важности естествознания, хотя арьергардные бои продолжались до конца XIX в. (споры о дарвинизме и о реальном образовании). Разрешение этих споров имело большое значение и для уровня сообщества, поскольку способствовало резкому росту специализации ученых и дифференциации знания. Однако этот результат также проявился лишь в эпоху Просвещения, а идеалом знания Ренессанса оставался средневековый *doctor universalis*, лишь обогащенный познаниями в классической филологии и, не в последнюю очередь, в оккультных науках.

Справедливо было замечено, что только к XVII в. относится «начало процесса самосознания науки» [16, с. 12] — процесса, в ходе которого достижения Ренессанса были развиты в обширный комплекс преобразований, коренным образом изменивших системное состояние науки.

Эволюция системности науки в XIX — XX вв.

Специфика ЭМ XIX—XX вв. определяется тем обстоятельством, что наука не воссоздается заново, как наука периодов эллинизма, Ренессанса и (в значительной мере) Просвещения, из некоторого преднаучного или слабо структурированного состояния, но опирается на уже выработанные традиции и образ науки. Наряду с воспринятым от Просвещения престижем знания, унаследованный от XVII—XVIII вв. набор мощных инструментов научного исследования (математический анализ, биномиальная номенклатура в биологии, картографические проекции и т. д.) также играл важную системообразующую роль как готовое средство овладения материалом исследования. Многие особенности науки XIX в. отражают как внутринаучные, так и вненаучные СФ. Например, тенденция к превращению исследователя в узкого специалиста, в «частичного человека», представляется естественным результатом лавины новых знаний⁶. И в то же время справедливо отмечалось, что избыточная специализация и замыкание в сферу кастовых интересов является свидетельством процесса отчуждения духовной жизни: в результате отчуждения и дегуманизации науки, «организованной по образцу и подобию материального производства, растет число исследователей, не понимающих цели своей деятельности, не постигающих целостного процесса исследования» [14, с. 193].

Без учета СФ вненаучного характера невозможно понять и такой любопытный феномен в истории культуры XIX в., как со-

⁶ Специализация как следствие дифференциации науки, распада фронта исследований на ряд дисциплин (см. выше) началась уже в XVIII в. В своих неутрированных формах она представляет естественный этап развития науки как системы и не препятствует развитию личности ученого. XIX век, вызвавший к жизни тип «частичного» специалиста, дал также и галерею образов ученых не только всесторонне образованных, но и вносящих вклад в различные, порой несмежные области знания. Такие случаи говорят только против идеи неизбежности превращения ученого в «частичного человека», но не против дифференциации науки: внося вклад в различные дисциплины, ученый обогащает знание в каждой из них именно как в отдельной дисциплине. Начиная с XIX в. дисциплина выступает как основная системная ячейка науки, как своего рода микрокосм науки. Дисциплина отражает на себе основные закономерности развития всех уровней модели науки. Так, на уровне масштабов науки дисциплина характеризуется экспоненциальным и затем логистическим ростом числа публикаций, журналов, персонала и других показателей; на уровне пропорций дисциплина иллюстрирует соотношения теоретических и прикладных, частных и государственных исследований; на уровне сообщества дисциплина является результатом инфоркорреляции между парадигмой и принявшего ее сообщества исследователей, отражает установившиеся в науке традиции, способы подготовки кадров и общения между учеными; на уровне науки в целом дисциплина отражает престижные и мировоззренческие черты данного системного состояния науки.

ишадение начала эры научных конгрессов (1853 г. — первый международный конгресс по статистике, 1857 г. — по офтальмологии, 1860 — по химии, 1864 г. — по ботанике и т. д.) с целым рядом подобных мероприятий в других сферах международного общения (1848 г. — первый международный конкурс музыкальной композиции; 1851 г. — первая всемирная выставка, первый международный шахматный турнир и первая международная конференция по борьбе с эпидемиями; 1860 г. — первый международный съезд обществ покровительства животным; 1863 г. — первая конференция Международного красного креста). В качестве общих СФ в данном случае выступают новые международные языки (французский, прежде всего), удешевление транспорта, интенсификация международного общения после войн и политических потрясений первых десятилетий XIX в.; однако сама синхронность появления новых форм общения и организации может быть понята только в случае, если мы примем, что сообщество ученых есть подсистема более общего культурного сообщества, развивающегося как целое и в свойственном ему ритме.

Перед нашим современником наука XIX и первой половины XX в. предстает как некоторый классический период в развитии естествознания, когда оно было свободно и от хаотичности и стихийности ранних стадий, и от несоразмерного с возможностями отдельной личности гигантизма «большой науки» второй половины XX в. Вместе с тем не следует забывать, что по самой своей природе этот классический период был лишь переходной стадией к современной науке. Поэтому многие СФ этого сравнительно еще недавнего прошлого могут быть осмыслены, как таковые, лишь ретроспективно. Например, системообразующая роль производства счетных машин, впервые начатого К. Томасом в 1820-х годах, может быть оценена только, если мы будем рассматривать его как отправной пункт последующего развития вычислительных устройств вплоть до современной стадии, когда это развитие вызвало к жизни целый комплекс дисциплин, производств и новых концепций.

В отношении масштабов науки период от начала XIX в. до середины XX в. (будем продолжать называть его «классическим») характеризуется дальнейшим экспоненциальным ростом по всем информационным и организационным показателям, включая мощность приборов, число известных элементов и видов организмов, быстродействие счетных машин, число публикаций, научных журналов, исследовательских центров и кадров, финансирование исследований и разработок и т. д. Впрочем, такова общая картина, а обращаясь к отдельным показателям, мы должны вносить поправки: например, кривая числа известных химических элементов имеет не один, а три периода крутого подъема, для каждого из которых характерен свой закон экспоненциального роста; каждый новый подъем имеет конкретный содержательный повод: открытие кислорода, построение периодической системы

(Д. И. Менделеев, 1869 г.), синтез трансурановых элементов. Экспоненциальный рост весьма показателен именно для классического периода, в современный же, «постклассический» период экспоненциальный рост все чаще переходит в логистический. Это означает отнюдь не замедление роста науки, но начало сложной перестройки ее системного состояния. Слишком часто авторы, анализирувавшие рост науки в XX в., ограничивались указаниями (пусть конкретными и математически точными) на лавинообразное увеличение ее количественных параметров. Между тем основное значение для понимания системности современной науки и

Таблица 2

	Информационный аспект	Организационный аспект
Уровень масштабов науки	Возрастание мощности и точности научного инструментария. Стремительный рост числа новых открытий, описаний новых видов, географических сведений и других показателей.	Начало непрерываемого экспоненциального роста основных организационных показателей науки: численности научного персонала, числа публикаций, научных журналов ученых обществ и т. д. Образование массива публикаций.
Уровень пропорций науки	Увеличение доли и значения естественных исследований. Формирование постоянных соотношений между объемом теоретических и прикладных исследований.	Разграничение сфер частного и государственного финансирования науки. Установление соотношений между академической и университетской наукой.
Уровень структуры общества	Разделение фронта исследований на дисциплины, располагающие пересмотренными парадигмами	Возникновение регулярных форм общения ученых; создание академий, ученых обществ и других центров науки.
Уровень науки в целом	Создание замкнутой картины мира на основе метафизического образа мышления.	Признание науки в качестве социального института.

для управления ею все больше приобретают высшие структурные уровни. Не рост масштабов науки определяет рост ее эффективности, а рост эффективности имеет одним из своих косвенных последствий рост масштабов.

Поэтому же уровень пропорций науки значительно больше, чем уровень масштабов, приближает нас к пониманию закономерностей развития науки классического периода и их отличий от закономерностей, намечающихся для «большой науки». На первый план среди пропорций науки выдвигается соотношение прикладных и фундаментальных исследований, отчасти потому, что растущие затраты на науку остро ставят вопрос о ее практической отдаче. В течение XIX в. складываются значительные различия между странами по этому показателю. В Западной Европе в соответствии с традициями Просвещения теоретические исследования занимают ведущее место, в то время как в США, где традиции XVII—XVIII вв. были гораздо слабее и ЭМ фактически формировалась заново, преобладали прикладные исследования и

разработки. В течение XIX — начала XX в. такая структура была фактором более быстрого технического прогресса США, но дальнейшее развитие фундаментальных исследований привело к огромному практическому значению ряда достижений в этой сфере (атомная энергия, электроника), которые не могли быть заимствованы путем простой покупки патентов или изучения публикаций. Только решительные меры по усилению связи фундаментальных и прикладных исследований (создание Национального бюро стандартов, Американского института инженеров-консультантов), по привлечению ученых-иммигрантов из европейских стран и по увеличению государственного субсидирования фундаментальных исследований позволили США во второй трети XX в. сохранить первенство в капиталистическом мире как в научной, так и в собственно технической области.

В области соотношений научно-исследовательского и научно-педагогического секторов для всего XIX и особенно XX в. характерно постепенное углубление разрыва между ними, что лишний раз подчеркивает невозможность подвести все сдвиги в системном состоянии науки под категорию прогресса. До настоящего времени проблема, как насытить преподавательский состав вузов крупными учеными и в то же время не снизить продуктивности этих ученых, остается тяжелой задачей. Впрочем, опыт классического периода содержит и некоторые попытки преодоления разрыва, изучение которых может оказаться полезным; такой попыткой являлась, в частности, традиция иметь в университетах места без прямой преподавательской нагрузки (например, такая должность была у А. Эйнштейна в Берлинском и затем в Принстонском университетах).

В области пропорций государственного и частного субсидирования науки общая тенденция со времен промышленного переворота конца XVIII в. и до начала XX в. заключается в увеличении роли государства в прикладных исследованиях и в возрастании веса военных разработок в государственном секторе исследований. Это возрастание отчетливо прослеживается со времен наполеоновских войн, причем уже тогда оно затрагивало не только прикладные, но и фундаментальные исследования, со всеми отрицательными последствиями (ср. засекречивание работ Г. Монжа по начертательной геометрии). Начиная с последней четверти XIX в. в различных капиталистических странах создаются правительственные ведомства по науке. Однако компетенция этих учреждений была ограниченной, и они не были способны создать систему планирования исследований и разработок в национальном масштабе. В конце XIX — начале XX в. в связи с ростом концентрации монополистического капитала тенденция к огосударствлению гражданского сектора исследований осложнялась организацией частных лабораторий при фирмах (например, в США в 1915 г. таких лабораторий было около ста, к 1930 г. — уже 1600) и отраслевых институтов типа Американского инсти-

туда железа и стали, созданного в 1908 г. как некоммерческая корпорация металлургических компаний. В целом ни в одной капиталистической стране огосударствление науки, служащее необходимой предпосылкой ее планирования в национальном масштабе, не нашло полного и последовательного выражения.

В течение XIX в. растущее значение и самосознание науки привели к ранее неизвестным формам деятельности научного общества, включая упомянутые выше международные конгрессы, а также «летние школы» естествоиспытателей (впервые их стал устраивать в 1850-х годах Ж. Агассис в Массачусетсе) и другие нововведения, которые, в свою очередь, способствовали усилению самосознания науки и укреплению естествознания в качестве признанного общественного института; в середине XIX в. У. Хьюэлл [41] ввел термин «scientist» применительно к ученым, профессионально занятым естествознанием.

Сложившаяся в XIX в. многоуровневая и высокодифференцированная система науки подверглась в XX в. потрясениям, сначала в содержательном аспекте (научная революция начала XX в.), а затем и в организационном. Обширный комплекс изменений, охвативший как науку, так и технику, и получивший наименование современной научно-технической революции, привел в середине текущего столетия к существенным изменениям в характере науки и научной деятельности, позволяющим выделять последние два-три десятилетия как особое системное состояние («большую науку»), важность которого для истории науки несоизмеримо велика по сравнению с его хронологической краткостью. ЭМ науки в этот период, с одной стороны, чрезвычайно расширяется, охватывая практически все сферы производства, с другой — предельно сближается с наукой, что особенно заметно на примере таких важнейших СФ науки, как освоение космоса, ядерной энергии, глубин океана и другие отрасли, цена производства в которых слагается в первую очередь из стоимости научных исследований и опытно-конструкторских разработок. Нижеследующая таблица резюмирует сдвиги, происшедшие на различных структурных уровнях науки при переходе от классического периода («малой науки») к «большой науке» (см. стр. 129).

Переход от экспоненциального роста к логистическому, равно как имеющее место в классических областях типа систематики, описательной географии или гидродинамики замедление роста числа открытий (порой даже прекращение, как уже после 1820 г. невозможно было открыть новый материк), вполне естественны [48], и в системном плане смысл этих явлений именно в переносе основных акцентов роста и развития науки на высшие уровни ее структуры, в гармоничном развитии науки, для которого стихийный экспоненциальный рост неувязанных друг с другом параметров является препятствием. В этих условиях особое значение для гармонизации науки приобретает второй из структурных уровней, пропорции науки, поскольку именно выявляемые дис-

Таблица 3

	Информационный аспект	Организационный аспект
Уровень масштабов науки	Замедление роста числа новых открытий в классических дисциплинах. Ускоренное производство знаний в стыковых областях и новых «горячих точках» естествознания.	Продолжение экспоненциального роста основных параметров; постепенный переход к логистическому росту.
Уровень пропорций науки	Стирание традиционных границ между прикладными и теоретическими исследованиями; организация науки по типу комплексных проектов, включающих в равной мере научные и технические компоненты.	Увеличение роли разработок и государственного сектора в прикладных, затем и в фундаментальных исследованиях. Сращивание университетской науки с государственным сектором с помощью системы заказов.
Уровень структуры сообщества	Пересмотр классических парадигм по всему спектру исследований.	Применение ЭВМ для проведения и организации исследований; развитие неформальных средств коммуникации; институционализация реферативных служб.
Уровень науки в целом	Растущее влияние естественнонаучной картины мира на формирование мировоззрения, философии, искусства и других сторон современной культуры. Обострение проблем моральной ответственности ученого. Разработка системного подхода в методологии естественных наук.	Превращение науки в один из важнейших социальных институтов на базе ее внедрения в экономику и в производство в качестве непосредственно движущей силы.

пропорции указывают на неадекватность роста тех или иных параметров. Некоторые показатели этого уровня в настоящее время можно считать более или менее установившимися; например, в большинстве развитых стран расходы на науку постепенно приближаются к 4% от валового национального продукта.

С другой стороны, уже рассматривавшееся нами соотношение между наукой и образованием никак нельзя считать установившимся, поскольку две основные тенденции в этой области — стремление обеспечить должный уровень преподавания и стремление сосредоточить преподавателей только на педагогической работе — по-прежнему противостоят друг другу. В ряде капиталистических стран университеты прибегают к дополнительным источникам финансирования в форме правительственных заказов, позволяющих предоставить крупным специалистам работу академического типа. Однако теневой стороной при этом выглядит военный характер большинства заказов; в результате одна из основных диспропорций организации науки — крен в сторону исследований и разработок военного назначения, «дегуманизация науки» [14, с. 193] — распространяется и на сферу образования. На уровне структуры научного сообщества современный период, помимо очевидных успехов в организации сообщества, также превращает в ряде стран науку в новую сферу конкуренции между монополиями и дискриминации развивающихся стран («утечка мозгов»).

Таким образом, современный период развития науки, являясь прямым продолжением многих тенденций предшествовавших системных состояний, ставит также новые проблемы, связанные с несоответствием между потребностями «большой науки» как наиболее развитой формы всеобщего труда и социальными аспектами ЭМ. В этом отношении большую ценность для выявления оптимальных форм структуры и организации науки на современном этапе имеет опыт научного строительства, накопленный в СССР.

Разработка эффективной научной политики была одной из важнейших задач Советской власти с самого начала ее существования. Пользуясь предложенной выше системной схемой, можно констатировать, что на уровне масштабов наука в СССР характеризуется высокими (во многих случаях наиболее высокими в мире) абсолютными значениями важнейших показателей и их стабильным экспоненциальным ростом, на уровне пропорций — тенденцией к оптимальному балансу по основным параметрам данного уровня и полностью государственной организацией исследований, позволяющей осуществлять планирование и нормативное прогнозирование всей системы науки; на уровне сообщества, помимо общих парадигмально-дисциплинарных соотношений, развитой системой институционализации, в виде координированного комплекса специализированных академических и внеакадемических центров; на уровне науки в целом, массовой социальной базой и высоким престижем науки как одного из ведущих факторов общественного прогресса.

Цели эффективного развития науки требуют изучения (и не в последнюю очередь в системном плане) всего опыта, накопленного отечественной и мировой наукой, в том числе и в смысле достижений в сфере организации науки. В этом отношении еще многое предстоит сделать. В частности, недостаточно работ по описанию и особенно по сравнению систем организации науки в различных странах, в прошлом и в настоящем; мы не имеем также и монографии по истории развития отечественной науки как системы, хотя несомненно, что лучшие традиции русских научных школ, обществ и других объединений на уровне сообщества ученых были восприняты организаторами советской науки. Детальное изучение структуры и процессов интеграции в советской науке в науковедческом и наукометрическом плане еще только началось, но обещает дать большие результаты, в том числе и для практических задач совершенствования управления наукой. В правильной постановке и скорейшем решении этих задач заключается одна из главных целей системного исследования науки.

Изучение специфики и тенденций развития системных состояний науки имеет практическое значение также для целей прогнозирования науки. Ряд тенденций будущего системного состояния

могут быть с большой вероятностью указаны сегодня. Это сбалансированный рост масштабов науки, подъем уровня ее системности как в информационном (единство процессов интеграции и дифференциации науки), так и в организационном плане; повышение производственной отдачи науки и зарождение в недрах науки (включая не только физико-химические и технические дисциплины, но и биологию, медицину, океанографию и т. д.) целых комплексов не существовавших ранее производств. В целом же задача построения модели, пригодной как для анализа изменений науки как системы в прошлом, так и для практических целей прогнозирования и управления исследованиями, представляется трудной и требующей коллективных усилий, но выполнимой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения, т. 12.
2. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения, т. 25, ч. 1.
3. Маркс К. Машины. Применение природных сил и науки.— «Вопросы истории естествознания и техники», 1968, вып. 25.
4. Аль-Фараби. Философские трактаты. Алма-Ата, 1970.
5. Бернал Дж. Наука в истории общества. М., 1956.
6. Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системные исследования и общая теория систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1969. М., 1969.
7. Борисовский П. И. Древнейшее прошлое человечества. М.— Л., 1957.
8. Геродот. История в девяти книгах. Л., 1972.
9. История древней Греции. Под ред. С. И. Ковалева Ч. 1. М., 1936.
10. Менделеев Д. И. Перед картиною А. И. Куинджи.— Сочинения, т. 24. М.— Л., 1954.
11. Мец А. Мусульманский ренессанс. М., 1973.
12. Микулинский С. Р., Маркова Л. А. Основные методологические направления в зарубежной истории науки. М., 1971.
13. Мирский Э. М. Междисциплинарные исследования как объект науковедческого изучения.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1972. М., 1972.
14. Огурцов А. П. Отчуждение.— Философская энциклопедия, т. 4. М., 1967.
15. Петров М. К. Язык и категориальные структуры.— В кн.: Науковедение и история культуры. Ростов, 1973.
16. Петров М. К., Потемкин А. В. Самосознание науки.— В кн.: Социология науки. Ростов, 1968.
17. Платон. Сочинения в трех томах, т. 3. М., 1972.
18. Прайс Д. Малая наука, большая наука.— В кн.: Наука о науке. М., 1966.
19. Райнов Т. И. Наука в России XI—XVII веков. М., 1940.
20. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М., 1974.
21. Старостин Б. А. Системный подход, параметры и сложность биологических объектов.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1974. М., 1974.
22. Старостин Б. А. Византийская наука в контексте средневековой культуры.— В кн.: Античность и Византия. М., 1975.
23. Старостин Б. А. Ранние стадии оценки науки (К проблеме диахронии системообразующих признаков).— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1976. М., 1977.
24. Труды X чтений К. Э. Циолковского. Калуга, 1976.
25. Таннери П. Первые шаги древнегреческой науки. СПб., 1902.

20. Шахматов В. С., Юдин Э. Г. Мировоззренческая оценка науки: критика буржуазных концепций сциентизма и антисциентизма. М., 1973.
27. Юдин Э. Г. Методологическая природа системного подхода — В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.
28. Agassi J. Towards an Historiography of Science. 's-Gravenhage, 1963.
29. Agassi J. The Nature of Scientific Problems and their Roots in Metaphysics.— In: The Critical Approach. N. Y., 1964.
30. Breccia E. Alexandria ad Aegyptum. Bergamo, 1922.
31. Dart R. Africa's Place in the Emergence of Civilization. Johannesburg, 1960.
32. Forbes R. J. Metallurgy in Antiquity. Leiden, 1950.
33. Geymonat L. Storia del pensiero filosofico e scientifico, v. 1—6. Milano, 1970—1972.
34. Koyré A. Etudes Galiléennes. Paris, 1939.
35. Koyré A. Some Historical Assumptions of the History of Science.— In: Scientific Change. N. Y., 1963.
36. Lilley S. Cause and Effect in the History of Science.— «Centaurus», 1953, v. 3, N 1—2.
37. Needham J., Wang Ling. Science and Civilization in China, v. 1—5. Cambridge, 1954—1974.
38. Plinius Secundus. Naturalis Historia, v. 2. Berolini, 1867.
39. Taton R. (Ed). Histoire générale des sciences. Paris, 1957.
40. Whewell W. History of the Inductive Sciences, v. 1—3. London, 1837.
41. Whewell W. Novum Organum Renovatum. London, 1858.
42. Woodger J. H. The Axiomatic Method in Biology. Cambridge, 1937.

МАССИВ ПУБЛИКАЦИЙ И СИСТЕМА НАУЧНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Э. М. МИРСКИЙ

Ранее, в работе [11], обсуждая методологические проблемы системного исследования науки, мы обращали внимание на те прежде всего статистические закономерности массива научных публикаций, содержательная интерпретация которых позволяет выявить основные процессы, характеризующие научную дисциплину как систему. В настоящей статье мы продолжим это исследование, с тем чтобы рассмотреть влияние организационных характеристик массива публикаций в научной дисциплине на ее функционирование.

В подавляющем большинстве теоретических изображений науки и научной деятельности представление объекта исследования строится на эмпирическом материале, полученном из публикаций. Публикация выступает как первичный источник сведений о научном знании, отношениях между учеными, строении и динамике научных объединений и т. п. Для науковеда, философа, логика, методолога, специалиста по информатике, а до недавнего времени и для социолога науки, той конечной реальностью, из которой исследователь черпает свои представления о науке, выступают публикации. В иных формах наука этим исследователям не дана. Даже в истории науки, где наряду с публикацией тщательно и подробно изучаются другие документы (неизданные рукописи, черновые наброски, письма, воспоминания современников и т. п.), примат научной публикации как основного источника историко-научного исследования выступает не только неслучайным условием, но и методическим принципом (см., например, [25]).

Отличающиеся друг от друга изображения науки в различных исследовательских традициях — получение нового знания и переход от одной теории к другой (логика развития науки); представление о парадигме, научном сообществе и регулирующих отношениях между его участниками нормам (концепция Кюна); распределение ролей между участниками научной деятельности и типология ученых (социология и психология науки) — становятся объектами изучения лишь постольку, поскольку сведения о них имеются в научной публикации.

Отметить этот факт необходимо, потому что в большинстве перечисленных традиций он не рефлектируется. Внутри каждой из них дискуссия идет уже на вторичном материале. Ее предме-

том является интерпретация тех или иных сведений о науке, ранее извлеченных из научных публикаций соответствующей дисциплины, но к моменту обсуждения уже ассимилированных традицией. Соответственно при построении идеализованных объектов каждой исследовательской традиции (научное знание, научная теория, научное сообщество и т. п.) вопрос о связи этих объектов с некоторой систематизированной эмпирией практически не ставится. В качестве постулата берется представление о том, что целостность науки выступает исключительно как некоторая интуитивная данность, а каждая традиция изучает отдельный аспект этого целостного образования. Такая посылка в принципе исключает возможность постановки вопроса о связи между аспектами, требующей обязательного подкрепления интуитивного представления о целостности науки изображением ее организации.

Указание на то, что общим для всех перечисленных традиций является не только интуитивная посылка, но и некоторое единое эмпирическое основание, является весьма существенным, так как этот общий для всех традиций массив эмпирических сведений может быть представлен не на уровне интуитивной очевидности, а в дискретной и организованной форме.

Проблема экспликации связи различных аспектов исследования науки, приобретает таким образом гораздо более продуктивную в исследовательском отношении постановку. С одной стороны, мы располагаем разработанными в разных исследовательских традициях и не связанными друг с другом изображениями различных процессов, характеризующих функционирование и развитие научной дисциплины. С другой стороны, у нас есть сведения об организации эмпирического массива общего для всех перечисленных исследовательских традиций. Задача состоит, следовательно, в том, чтобы показать, каким образом сведения об организации массива дисциплинарных публикаций могут быть использованы для системного изображения научной дисциплины, отдельные стороны которого изучаются различными научными традициями.

Мы рассматриваем саму научную дисциплину как устойчивую форму организации науки нового времени во всех ее существенных проявлениях (научное знание, профессиональные характеристики научной деятельности, особенности воспроизводства и развития и т. п.). С этой точки зрения мы можем говорить о научной дисциплине как относительно автономной системе с развитыми механизмами саморегуляции, обеспечивающими ценность и устойчивость системы во времени. Поскольку срок жизни системы в целом существенно превышает срок жизни ее элементов (практически независимо от способа элементного членения; см. об этом подробнее [11, с. 190—193]), мы должны для удовлетворительного ее изображения учитывать наряду с процессами функционирования и процессы воспроизводства.

Говоря о содержательной интерпретации указанных представлений о дисциплине как системе, мы должны уяснить, каким обра-

зом научная дисциплина в каждый момент времени сохраняет свою целостность как совокупность знания и профессия вопреки или благодаря постоянному обильному притоку новых исследовательских результатов и новых членов дисциплинарного сообщества. При этом необходимо учесть следующие обстоятельства.

Во-первых, являясь объединением, организованным по профессионально-предметному основанию, научная дисциплина сохраняет свою целостность, несмотря на то что процессы ее функционирования рассредоточены в пространстве и протекают в различном институциональном окружении.

Во-вторых, несмотря на непрерывное пополнение фонда дисциплинарного знания новыми исследовательскими результатами, научное содержание дисциплины в каждый момент времени может быть сформулировано и формулируется в виде некоторого компендиума, по своему объему доступного для усвоения одному человеку, причем полнота этого усвоения такова, что позволяет этому человеку самостоятельно включиться в исследование (см. [22]).

В-третьих, описание основных процессов, происходящих в научной дисциплине, должно учитывать открытый характер системы, ее постоянное взаимодействие с другими дисциплинами, а также возможности дифференциации и эволюции.

В-четвертых, рассматривая организацию дисциплины как некоторую инвариантную во времени схему, мы при описании не можем не учитывать исторически преходящий характер содержания всех ее компонентов, идет ли речь о составе дисциплинарного знания, или о составе научного сообщества, или даже о критериях научности, содержательном наполнении оценок и т. п.

Такая постановка проблемы целостности научной дисциплины стала возможной благодаря тому огромному материалу, который накоплен в последние 10—15 лет, когда научная публикация стала объектом интенсивных исследований в науковедении и информатике (подробный обзор основных направлений исследования и библиографию см. [5, 13]). С известной долей условности эти исследования можно разделить на два направления.

Одно из них занималось выяснением функции публикации в научной деятельности. Как правило, объектом конкретных исследований при этом выступали различные показатели одного типа публикации — научной статьи — или связанные с ней публикационные события (соавторство, цитирование, сроки публикации в различных группах журналов, взаимоотношения автора, редактора и рецензента и т. д.). Результаты этих исследований продемонстрировали роль публикации в мотивации ученых, в обеспечении единого фронта изучения проблем и преемственности их изучения во времени и т. д.

Важным, с нашей точки зрения, результатом явилось выяснение того обстоятельства, что именно публикационный массив является для всех участников дисциплины наиболее устойчивой частью дисциплинарного целого. Из него ничего не вычеркивается,

архив научной дисциплины един для всех ее участников и в принципе (разумеется, только в принципе) доступен каждому из них. Устойчивость научной литературы связана и с другим ее качеством — довольно жесткими стандартными требованиями к оформлению публикации. Идет ли речь об эпохальном открытии или о подтверждении некоторого частного результата, о драме идей или о будничной полемике, конечный продукт всегда приобретает стандартную универсальную форму.

Эта особенность массива публикаций использована в другом направлении их исследования, где методы статистической обработки массива применялись с целью выяснить существенные организационные характеристики научной деятельности в целом¹. Иными словами, отношения в массиве публикаций рассматривались как косвенные показатели всей совокупности отношений в научной дисциплине. В первом направлении функции публикации являются целью исследования; во-втором публикация изучается лишь как показатель отношений в другой более широкой по содержанию совокупности.

В ходе указанных исследований удалось значительно усовершенствовать их методическую базу, подключить мощную вычислительную технику, разработать изопренные способы интерпретации полученных данных. Все это дало возможность повысить надежность результатов и расширило сферу их теоретического применения. Вместе с тем становится все более очевидным, что дальнейший прогресс в науковедческом изучении публикаций (а соответственно, и процессов функционирования научной дисциплины через ее публикационные показатели) тормозится бедностью структурных представлений и моделей объекта, лежащих в основе исследований [9], [16], [19].

Большинство моделей в науковедческом изучении публикаций опирается на понимание науки почти исключительно как *исследовательской деятельности*, а нового знания — как ее результатов. Основной единицей, моделируемой в конкретном исследовании, выступает в той или иной форме *акт приращения нового знания* (научное открытие, решение проблемы, фальсификация теории и т. п.).

Эмпирически наблюдаемым результатом этого акта считается публикация, а развитие научной дисциплины рассматривается как временная последовательность содержательно связанных познавательных актов, которая и должна воплощать историческое движение «переднего края» науки. То обстоятельство, что научная деятельность и ее отражение в массиве публикаций не ограничивается чисто исследовательской работой и, следовательно, не может осуществляться только на переднем крае, признается обычно

¹ Нужно отметить, что и в этом случае речь шла, по сути дела, об изучении прежде всего массива научных статей.

малосущественным² и учитывается только при некоторых частных задачах изучения науки.

Реализация системного изображения научной дисциплины, как оно сформулировано в начале данной статьи, требует существенно более богатого представления о структуре научной деятельности и характерных для нее процессах. Подобное структурное развертывание возможно не только в принципе, на уровне общих рассуждений, но может быть соотносено с систематизированной эмпирией за счет соответствующего расчленения массива дисциплинарных публикаций и функционального описания его составляющих.

Эшелоны дисциплинарной публикации

Как уже указывалось, описанные выше изображения науки имели дело с единичными актами деятельности на переднем крае дисциплины, а ее историческое развитие понималось опять-таки как движение переднего края. Естественной выглядит попытка развернуть изображение научной деятельности и ее отражение в массиве дисциплинарной публикации «в глубину». Обозначим, не нарушая единства терминологии, единицы, в которых происходит развертывание, как «эшелоны», находящиеся на различном временном удалении от переднего края. В содержательном отношении речь идет о дополнении представлений об историческом развитии дисциплины (ее филогенезе) изображением своего рода онтогенетических ее особенностей. Основными процессами, в которых наиболее полно выступают эти особенности, являются ассимиляция новых исследовательских результатов в структуре дисциплинарного знания и вывод новых членов дисциплинарного научного сообщества на передний край исследований. Оба процесса должны быть изображены уже не как единичные факты (такое упрощение является слишком сильным), а как определенная последовательность этапов, совокупная протяженность которых обычно составляет несколько лет, а в отдельных случаях и значительно больше. Оба эти процесса ограничены, с одной стороны, передним краем исследований (здесь появляются новые результаты и здесь же заканчивается «обучение» научного пополнения), а с другой — целостным систематическим изложением предмета дисциплины, каким он предстает внешнему наблюдателю в учебных курсах, популярных изложениях и т. п. Направленность процессов противоположная.

² Тенденция искать эмпирические референты науки как можно ближе к переднему краю исследований находит свое воплощение и в том, что в последние годы по мере роста техники эмпирического исследования центр внимания все больше смещается от научной статьи к предшествующим ей типам устной и письменной публикации (доклады на научных собраниях, препринты и т. п.) и к неформальным способам коммуникации.

С этой точки зрения мы можем расчленить и массив дисциплинарной публикации, выделив в нем эшелоны, находящиеся на различном удалении от переднего края исследований. Главным признаком для такого расчленения могут служить жанровые характеристики публикаций. Из истории науки известно, что отдельные жанры научной публикации (монография, статья, учебник, реферат и т. п.) появлялись в разное время в ответ на определенные потребности развития научной деятельности (оперативность коммуникации между исследователями, информационное обеспечение массовой научной профессии, сохранение приоритета и т. д.). (См. об этом [12], [21]). Появление в каждом случае некоторого нового жанра не означало, что он заменяет какой-либо из уже существующих; новый жанр дополнял список уже существующих с соответствующим перераспределением функций внутри массива в целом. Иными словами, мы можем предполагать, что каждый жанр публикации выполняет внутри массива (и дисциплины) совершенно определенные функции, отличаясь в этом отношении от других жанров.

Представление о функциональной специфичности жанра опирается не только на исторические характеристики массива, но и на определенные системно-теоретические соображения. Рассматривая дисциплину как систему, обладающую развитыми механизмами саморегулирования, мы обязаны предполагать, что эти механизмы в каких-либо своих проявлениях (скажем, в форме критериев) должны быть «видимы» для всех участников дисциплинарного сообщества. На этом базируется и предположение об участии массива в целом в процессах дисциплинарного регулирования. Поэтому и расчленение массива публикаций на некоторые функционально специфичные компоненты происходит в результате того, что эти компоненты, во-первых, достаточно устойчивы, а, во-вторых, основные функции каждого из них (но не вся совокупность взаимоотношений между ними) интуитивно очевидны для всего «населения» дисциплины³.

Для интерпретации подмассивов публикаций как эшелонов дисциплинарного массива расположим их в последовательности по временной удаленности от переднего края дисциплины, взяв в качестве единицы масштаба минимальный отрезок времени, необходимый для того чтобы полученный на переднем крае исследований результат мог быть опубликован в каждом из жанров. Последовательность публикаций (с естественным огрублением) будет следующей: (1) журнальные статьи и публикации докладов на научных собраниях; (2) подтверждающие сообщения, обзоры периодики (проблемные, аналитические и т. д.) и обзоры научных собраний за какой-либо период времени; (3) тематические

³ Именно из этого представления о функции каждого жанра исходят при изучении публикации историки науки, специалисты в области библиотечного дела, информатики и др.

сборники, монографические статьи, индивидуальные и коллективные монографии; (4) учебники, учебные пособия, хрестоматии, научно-популярные изложения содержания дисциплины и т. п. Разумеется, содержание каждого из подразделений может быть существенно развернуто, но для наших целей это не нужно, наоборот, мы вслед за другими исследователями публикаций (см. [14], [17]) еще больше упростим обозначение каждого из эшелонов, назвав его одним условным наименованием. Тогда вся последовательность примет такой вид: (1) статьи; (2) обзоры; (3) монографии; (4) учебники.

Эшелоны публикационного массива выступают как эмпирические эквиваленты (указатели) для выделения основных этапов в системе процессов, обеспечивающих целостность дисциплины. Соответственно, действие механизмов, регулирующих протекание каждого процесса, проявляется и может наблюдаться наиболее отчетливо на переходах между эшелонами, а функционирование каждого эшелона — интерпретироваться в терминах «вход — выход».

Для обозначения предметного содержания, движущегося от эшелона к эшелону, мы применяем термин «информация» (как он используется в информатике). При этом каждый эшелон рассматривается как совокупный носитель информации, который поступает на «вход», обрабатывается, перекодируется и через «выход» передается следующему эшелону. Как показатели способов обработки, организации и кодирования информации в каждом эшелоне рассматриваются жанровые особенности публикаций.

Одновременно с этим каждый эшелон анализируется и как дискретное множество однородных публикаций, причем важную роль приобретают его количественные характеристики. Эшелоны сильно отличаются друг от друга по объему, причем их величина убывает по мере удаления от переднего края, начиная с огромного и быстро растущего массива статей и кончая относительно небольшим массивом учебников. Имеющиеся данные (см. [2], [17], [19]) свидетельствуют о том, что наряду с организацией содержания каждого эшелона обработка информации предусматривает и простой отсев публикаций, причем величина этого отсева, варьируя от дисциплины к дисциплине, достигает иногда около половины объема эшелона. Это особенно отчетливо видно на материале обработки массива статей, значительная часть которых попадает в архив, не встречаясь больше ни в ссылках, ни в обзорах⁴. Из архива публикации в дисциплину уже не возвращаются, в лучшем случае они могут быть впоследствии обнаружены историками науки и ретроспективно переоценены.

Если объективность и критерии такого отсева — предмет особого изучения, то его эффективность прежде всего с социологи-

⁴ Величина этого показателя значительна и на «входе» эшелона статей, когда речь идет об отборе рукописей редакциями журналов.

ческой точки зрения весьма велика. Отсеивается не только содержание публикаций, существенно редуцируется от эшелона к эшелону список авторов вкладов и авторов, на которых эти последние ссылаются. По мере укрупнения масштабов информационных блоков изменяются критерии оценки личного вклада и при близости содержания нескольких публикаций все большее количество имен попадает в рубрику «и другие» (в том числе при существующих нормах цитирования и соавторы, которым не повезло с первой буквой фамилии). Наконец, в дисциплинарной классике — в этом естествознание кардинально отличается от гуманитарных наук — формальная ссылка на автора наиболее крупных и общеизвестных достижений (Евклида, Ньютона, Менделеева) вообще не практикуется, если данному вкладу официально не присвоено имя автора.

Количественные характеристики публикационных эшелонов существенно влияют и на содержание процесса пополнения научного сообщества, в основе которого лежит специализация новичков. Здесь публикации каждого эшелона должны обеспечить читателю ориентиры, дающие ему возможность отбирать релевантные публикации в массиве следующего, значительно более крупного по объему публикационного эшелона.

Наконец, рассматривая эшелоны массива публикаций и процессы внутри научной дисциплины, мы в соответствии с поставленной задачей подчеркиваем системный характер изучаемых объектов. Это, однако, не означает, что массив публикаций или дисциплина в целом понимаются нами в их функционировании как автомат. Наоборот, выделение специфических норм, детерминант и регулятивов производится, для того чтобы показать условия, в которых разворачивается деятельность научного сообщества, составляющих его группировок и индивидуальных ученых, как деятельность рациональная, основанная на принятии и реализации мотивированных решений (индивидуальных и коллективных).

Формирование и организация публикационных эшелонов

Эшелон статей. Вход этого эшелона располагается на границе между уже полученными и известными узкому кругу лиц результатами исследований и теми научными результатами, которые уже попали в сферу массовой стандартной публикации. Рукописи получаемых редакцией журнала статей представляют собой сообщения о результатах исследований, завершенных обычно 1,5—2 года назад, предварительно обсужденных на различных собраниях специалистов и, с точки зрения автора и его оппонентов, достойных публикации.

Тем не менее при формировании массива статей редакцией журнала производится отбор присланных рукописей, и часть их

(иногда довольно значительная) журналом отклоняется. Причины и мотивы отклонения рукописей редакциями в настоящее время исследуются (см., например, [18, 23]) довольно подробно. Гораздо меньше изучается вопрос о том, чем руководствуется редакция журнала, принимая рукопись к публикации, а между тем именно этот вопрос является главным, если нас интересует способ формирования эшелона статей.

Начнем с общих соображений. Редколлегия научного журнала составляет, как правило, наиболее видные специалисты соответствующей области исследования, т. е. лица максимально заинтересованные в том, чтобы журнал способствовал развитию дисциплины, своевременно и подробно информируя научное сообщество о всех интересных исследованиях. Отвечая на вопросы о причинах отклонения рукописей, члены редколлегии меньше всего ссылаются на ограниченность объема журнала. Наоборот, они склонны считать, что и после отбора в публикацию попадает слишком много незначительных материалов, которые, скорее, заполняют объем номера, чем несут существенную информацию [14]. В качестве подтверждений при этом приводятся данные о том, что многие опубликованные материалы не получают никакого отклика и, следовательно не участвуют в информационном обмене дисциплины, отправляясь прямо в архив науки. Среди причин отклонения рукописей чаще всего указываются следующие: тривиальность сообщаемых результатов; недостаточная обоснованность выводов и интерпретаций; недостаточное знакомство автора с работами коллег; несоответствие содержания рукописи профилю журнала. Рассмотрим каждый из этих аргументов подробнее.

Тривиальность (а соответственно, и оригинальность) результата является на первый взгляд наиболее наглядной и объективной характеристикой рукописи. Действительно, если результат тривиален, он уже опубликован и может быть предъявлен автору как обоснование отказа. В подавляющем большинстве случаев дело, однако, обстоит не так просто — рукописи, полностью дублирующие уже известные результаты, относительно редки⁵. Чаще всего речь идет о том, что результат недостаточно оригинален, т. е. содержащаяся в сообщении информация несущественна. Но в этом случае речь идет уже не о некотором объективном критерии, а о мнении рецензента, которое опирается на его эрудицию, а также на представление о том, какие именно пути в исследовании проблемы окажутся перспективными. Сделанная с этих позиций оценка содержания рукописи расходится с мнением автора и участников предварительных обсуждений. Более того, эта оценка часто не совпадает с мнением редакции другого журнала, в который обращается со своей рукописью автор отклоненной статьи [14].

⁵ Хотя они, конечно, тоже встречаются и публикуются, что неоднократно служило причиной тяжб о приоритете в истории науки.

В этой ситуации важно подчеркнуть следующее. Редактор и рецензенты журнала (как уже говорилось, наиболее эрудированные специалисты в своей области) вынуждены практически решать очень простую, с точки зрения многих исследователей науки, задачу — разделить в своей специальности новое знание и знание, ранее существовавшее. При этом, однако, выясняется, что вблизи переднего края исследований знание существует в такой форме и изменяется так быстро, что объективировать критерий новизны не удастся. Более того, для оценки оригинальности реального частного результата (а именно о нем и идет речь в статье) недостаточно представления о наличном знании, практическая оценка делается с учетом возможных перспектив его развития. Поэтому совершенно неизбежные ошибки и приводят, во-первых, к конфликтным ситуациям, а, во-вторых, к публикации статей, впоследствии не используемых научным сообществом.

Сходным образом обстоит дело и с другими критериями, которые используются при отборе материала для формирования эшелона статей. Так, отклонение статьи из-за необоснованности выводов или недостаточного знакомства автора с другими работами данного направления тоже опирается на решение редактора (рецензента), связанное с интерпретацией ее автором других работ⁶. Именно это решение и является приговором относительно всех многочисленных «очевидно», «можно предполагать», «с большой вероятностью следует» и т. п., которых достаточно много в любой рукописи. И если помнить, что речь идет об интерпретациях, то становится видно и другое — требование обоснованности выводов во многом противоречит представлению об оригинальности содержания, так как частный обоснованный результат в большинстве случаев тривиален, за исключением результатов чисто эмпирических.

Эта установка хорошо видна из результатов исследования Р. Уитли [18], выяснявшего связь между типом статьи и шансами на ее отклонение редакцией журнала. Наименьший процент отклонений был зарегистрирован для рукописей, излагающих некоторый эмпирический результат, полученный на стандартной методике с простой и хорошо сформулированной рабочей гипотезой. За ними идут статьи методического содержания. Чаще же всего отклоняются статьи теоретического характера с развернутой интерпретацией данных.

Распространенной мотивировкой отклонения рукописи редакцией журнала является, как говорилось выше, несоответствие содержания рукописи профилю издания. Иными словами, утвер-

⁶ Существенно отметить еще один момент. Настаивая на содержательном обсуждении автором рукописи работ его коллег, редактор требует тем самым от автора высказать мнение о том, что автор понимает под оригинальностью (перспективностью) и обоснованностью нового вклада в его узкой области.

ждается, что работающий в некоторой специальности автор, направляя статью в свой специальный журнал, не просто ошибся в нюансах позиций редколлегии, а неверно определил основную содержательную направленность (профиль) издания. Но тогда неизбежен вывод — профиль будущих номеров журнала нельзя с достаточной уверенностью выяснить на основе ранее опубликованных в журнале материалов. А это, в свою очередь, означает, что, во-первых, профиль журнала изменяется довольно быстро, а, во-вторых, представление редколлегии об этих изменениях базируется не на истории специальности, а на ее перспективах.

Речь идет не об интуитивном предвидении, для представления о перспективах журнала на несколько ближайших лет редколлегия в целом располагает довольно полными и надежными сведениями, отличаясь в этом от авторов рукописей. Частично эти сведения содержатся в портфеле редакции, т. е. в полученных или принятых к публикации, но еще не опубликованных рукописях. Кроме того, члены редколлегии — наиболее квалифицированные представители некоторой исследовательской области — довольно хорошо осведомлены и о той работе, которая ведется на переднем крае дисциплины и будет представлена в журнале лишь через несколько лет (срок, необходимый для завершения исследований и подготовки их результатов к публикации).

Мы так подробно останавливаемся на входных характеристиках эшелона статей, потому что это единственный эшелон, отбор материалов «на входе» которого происходит в форме общения специалистов, решения требуют объяснения, а соответственно — и определенной рефлексии. При оценке нового результата нет возможности сравнить его с каким-либо общим для всех участников сообщества каноном (истинное знание) или применить к нему строгие объективные критерии (достоверность, оригинальность, перспективность и т. п.).

Поэтому и сама статья выступает в момент публикации⁷ не как квант нового знания, а как корректное сообщение о результате исследования. Корректность — требование уже не к результату, как таковому, а к способу его получения и публикации. В научной статье нет места откровению, она сообщает, что новый (по мнению автора) результат получен с соблюдением существующих норм исследовательской деятельности, а его публикация происходит с соблюдением норм поведения, принятых в данном научном сообществе (см. [23]). Это хорошо видно из «анатомии» статьи.

«Журнальная статья, — пишут В. В. Налимов и З. М. Мульченко, — состоит из следующих частей: перечень авторов; указа-

⁷ В этом смысле актуальный статус статья в эшелоне публикаций отличается от статуса той же статьи, которую через много лет анализирует история науки, как купленный лотерейный билет — от выигравшего, хотя внешне речь идет как будто об одной и той же статье.

пис на место работы авторов и источники финансирования; заглавие, претендующее на максимально короткое отображение содержания статьи; аннотация или резюме; собственно статья; благодарности; библиография [13, с. 96]»⁸.

По крайней мере четыре из перечисленных характеристик имеют чисто социологический смысл, т. е. указывают не на содержательные особенности результата, а на положение автора в научном сообществе, его взаимоотношения с другими исследователями и их группировками. Каждая статья является сообщением о том, какие исследования проводятся на переднем крае, в некоторый момент времени и какие результаты удалось получить.

Строение и оформление статьи направлены на то, чтобы максимально облегчить читателю получение информации по любой из этих линий. Если его интересует результат, как таковой, то к его услугам заголовок статьи, резюме (автор обязан кратко сформулировать в резюме только новые результаты) и сам факт публикации как подтверждение корректности результата. Если же читателя интересует в первую очередь состояние исследований, то статья сообщает ему, кто, где, с кем, какими методами и с опорой на какую литературу этими исследованиями занимается. Вся эта информация выстраивается относительно небольшого фрагментарного сообщения.

Необходимость снабжать каждую статью таким обилием информационных показателей вызвана тем, что эшелон статей в целом обладает очень низким уровнем организации и очень небольшими возможностями в этом отношении. Вся совокупность журнальных статей вводит в массив публикаций набор самостоятельных обобщений о состоянии дел на переднем крае исследований. Эшелон статей отражает состояние исследований в дисциплине. В то же время любые попытки структурно расчленить содержание эшелона уже в момент публикации на уровни или блоки сталкивается с большими и пока не преодоленными трудностями. Природа этих трудностей частично обсуждалась, когда мы рассматривали особенности формирования эшелона публикаций.

Так, наиболее установившимся и наглядным типом специализированного расчленения эшелона публикаций является его разделение по специальным журналам внутри дисциплины, где каждому журналу должно отводиться одно профилирующее направление. Но, как мы имели возможность убедиться, на практике профиль журнала как четко определенная и устойчивая по содержанию сфера не может быть удовлетворительно обрисован не

⁸ В ряде журналов сообщается также и имя крупного ученого (но не официального рецензента журпала), который рекомендовал рукопись к публикации и тем самым готов разделить ответственность за корректность ее содержания с автором и редколлегией.

только для массы читателей, но даже и для его будущих авторов, которые зачастую последовательно посылают статьи в разные журналы одной дисциплины. Содержание различных журналов частично перекрывается — образуются так называемые пограничные области. Это связано, как говорилось выше, в первую очередь с тем, что журнальная публикация отражает динамику переднего края дисциплины, изменения которого обусловлены ходом исследовательской деятельности, а не существующей специализацией журнала. Каждое из таких изменений в той или иной степени влияет и на структуру переднего края, что и требует соответствующего изменения структуры эшелона статей в целом, независимо от того, как она была ранее отражена в журнальной специализации.

Ситуация не упрощается и при уменьшении масштаба специализации — при переходе на уровень отдельных содержательных рубрик внутри журналов. Будучи действительно более специализированными и тем самым более тесно связанными с существующим содержательным делением проблем, эти компоненты структуры являются еще менее устойчивыми, так как проблемы меньшего масштаба изменяются быстрее, нежели специальность, представляемые журналами. А неустойчивые рубрики создают дополнительные помехи для читателя — ему приходится следить уже не столько за статьями, сколько за изменяющейся рубрикой журнала. В связи с этим многие естественнонаучные журналы в принципе отказались от рубрикации (во всяком случае от содержательной рубрикации), сохранив ее только в итоговых (годовых и т. п.) предназначенных для архива выпусках.

Дело, однако, не только в динамике. Природа трудностей в структурном расчленении эшелона статей заключается прежде всего в том, что в организации каждой статьи имеются элементы двух не совпадающих «совокупностей»: содержательной дифференциации дисциплинарной проблематики и актуально существующей исследовательской деятельности в дисциплине. Различный их темп изменения только усугубляет ситуацию, делая способы ее оперативного решения неэффективными. Поэтому на «выход» эшелона статей каждая статья передается с набором информационных показателей, позволяющих дальнейшую работу по группировке статей в обеих указанных линиях.

Реальными сферами такой группировки выступают, с одной стороны, архив дисциплины, а с другой — следующий за статейным эшелон обзоров. Архив дисциплины — полная совокупность всех опубликованных материалов, независимо от жанра, даты публикации и т. п. Его «входом» являются различные реферативные и информационные службы. Наряду с чисто функциональными способами классификации в архиве представлена и разработана общая для всех типов публикаций содержательная рубрикация материалов типа УДК и др. Эта рубрикация, основанная на представлении о содержательной структуре дисциплины

ны⁹, опирается на довольно устойчивые классификаторы. Но эта устойчивость оборачивается огромными сложностями в обработке информации, в необходимости привлекать для кодирования и поиска массу дополнительных информационных показателей (составление тезаурусов и т. п.), в результате чего для эффективного функционирования архива требуется разработка все более громоздких информационных систем, оборудованных по последнему слову вычислительной техники и совершенно не рассчитанных на «невооруженного» потребителя. В этом смысле архив противостоит эшелонированному массиву актуально функционирующих в дисциплине публикаций, организованных в эшелоны.

Эшелон обзоров. Единицы этого эшелона представляют собой своего рода информационные блоки, построенные из материала статей, т. е. результат определенной работы по отбору и организации этого материала. Эта работа выполняется квалифицированными специалистами, авторитет, опыт, эрудиция и интуиция которых должны восполнить недостаток явных информационных характеристик на входе эшелона¹⁰. Выступая в роли автора обзора, специалист располагает и более широким набором объективных данных по сравнению с рецензентом журнала (эти роли очень часто совмещаются). «Вход» эшелона обзоров находится на большем (на 2—3 года) временном удалении от переднего края дисциплины, чем «вход» эшелона статей. Благодаря этому автор обзора может с гораздо большей уверенностью судить как о перспективности опубликованных в статьях результатов (подтверждение экспериментальных данных, проверка гипотез в более поздних исследованиях), так и о первичной реакции на статью со стороны научного сообщества (ссылки).

В обзорах упоминаются далеко не все вышедшие за обозреваемый период статьи, их массив существенно редуцируется. Упоминание статьи в обзоре показывает, что, несмотря на годы, прошедшие после ее публикации, содержание статьи имеет не только архивную, но и актуальную ценность и не «снято» в последующих публикациях.

В каждом обзоре, как и в эшелоне обзоров в целом, воспроизводится та двойственность содержания, о которой говорилось применительно к статьям. Однако обзор представляет существенно иной способ работы по организации содержательного материала. Строение обзора отражает обе линии: названия основных проблем формулируются в соответствии с принятыми концептуальными расчленениями предмета дисциплины, на заданной та-

⁹ О способе формирования этих представлений мы будем говорить ниже, рассматривая эшелон монографий и учебников.

¹⁰ Здесь рассматриваются эшелоны дисциплинарной публикации. Если же говорить о таких крупных отраслях науки, как физика, химия, биология, то в них проблемные обзоры выполняют роль главной *оперативной* публикации. Различного типа обзорам отводится много места в таких журналах, как «Успехи физических (химических, биологических...) наук»

ким образом канве группируются сведения о различных подходах и полученных результатах. Безусловный приоритет принадлежит при этом второй линии — упоминание проблемы в обзоре и подробность ее освещения связаны не с теоретической важностью проблемы (ее местом в структуре дисциплинарного знания), а с наличием в эшелоне статей сведений об интенсивности и успешности ее изучения¹¹.

При этом в блоках эшелона обзоров организуется не только информация о содержании исследований, но и сведения об именах и группировках исследователей, а тем самым и данные о направлениях работы исследовательских объединений. Такие данные принципиально не могут быть представлены в эшелоне статей [4].

Что же касается эшелона обзоров в целом, то он, как и эшелон статей, дает в каждый момент времени своего рода фотографию исследовательской деятельности в дисциплине (со сдвигом на 5—7 лет), перечисляя направления наиболее интенсивных и плодотворных исследований. Состояние каждого направления представлено последним посвященным ему обзором, а общая «глубина» эшелона относительно невелика (порядка трех лет).

Важным организационным качеством эшелона обзоров является и то, что стержнями для объединения статейного материала выступают проблемы, список (он может быть не полностью реализован) и формулировка которых задается в соответствии с концептуальными представлениями о содержании предмета дисциплины.

Таким образом, эшелон обзоров, во-первых, в сжатой, позволяющей оперативное использование форме сохраняет в дисциплинарном обращении определенное число наиболее плодотворных статейных публикаций, а, во-вторых, выполняет первичные организационные функции, связывая информацию о направлениях исследований с концептуально сформулированной проблематикой дисциплины. В этом смысле эшелон обзоров выполняет роль связующего звена между набором фрагментарных сообщений с переднего края науки (эшелон статей) и теоретическим изложением отдельных проблем дисциплины (эшелон монографий).

Эшелон монографий. По объему этот эшелон существенно уступает двум первым. Число монографий (реальная величина колеблется от дисциплины к дисциплине) в 20—50 раз меньше числа статей [16]. Таким образом и при формировании этого эшелона (и отдельных его единиц) мы, по крайней мере внешне, имеем дело с отбором и свертыванием (т. е. более компактной организацией) материала. Принципы и способы этой работы существенно отличают монографии от двух предыдущих эшелонов.

¹¹ То, что содержащиеся в обзоре оценки идут «от материала», отчетливо прослеживается и в манере написания обзора. Автор не полемизирует с какими-либо точками зрения, а как бы ранжирует их по представительности связанных с каждой из них группы статей.

Единица эшелона, монография, представляет собой систематическое рассмотрение одной из основных содержательных проблем дисциплины. При этом формулировка проблемы, развертывание ее изложения в монографии, степень использования новой информации из эшелонов статей и обзоров — все эти определяющие особенности эшелона характеристики зависят в первую очередь уже не от того, насколько интенсивно данная проблема исследуется на переднем крае дисциплины, а от теоретического статуса дисциплинарного знания, принятых в дисциплине норм аргументации, концептуальных представлений о значимости той или иной группы факторов и т. п.

Наличие информации по проблеме в двух предыдущих эшелонах также весьма существенно — объем новых сведений стимулирует выбор для монографического изучения той или иной проблемы, однако в процессе самого изучения действуют уже другие, теоретико-методологические, критерии оценки и обработки информации. Работа с новой информацией в основном состоит в критическом анализе ее предметного содержания (достоверности, теоретической мощности, возможностей интерпретации и т. п.), а вопрос о том, кто, где, когда и по какому поводу получил данный результат, не играет практически какой-либо роли в его оценке¹².

Содержание монографии — обобщение результатов по какой-либо крупной проблеме всегда предполагает многослойный теоретико-методологический анализ. Оставляя сейчас в стороне методологическое содержание и технику такого анализа — этим вопросам посвящена огромная специальная литература, — остановимся только на его значении для формирования дисциплинарного знания. Обобщенное и систематическое рассмотрение проблемы требует от автора ее локализации внутри некоторой более широкой дисциплинарной целостности, а, следовательно, по крайней мере, эскизного изображения этой целостности с учетом нового понимания анализируемой проблемы. С другой стороны, для анализа теоретического содержания проблемы и изображения предмета дисциплины необходима некоторая внешняя и более общая по отношению к объекту анализа позиция, которая задается уже по линии аналитических средств, т. е. в плоскости общенаучной методологии.

Наличие такой иерархии представлений как предпосылки анализа (не всегда, впрочем, эксплицированной) и определяет на-

¹² Монография отличается от статьи не своей теоретичностью, определенная часть статей также посвящена теоретическому исследованию проблем. Но в статьях теоретический анализ направлен на саму проблему (способ ее постановки, новые способы решения и т. п.) и не касается обычно вопроса о пересмотре места проблемы в предмете дисциплины, т. е. далеко выходящего за пределы изучаемой проблемы вопроса методологического характера. Для монографии оба вида работы являются нормой.

правленность работы с каждым типом информации. Речь идет о поиске возможностей для удовлетворительной теоретической интерпретации эмпирических данных, дисциплинарной методологической интерпретации теоретических вопросов, общенаучной или даже философской интерпретации методологических проблем дисциплины. Только такое систематическое рассмотрение всего комплекса теоретико-методологических проблем оказывается необходимым, для того чтобы ввести опубликованную в статьях и первично обработанную в обзорах информацию в корпус дисциплинарного знания, перестроив ряд сложившихся в ней связей.

Таким образом в эшелоне монографий в целом представлен полный список теоретических проблем дисциплины с систематическим обсуждением методологического содержания каждой из них. Более того, каждая единица эшелона содержит эскизное изображение предмета дисциплины, характеризуя место в нем рассматриваемой в монографии проблемы. И, несмотря на это, выстроить предмет дисциплины на основе его изображений, имеющихся в массиве монографий (выстроить как некоторый строго сформулированное теоретическое целое), обычно не удается. Логико-методологическому анализу этой ситуации посвящено множество специальных исследований. Мы бы хотели прокомментировать ее науковедческую сторону, связанную с особенностями существования дисциплинарного содержания в массиве и эшелонах публикаций.

Полный набор проблем дисциплины представлен, как уже говорилось, в эшелоне монографий в виде списка единиц этого эшелона, где каждой проблеме соответствует последняя посвященная ее обсуждению монография¹³. Располагая таким списком и датой выхода каждой из монографий, мы можем получить величину, характеризующую хронологическую глубину эшелона. Эта величина будет равна промежутку между временем написания первой и последней монографии списка, т. е. отражать неодновременность изображения отдельных проблем дисциплины. Эта неодновременность связана с уже рассмотренной неравномерностью исследований на переднем крае дисциплины, а следовательно, и с неравномерностью поступления информации по отдельным проблемам в эшелоне обзоров и статей. Иными словами, более поздние монографии дают систематический анализ отдельной проблемы с учетом новой информации с переднего края дисциплины, а также, что не менее существенно, с применением новых средств самого анализа, разработанных за прошедший между выходами двух монографий списка промежуток времени.

Но каждая монография включает не только теоретическое рассмотрение проблемы, но и систематический анализ логико-мето-

¹³ Будем грубо приблизительно считать, что в последней монографии теоретически «снимается» история изучения соответствующей проблемы.

дологических оснований такого рассмотрения (место проблемы в системе дисциплинарного знания). В этом случае хронологическая неоднородность списка проблем оборачивается гетерогенностью его оснований. Монографии, написанные на протяжении 10 лет по различным проблемам одной дисциплины, — это монографии, содержание которых предполагает различные понимания (несколько вариантов) предмета дисциплины в целом и различные методологические позиции в его исследовании. Таким образом, задача построения дисциплины на базе списка представленных в массиве монографий ее проблем не сводится ни к теоретическому их сопоставлению на некотором общем методологическом основании, ни к построению общего логического языка.

Строго говоря, проблема не решается и отступлением во времени, т. е. построением предмета на уровне представлений обо всех проблемах списка, скажем, тридцатилетней давности. В этом случае целостное изображение предмета дисциплины построить можно, но оно не будет иметь теоретического смысла, т. е. не будет отвечать современным теоретико-методологическим требованиям. Поэтому усилия в этом направлении предпринимаются с другими целями. Целостное изображение и систематическое изложение предмета дисциплины оказывается, несмотря на все теоретические и методологические издержки, непреложным условием формулировки ее содержания в учебных целях.

Эшелон учебников. Своеобразие этого эшелона дисциплинарных публикаций заключается прежде всего в том, что его содержание не адресовано внутрь дисциплины, понимаем ли мы под ней некоторое научное сообщество или набор исследовательских действий, в которых принимают участие члены сообщества. Представление о дисциплине, сообщаемое учебниками, принципиально ориентировано па внешнего относительно дисциплины наблюдателя, связь которого с дисциплинарными исследованиями не всегда предполагается даже в будущем.

Такая прагматика решающим образом сказывается на способах и принципах построения учебника. Учебник излагает содержание дисциплины систематически¹⁴⁻¹⁵, сообразуясь с общей подготовкой и будущей специализацией адресата, которые и определяют объем и характер, но не содержание изложения. Поэтому основная задача учебника — дать представление о дисциплине в целом, о ее специфике, ее индивидуальности.

В пособиях и курсах, предназначенных для обучения специалистов данной дисциплины, перечисленные качества учебников

¹⁴⁻¹⁵ Когда при обсуждении современных принципов построения учебной литературы указывается на то, что в учебниках представлено готовое знание (см., например, [15]), имеется в виду отнюдь не завершенность исследования излагаемых в учебнике проблем, а возможность их завершенного изображения для включения в некоторую целостность дисциплинарного знания, допускающую дальнейшую дидактическую обработку [42].

выступают особенно выпукло. Перед своими новобранцами дисциплина выступает как целое во всех отношениях: идет ли речь о ее предмете, о профессиональной специфике научной деятельности, о списке корифеев или об истории крупнейших достижений¹⁶. Соответственно, важнейшее место отводится и обсуждению положения дисциплины среди других наук [8], [3].

Такая совокупность задач требует от дисциплинарного знания уровня организованности, которого, как уже отмечалось, невозможно достигнуть ни в одном из эшелонов, отражающих актуальное состояние дисциплины, в том числе и в эшелоне монографий. Поэтому целостное изображение содержания дисциплины, с одной стороны, систематизировано чисто эмпирически, а, с другой — формулировка отдельных проблем уже в момент написания учебника существенно отстает от их исследовательской формулировки в эшелоне монографий¹⁷.

Функции массива публикаций

При постановке задачи в начале статьи научная дисциплина была определена как устойчивая форма организации науки нового времени. В качестве пространства средоточения норм и образцов, регулирующих функционирование системы, был выбран массив публикаций. Рассматривая формирование и организацию эшелонов дисциплинарной публикации, мы стремились охарактеризовать каждый из них с точки зрения тех очевидных для всего сообщества норм и стандартов, реализация которых и составляет основу деятельности лиц, формирующих содержание каждого эшелона. Попробуем теперь, опираясь на проделанный анализ, си-

¹⁶ Именно эту сторону дела отмечает Т. Кун, когда говорит об изучении парадигм как подготовке студента к членству в научном сообществе, а саму парадигму определяет, не ограничиваясь собственно теоретическими ее компонентами [6].

¹⁷ Характерны в этом отношении результаты, опубликованные австрийским исследователем Э. Гемахером, анализировавшим содержание учебников общего типа (учебники физики для школ высшей ступени). Так, например, он сообщает о временных интервалах, между открытием крупнейших физических закономерностей в XIX в. и их включением в учебники:

— законы Ампера открыты в 1820 г., включены в учебники в 1859 г. (39 лет);

— эффект Допплера открыт в 1842 г., включен в учебники в 1927 г. (85 лет);

— закон сохранения энергии при немеханических явлениях (Р. Майер) открыт в 1845 г., включен в учебники в 1903 г. (58 лет);

— электромагнитная теория света открыта в 1871 г., включена в учебники в 1903 г. (32 года) [20].

Обращает на себя внимание не столько сам факт отставания, сколько *неравномерность* временных интервалов. Иными словами, в «учебную» целостность предмета дисциплины отдельные компоненты вводятся с *нарушением* как современных представлений о теоретическом развитии науки, так и с нарушением последовательности их появления относительно друг друга в содержании дисциплины.

схематизировать представления о том, каким образом организация массива публикаций способствует выполнению его функций в научной дисциплине.

Начать при этом следует, по-видимому, с указания на то, что совокупная деятельность по формированию эшелонированного массива публикаций дает возможность отделить относительно небольшую и принципиально обозримую группу публикаций из всей массы дисциплинарного архива. В эту группу попадают только относительно новые публикации каждого эшелона, а именно те, содержание которых еще не включено в последующие эшелоны путем отбора и обработки¹⁸. Эта группа актуально функционирует как состав массива публикаций в каждый момент времени. Набор конкретных единиц в каждом эшелоне и массиве в целом (список названий публикаций), таким образом, постоянно меняется, т. е. речь идет об информационном потоке, фильтрами и преобразователями которого на отдельных этапах выступает деятельность формирующих эшелоны ученых.

Решения по отбору публикаций для дальнейшей информационной отработки (т. е. для сохранения определенных содержательных компонентов в массиве) принимаются на основе определенных критериев. Основой динамики потока служит то, что критерии отбора информации при формировании эшелона и критерии оценки информации внутри эшелона (которые в свою очередь действуют как критерии отбора для формирования состава следующего эшелона) не совпадают и в определенном смысле противоречат друг другу. Содержание рукописи, присланной в журнал, оценивается по критерию корректности (иначе она не попадет в массив статей), но содержание статьи оценивается по критерию плодотворности (иначе на нее не будут ссылаться и она не попадет в массив обзоров). Единицы для эшелона обзоров формируются по критерию плодотворности, но переходят в массив монографий в зависимости от своей достоверности и т. п.¹⁹ Кроме того, конкретное наполнение каждого критерия изменяется вместе с развитием дисциплины. Поэтому рациональность принимаемых решений в глазах научного сообщества подкрепляется квалификацией и авторитетом производящих отбор специалистов (редакторов журналов, авторов обзоров, монографий и т. п.).

Общность и структура дисциплинарного массива публикаций имеют большое значение для консолидации и стратификации научного сообщества дисциплины. Появление имени того или иного члена сообщества в нескольких эшелонах публикаций является признанием его статуса и оценкой его вклада в дисциплину. Эта оценка идет по двум линиям. Первая представляет собой оценку

¹⁸ О хронологической глубине каждого эшелона и массива в целом говорилось ранее.

¹⁹ Теоретическую интерпретацию противоречивости критериев оценки как общего свойства порождающих систем на примере канонического искусства см. у Ю. М. Лотмана [7].

исследовательского результата как вклада в развитие содержания дисциплинарного знания. Такая оценка дается цитированием работы в последующих публикациях [9]. И в этом качестве публикации различных эшелонов далеко не равнозначны, например, одно-единственное упоминание работы в учебнике стоит в глазах научного сообщества десятков журнальных ссылок. Вторая линия связана с высоким престижем непосредственного участия члена сообщества в формировании отдельных публикационных эшелонов, его деятельностью в качестве члена редколлегии, автора монографий, учебников и т. п.²⁰ Отвлекаясь сейчас от особенности каждой из этих линий накопления статуса, мы хотим подчеркнуть, что реализация каждой из них ставится возможной лишь благодаря наличию общего для дисциплины эшелонированного массива публикаций.

Содержание массива дает, таким образом, самое оперативное представление об актуальном состоянии дисциплины в целом: достигнутом на данный момент уровне целостного изображения дисциплины и ее учебных специализациях (эшелон учебников); состоянии систематического рассмотрения наиболее крупных проблем (эшелон монографий); направления наиболее интенсивного исследования и подхода к каждой проблеме (эшелон обзоров); способах исследования, полученных результатах и именах исследователей (эшелон статей); стратификации научного сообщества дисциплины и формах накопления статуса.

Эта информация выполняет важную роль в обеспечении процесса пополнения дисциплины новыми специалистами как за счет научной молодежи, так и благодаря миграции зрелых исследователей внутри дисциплины и между дисциплинами. Способ организации единиц внутри каждого эшелона обеспечивает мигранту возможность максимально быстро продвигаться к переднему краю науки, ограничиваясь ознакомлением внутри каждого эшелона со все более узкими по содержанию специализированными блоками информации. Количество необходимых этапов варьирует в зависимости от исходной подготовки мигранта. Для новичка в дисциплине оказывается необходимым обязательное прохождение всех этапов, начиная с учебников²¹. Для специалиста, желающего сменить направление исследований внутри одной и той же области, эта потребность ограничивается содержанием блока статей или обзора²².

²⁰ Обе эти линии оценки эксплицируются в виде критериев, по которым происходит выбор кандидатов на почетные должности в профессиональные ассоциации дисциплины или в персональные сообщества типа академий.

²¹ Новичок в дисциплине — это вовсе не обязательно вчерашний студент. С чтения учебников вынуждены были начинать деятельность в новой дисциплине и такие маститые к этому моменту ученые, как У. Эшби или М. Дельбрюк.

²² Интересной в этом отношении представляется попытка У. Ханстрёма, к сожалению, не получившая развития в систематическом исследовании,

Жесткость организации и интенсификация деятельности, при-
сущие массиву публикации и связанные с необходимостью ре-
ализации многочисленных и разнообразных функций, обусловлены
расположением дисциплинарного массива на относительно неболь-
шом по протяженности участке двух встречных процессов, в
значительной своей части протекающих независимо друг от друга
за пределами дисциплины и даже науки. Речь идет, с одной
стороны, о трансляции выработанных в дисциплине обобщенных
форм человеческого опыта (знания о закономерностях деятель-
тельности и объективированных образцов деятельности) в систему
культуры (другие дисциплины, другие сферы профессиональной
деятельности, систему образования и долговременную социальную
память), а с другой стороны, о процессе рационального исполь-
зования выделенных обществом лиц для профессиональной дея-
тельности в дисциплине. Социальная эффективность обоих этих
процессов (с точки зрения общества, речь идет об одном процес-
се), по-видимому, обеспечивает и стабильность дисциплинарной
организации науки и устойчивость дисциплины как системы.

С известной долей условности можно сказать, что первый
процесс накладывает на функционирование дисциплины опреде-
ленные внешние, а второй — внутренние ограничения. Эффектив-
ность первого процесса состоит в том, чтобы быстро и с ми-
нимальными потерями развивать и пополнять цельную структу-
рированную и объективированную картину дисциплинарного
знания на «выходе» за счет включения в нее в соответствующей
форме исследовательских результатов, полученных на переднем
крае дисциплины. Именно этот продукт дисциплины максимально
приспособлен для дальнейшей обработки и трансляции в учеб-
ные курсы, справочники (технические, медицинские, сельскохозяй-
ственные и др.), энциклопедии и т. п. Результаты, не попав-
шие на «выход» дисциплины, т. е. отправленные в архив на
одном из этапов отбора, практически исключаются из дальней-
шего функционирования независимо от их научных потенций.
Рассматривая деятельность в публикационных эшелонах, мы стре-
мились показать, что огромная работа по отбору и организации
каждого эшелона, в том числе целиком весь процесс формирова-
ния нового знания (того, что выступает как научное знание
в дисциплине и за ее пределами), происходит не на переднем
крае исследований, а на некотором отдалении от него [2]. В этой
работе принимают участие исключительно специалисты высшей
квалификации (опять-таки в отличие от собственно исследовате-
льской деятельности, которая в значительной своей части осущест-
вляется силами младшего научного и вспомогательного персо-
нала).

интерпретировать «расстояние» между специальностями и дисциплина-
ми в единицах времени, которое требуется специалисту каждой из них
для переключения на полноценную работу в другой [21].

Мы, разумеется, меньше всего склонны преуменьшать значение самих исследований, без которых невозможно ни развитие дисциплины, ни функционирование публикационных механизмов. Речь идет о том, что и историческое выделение исследовательской деятельности как профессии и формы ее современного существования в значительной степени обусловлены дисциплинарной формой организации науки, возможной благодаря этой форме организации разделению научного труда. Выше мы уже говорили о роли публикационных эшелонов в регулировании процесса специализации исследователей и в обеспечении возможностей маневрировать кадрами внутри дисциплины. В этом процессе массив публикации также занимает только один из участков. Собственно, включение в исследовательскую работу происходит с помощью других, более близких к переднему краю, видов коммуникации. Эшелоны публикаций лишь ориентируют мигранта, сообщая ему наряду с характеристиками дисциплинарного содержания и сведения о том, кто, где и чем занимался в недавнем прошлом. И в этом еще одна существенная особенность массива — на переходе от эшелона статей к переднему краю содержание результатов гораздо менее устойчиво (а следовательно, дает основание для менее надежных прогнозов), чем интересы исследователей. Поэтому социологическая информация статьи оказывается не только необходимым, но и самым надежным ориентиром в движении к переднему краю [5].

Нужно отметить, что ни в одном типе творческой деятельности пока не удастся найти форму организации информации о деятельности и ее результатах, по своей эффективности относительно сообщества в целом и одновременно относительно каждого его индивидуального члена эквивалентную массиву дисциплинарной публикации. Оперативность и экономичность его функционирования становятся особенно очевидными, если сравнивать их с теми гигантскими усилиями и расходами, которые требуются для совершенствования информационных характеристик современной научно-технической деятельности, и более чем скромными результатами, полученными в этом направлении.

* * *

В заключение несколько методологических замечаний, касающихся исследования науки и научной дисциплины и их отражения в концепциях науки. В начале статьи мы отмечали, что подавляющее большинство этих концепций опирается на научную публикацию как на первичный источник эмпирических сведений об объекте изучения. Проведенная работа позволяет, на наш взгляд, существенно уточнить эту констатацию. Это уточнение связано с выявленной в процессе анализа типологической и функциональной спецификой публикаций каждого эшелона, отсутствием «публикации вообще», а соответственно, с распределенностью

видов паучной деятельности по формированию дисциплинарного целого.

Отмеченная специфика в первую очередь касается предметных абстракций, используемых для исследования развития науки. Так, если в качестве подобной абстракции выступает понятие знания в его логической и структурной определенности, то источником эмпирических данных может служить содержание эшелонов монографий и учебников. На этой базе, однако, эмпирическое обоснование получают только проблемы структуры научного знания и ее обоснования, либо проблемы участия дисциплинарного знания в более широком научном или культурном контексте. Что же касается всего набора проблем, связанных с *получением научного знания как функцией исследования* (научным творчеством и его «логикой», научным открытием и т. п.), то результаты этих форм деятельности, во-первых, отражены в других типах публикаций, а, во-вторых, получают и оцениваются в сфере действия иных критериев.

Ситуация еще больше запутывается, если вводится различие наличного и нового знания. В этом случае знанию либо отказывается в теоретической связанности (речь идет о чисто фактуальных фрагментах), и тогда вопрос об определении новизны в реальной научной практике теряет определенность, либо новое знание выступает не в виде отдельного фрагмента, а в качестве полностью перестроенной теоретической системы — в этом случае *оппозицией новому знанию* выступает не наличное, а *старое знание*, каким оно существовало до перестройки. И в том и в другом случае, однако, новое знание является не причиной, а результатом развития.

Особенности организации знания в отдельных эшелонах публикаций (учебниках и монографиях) создают и ряд специфических трудностей в изображении истории дисциплины. Это, с одной стороны, история изучения отдельных проблем дисциплины, где каждый этап в изучении проблемы датирован соответствующими источниками, а вопрос о связи проблемы с общим дисциплинарным контекстом практически не ставится. Задачей является документированная реконструкция перехода проблемы из одного состояния в другое. Существенно иначе обстоит дело, когда речь идет об описании развития дисциплинарного знания как целого. Эта задача требует взаимосвязанного изображения всей совокупности проблем на каждом историческом этапе (теоретического изображения предмета дисциплины). С другой стороны, периодизация истории дисциплины в целом должна совпадать и с соответствующими периодами в изучении каждой из ее проблем. Внешние показатели как основа периодизации (т. е. принятие периодизации по векам, эпохам или картинам мира) являются лишь вынужденными палиативами, не снимающими проблем. Представляется, что анализ исторических особенностей формирования дисциплинарного знания в эшелонах учебников и моно-

графий, хотя и не устранит отмеченных трудностей, но, по крайней мере, поможет понять их природу.

Из материала статьи отчетливо видно, что в принципе сходные трудности возникают и при попытках взять в качестве основной предметной абстракции понятие деятельности. Эти трудности усугубляются тем обстоятельством, что в качестве референта этого понятия обычно выступает представление об исследовательской деятельности, в сколько-нибудь полном виде вообще не выраженное в публикационной эмпирии. Использование дополнительных источников (мемуаров, биографий и т. п.) в какой-то мере проясняет отдельные фрагменты ситуации, но не в состоянии заменить систематической картины. Что же касается реконструкции деятельности по публикациям, то исследования последних лет существенно расшатали веру в ее качество (см. [5]). Сравнение результатов полевого изучения деятельности исследователей и того изображения, которое эта деятельность и складывающиеся в ее процессе отношения получают несколько лет спустя в публикациях, свидетельствует о том, что для удовлетворительной реконструкции еще требуется решить немало содержательных и методических проблем. Но и в этом случае сведения об исследовательской деятельности дадут только один фрагмент, понимание которого будет зависеть от уровня представлений обо всех типах научной деятельности в системе дисциплины.

Таким образом, представление о дисциплине как о форме организации науки, подкрепленное систематическим изображением публикационной эмпирии, дает возможность связать отдельные концепции дисциплины с интерпретируемыми этими концепциями явлениями. При этом выясняется, что речь идет, по сути дела, не об аспектных изображениях одного и того же объекта, а об изучении отдельных фрагментов, связь между которыми возможна только при наличии целостного изображения научной дисциплины. Это важно, на наш взгляд, для понимания основных проблем формирования предмета науковедения [10] и для использования содержания специальных концепций науки в науковедческих исследованиях. Установление такой взаимосвязи может, по-видимому, способствовать развитию и самих специальных концепций, но судить об этом должны их представители.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баринова З. Б., Васильев Р. Ф.* и др. Изучение научных журналов как каналов связи. Оценка вклада отдельных стран в мировой процесс.— «Научно-техническая информация», сер. 2, 1967, № 12.
2. *Вайял Дж.* Когда информация становится знанием.— В [5].
3. *Горькова В. И., Мшвелдзе А. И.* О методике определения соотношений дисциплины в учебных планах.— «Научно-техническая информация», сер. 1, 1974, № 2.
4. *Журавель Е. Ш., Корсунская Г. В.* Классификация обзоров.— «Научно-техническая информация», сер. 1, 1974, № 7.

5. Коммуникация в современной науке. Сб. пер. с англ. яз. М., 1976.
6. *Кун Т.* Структура научных революций. М., 1975.
7. *Лотман Ю. М.* Каноническое искусство как информационный парадокс.— В кн.: Проблема канона в древнем и средневековом искусстве Азии и Африки. М., 1973.
8. *Ляпунов А. А.* Система образования и систематизация наук.— «Вопросы философии», 1968, № 8.
9. *Маркусова В. А.* Сравнительная характеристика цитируемости научно-технических публикаций.— «Научно-техническая информация», сер. 1, 1973, № 1.
10. *Микулинский С. Р., Родный Н. И.* Место науковедения в системе наук.— «Вопросы философии», 1968, № 6.
11. *Мирский Э. М.* Системный подход в изучении науки (методологические замечания).— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.
12. *Мирский Э. М.* Информационная ситуация в современном образовании. Киев, 1970.
13. *Нахимов В. В., Мульченко Э. М.* Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса. М., 1969.
14. *Нан Лин, Гарвей У., Нельсон Р.* Изучение коммуникационной структуры науки.— В [5].
15. Наука и учебный предмет.— «Советская педагогика», 1965, № 7.
16. *Петрова Т. М.* Методологические особенности выделения структурных единиц науки.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1975. М., 1976.
17. *Прайс Д.* Малая наука, большая наука.— В кн.: Наука о науке. М., 1966.
18. *Уитли Р.* Деятельность научных журналов.— В [5].
19. *Шрейдер Ю. А., Осипова М. А.* О некоторых динамических моделях в информатике.— «Научно-техническая информация», сер. 2, 1969, № 8.
20. *Gehrmacher E.* Wettlauf mit der Katastrophe. Europäische Schulsysteme. Wien etc., 1965.
21. *Hagstrom W.* The scientific Community. N. Y., 1965.
22. *Menard H. W.* Science: Growth and Change. Cambridge (Mass.), 1971.
23. *Merton R., Zuckerman H.* Patterns of Evaluation in Science: Institutionalisation, Structure and Function of Referee System.— «Minerva», 1971, Vol. 9, N 1.
24. *Radnitzky G.* Contemporary Schools of Metascience. Göteborg, 1968.
25. *Taton R.* Histoire générale des sciences. P., 1963.

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА И ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

А. И. УЕЛОВ

Сфера применения системного подхода в методологии науки непрерывно расширяется. При этом происходит своеобразное взаимодействие общесистемных построений, теоретически применимых к любому объекту, рассматриваемому в качестве системы, и теорий, применимых к некоторым, более или менее широким классам систем. Наиболее известная теория последнего типа — кибернетика, предметом которой являются управляющие системы. Сюда же относятся теории знаковых систем, открытых систем, конфликтующих систем и т. д.

Одно из многообещающих направлений в методологии эмпирического исследования связано с так называемой теорией планирования эксперимента ([4], [16], [6], [1], [2], [5], [14]), задача ее — в нахождении оптимальных стратегий проведения экспериментальных исследований. Исследование, проведенное согласно такой стратегии, приводит к нужному результату, как правило, значительно быстрее и с гораздо меньшими затратами средств, чем то, план которого определяется лишь интуицией исследователя.

В противоположность миллевским методам индукции, относящимся лишь к однофакторному эксперименту (когда предполагается, что отсутствовать или меняться должен лишь один фактор при постоянстве всех остальных), теория планирования эксперимента имеет дело с более общим случаем многофакторного эксперимента, предполагающим одновременное изменение целого ряда факторов.

Сфера применения теории планирования эксперимента относится, согласно В. В. Налимову, к классу так называемых плохо организованных, или диффузных, систем. «В этих системах нельзя установить непроницаемые перегородки, разграничивающие действие переменных различной физической природы. Такие системы иногда называют также большими системами, поскольку

здесь надо учитывать действие очень многих разнородных факторов, задающих различные по своей природе, но тесно взаимодействующие друг с другом процессы» [5, с. 7—8].

Совершенно очевидно значение знания о диффузных системах для развития теории планирования эксперимента; приобретение его связано с соотносением диффузных и иных типов систем. Это соотношение осуществляется в рамках более общей теории — в данном случае лишь общей теории систем. С другой стороны, для развития общей теории систем существенно использование идей теории планирования эксперимента. Обе эти задачи делают актуальным выяснение соотношения между теорией планирования эксперимента и общей теорией систем.

Для любой системы, независимо от ее физической природы, будь то стая рыб или натуральный ряд чисел, имеет смысл вопрос, хорошо она или плохо организована. Это означает, что организованность системы является системным параметром, имеющим два значения, т. е. бинарным системным параметром.

Понятие системного параметра [13] положено в основу так называемой параметрической теории систем ([9], [10], [11], [15], [12]).

Поскольку не только определение сферы приложения, но и ряд других вопросов планирования эксперимента связан с фиксацией значений тех или иных системных параметров, параметрическая теория систем, по-видимому, есть такой вариант общесистемной теории, который ближе всего по своему характеру к теории планирования эксперимента.

Важнейшей точкой приложения системной концепции к теории планирования эксперимента является вопрос об оценке конкретного характера той системы, которая исследуется с помощью планируемой серии экспериментов. В существующей теории планирования эксперимента имеет место своеобразное противоречие. С одной стороны, подчеркивается, что на действующие факторы не накладывается никакого ограничения (см. особенно [2]). В частности, они могут иметь чисто качественный характер и можно говорить лишь об их присутствии или отсутствии, как и в канонах единственного сходства и единственного различия, выдвинутых Д. С. Миллем. С другой стороны, характер исследуемой системы, предположение о котором имеет весьма существенное значение в процессе планирования эксперимента при поиске оптимальных условий, определяется лишь в количественных показателях — через линейность или нелинейность функции отклика.

Параметрическая теория систем дает возможность качественной оценки исследуемой системы через выбор значений тех или иных бинарных системных параметров [13], [11]. В частности, в данном случае существенное значение имеют такие параметры, как гомогенность, гетерогенность, элементарная автономность, имманентность, центрированность и т. д.

Поскольку каждый из этих параметров связан с другими с помощью тех или иных общесистемных закономерностей, установленных в работах [3], [7], [8], априорное знание о присущности системе тех или иных значений некоторых системных параметров может быть использовано для обоснования предположения о том, что система будет, скажем, гомогенной. Так, гомогенные системы чаще всего встречаются среди систем централизованных и всецелонадежных [12].

В свою очередь, предположение о гомогенном или гетерогенном характере системы будет определять принятие решения о выборе интервалов варьирования, играющего весьма существенную роль в процессе планирования многофакторного эксперимента. Гомогенный характер системы делает целесообразным выбор широкого интервала варьирования, например, в случае линейного характера функции отклика. Говоря об интервале варьирования, мы имеем в виду те факторы, которые в отличие от бинарных системных параметров могут иметь много значений. Что касается того случая, когда в качестве факторов и параметра оптимизации выступают бинарные системные параметры, то он должен быть рассмотрен особо, поскольку представляет специфический интерес в плане применения методов системного исследования.

На первый взгляд идея использования системных параметров указанным образом кажется абсурдной. В самом деле, если то или иное значение системного параметра является характеристикой данной системы, то изменение этого значения как будто бы невозможно без уничтожения системы в целом. Например, если часы — гетерогенная система, то превращение ее в гомогенную, что возможно, скажем, при плавлении, будет означать, что у нас уже нет часов.

Однако это не всегда так. Возможны случаи, когда система может находиться в разных состояниях, соответствующих разным значениям того или иного системного параметра. Например, те же часы могут быть в оправе, включающей в себя чисто декоративные элементы, и тогда часы не будут представлять собой минимальную систему, не допускающую удаление каких-либо элементов без разрушения целого. Однако после этого, когда все «лишние» элементы удалены, часы все же останутся часами, хотя это будет уже минимальная система.

Приведем другой пример. Группа разведчиков общается друг с другом только через своего начальника. Это — централизованная система. Но в связи, скажем, с опасностью, нависшей над начальником, они могут установить непосредственный контакт друг с другом. Система осталась той же, но перешла в другое состояние, изменив значение параметра централизованности.

Вместе с тем далеко не для всех систем подобное изменение значения системного параметра означает лишь переход из одного состояния в другое. Система, представляющая собой двух шахматистов, сражающихся за звание чемпионов мира, минимальна,

именно поэтому неявки Фишера на состязания ее разрушали. Окружность может быть только центрированной системой. Лишенная центра, она перестает быть сама собой.

Интересно отметить, что некоторые системы могут быть в различных состояниях, таких, что в одном из них они могут характеризоваться разными значениями системных параметров, а в другом — не могут. Так, металлический предмет в твердом состоянии может представлять собой как гомогенную, так и гетерогенную систему, но в жидком состоянии это обязательно гомогенная система.

Мы соотносили системы с параметрами. Обратная операция соотносит параметры с системами. В этом плане параметры, о которых шла речь, выше, можно назвать *лабильными* системными параметрами. Они допускают изменение своих значений без того, чтобы система исчезла, как таковая.

В символическом расширенном исчислении предикатов определение лабильных параметров можно выразить следующим образом:

$$[(S) P] \text{Lab} =_{\text{def}} \exists S [\Diamond (S) P_1 \& \Diamond (S) P_2].$$

Здесь Lab — обозначение свойства системного параметра P быть лабильным, $\Diamond$ — модальный функтор возможности, P_1 и P_2 — два значения параметра P .

Не все системные параметры лабильны. Существуют параметры, значения которых жестко определяют систему. Их можно назвать *жесткими*. Например, к таким параметрам, по-видимому, относится авторегенеративность. Уничтожение способности к спонтанной регенерации означает настолько существенное изменение системы, что оно превращает одну систему в другую. Используя для жестких параметров символ Fer, формально этот тип параметров можно определить следующим образом:

$$[(S) P] \text{Fer} =_{\text{def}} \sim \exists S [\Diamond (S) P_1 \& \Diamond (S) P_2].$$

Называя системы, допускающие изменение значения данного параметра без исчезновения системы, *вариантными*, а не допускающие такого изменения, соответственно, *фиксированными по отношению к данному параметру*, выразим различные сочетания классов систем и классов параметров с помощью таблицы 1.

Таблица 1

Системы	Параметры	
	Жесткие	Лабильные
Вариантные	0	1
Фиксированные	1	0

Единицами отмечены те клетки таблицы, которые соответствуют непустым классам; нулем — пустые классы.

В качестве объектов исследования в процессе планирования многофакторного системного эксперимента, естественно, могут выступать только варианты системы. Факторами могут быть лишь лабильные параметры, по отношению к которым рассматриваемые системы варианты.

С формальной стороны полный факторный эксперимент с системными параметрами в качестве факторов не отличается от обычного многофакторного эксперимента, в котором каждый фактор имеет два уровня. Число необходимых опытов N в этом случае равно $N=2^k$, где k — число факторов, в данном случае системных параметров, а 2 — число значений этих параметров.

Рассмотрим в качестве примера научный коллектив. Параметр оптимизации отождествим с системным параметром «стабильность» — «нестабильность». Согласно определению, «стабильные системы допускают те или иные изменения структуры системы без разрушения системы в целом» [13, с. 27]. Это одно из значений рассматриваемого параметра. Его будем считать верхним значением и обозначать числом 1. Нижнее значение, обозначаемое числом -1 , будет соответствовать нестабильным системам, образующим класс, дополнительный по отношению к определенному выше.

В качестве факторов возьмем параметры: элементарноавтономность, центрированность и гомогенность.

В элементарноавтономной системе каждому классу присущи основные характеристики системы в целом [13, с. 22]. Применительно к научному коллективу это будет означать, что каждый из его членов в принципе может выполнять задачи, стоящие перед всем коллективом. Значение параметра, соответствующее таким системам, будем считать верхним. Нижнее значение относится к дополнительному классу — неэлементарноавтономных систем.

Центрированные системы характеризуются наличием особого элемента — центра, отношение к которому опосредует отношения между всеми остальными элементами [13, с. 34]. Применительно к научному коллективу центрированный характер означает, что научный руководитель вмешивается во все отношения между элементами этой системы. Никакие структурные отношения между членами коллектива не могут быть установлены без его участия. Центр системы не обязательно элемент этой же системы: он может быть вне ее, являясь в таком случае ее внешним центром. Определим центрированность как верхнее значение фактора. Соответственно значение, относящееся к нецентрированным системам, обозначим нижним.

Гомогенность, т. е. субстратная однотипность элементов, применительно к научному коллективу, означает, что все его члены имеют одну квалификацию, одинаковые способности, один воз-

раст, одип пол и т. д., т. е. все характеристики, существенные для них как членов научного коллектива, одинаковы. Примем гомогенность за верхнее значение фактора, а гетерогенность соответственно за нижнее.

Смысл рассматриваемого многофакторного эксперимента заключается в определении условий, обеспечивающих сохранность коллектива при изменении тех или иных структурных отношений в нем, возникающих, например, при постановке новой исследовательской задачи.

Построим матрицу планирования эксперимента (табл. 2).

Таблица 2

№ опыта	Факторы			Функция отклонения QY	№ опыта	Факторы			Функция отклонения QY
	X ₁	X ₂	X ₃			X ₁	X ₂	X ₃	
1	1	1	1		5	-1	-1	1	
2	1	1	-1		6	-1	1	-1	
3	1	-1	1		7	1	-1	-1	
4	-1	1	1		8	-1	-1	-1	

Здесь X₁, X₂, X₃ — соответственно параметры элементарноавтономности, центрированности и гомогенности, QY — параметр стабильности.

Применительно к матрице планирования выполняются обычные требования. Так, алгебраическая сумма элементов вектор-столбца каждого фактора равна нулю:

$$\sum_{i=1}^N x_{ji} = 0,$$

где j — номер фактора, i=1, 2, 3, ..., N — число опытов.

Условие нормировки означает, что сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов:

$$\sum_{i=1}^N X_{ji}^2 = N.$$

Это условие также выполняется в нашем случае. И, наконец, наша матрица планирования ортогональна, т. е. сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю:

$$\sum_{i=1}^N X_{ji}X_{ui} = 0, \quad j \neq u; \quad j, u = 1, 2, 3.$$

Эксперимент по плану, указанному матрицей, может производиться с одним научным коллективом, который нужно последовательно ставить в условия, соответствующие восьми строкам матрицы планирования эксперимента. Однако нет необходимости говорить о том, что это чрезвычайно сложная задача и вряд ли найдется такой достаточно внушительный научный коллектив, согласный пожертвовать собой ради подобного рода экспериментов. Кроме того, если бы мы даже и нашли подобный коллектив, где гарантия того, что результаты, полученные при исследовании этого коллектива, можно распространить на другие коллективы?

Ответ на оба вопроса связан с учетом того, что мы имеем дело не просто с факторным экспериментом, а с *системным* факторным экспериментом, где в качестве факторов выступают системные параметры. Это обстоятельство дает возможность устанавливать зависимость параметра оптимизации от факторов на любой произвольно взятой системе, поскольку системный параметр тем и отличается от обычных свойств, что может быть использован для характеристики любой системы.

Сказанное означает, что любая система в этом случае может выступать в качестве модели интересующей нас системы независимо от качественной специфики ее субстрата. Разумеется, каждая конкретная модель в ее данном состоянии соответствует лишь одной строчке матрицы планирования. Однако возможно подобрать такие модели, в которых состояния изменяются — случай активного эксперимента. Другой путь — подбор моделей, соответствующих разным строкам матрицы планирования.

Поскольку системы берутся из самых разных предметных областей, это исключает влияние на полученный результат конкретной специфики того или иного субстрата. Полученный результат может быть улучшен путем применения специальных методов, которые, с одной стороны, основаны на принципах статистики, а с другой — имеют характер, связанный со спецификой использования системных параметров. Эти проблемы подробно рассмотрены в работе [7] в связи с установлением общесистемных закономерностей.

Отметим, что возможен эксперимент смешанного характера, когда или в качестве параметра оптимизации, или в качестве некоторых факторов выступают не системные параметры, а величины иного характера. Например, за параметр оптимизации мы могли бы принять определенную по тому или иному критерию эффективность научной работы. Однако в таком случае модели пришлось бы брать только из предметной области научных коллективов. Это лишило бы нас тех преимуществ, которые дает использование системных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента. М., 1969.
2. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., 1971.
3. Богданович В. И., Плесский Б. В., Уемов А. И. Автоматический учет корреляций между системными параметрами.— В кн.: Проблемы формального анализа систем. М., 1968.
4. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.
5. Налимов В. В. Теория эксперимента. М., 1971.
6. Новые идеи в планировании эксперимента. Под ред. В. В. Налимова. М., 1969.
7. Портнов Г. Я., Уемов А. И. Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1971. М., 1972.
8. Портнов Г. Я., Сараева І. Н. Кореляційні та логічні зв'язки між системними параметрами.— В кн.: Філософські проблеми сучасного природознавства, вип. 27. Київ, 1972.
9. Проблемы формального анализа систем. Под ред. А. И. Уемова и В. Н. Садовского. М., 1968.
10. Уемов А. И. Системы и системные исследования.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1969.
11. Уемов А. И. Логический анализ системного подхода к объектам и его место среди других методов исследования.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1969. М., 1969.
12. Уемов А. И. Методы построения и развития общей теории систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.
13. Уемов А. И. Системы и системные параметры.— В кн.: Проблемы формального анализа систем. М., 1968.
14. Федоров В. В. Теория оптимального эксперимента. М., 1971.
15. Філософські проблеми сучасного природознавства, вип. 27. Київ, 1972.
16. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. М., 1967.

СИСТЕМНОЕ КОМПОНИРОВАНИЕ И ДЕКОМПОНИРОВАНИЕ

А. В. ЧАЙКОВСКИЙ

При изучении сложных систем в биологии и химии, градостроительстве и экологии, в других областях науки нередко возникает необходимость прогнозирования результатов процесса соединения и разъединения исследуемых объектов. Особенно важно знание закономерностей синтеза и анализа систем в тех случаях, когда экспериментальное исследование этих процессов либо затруднено, либо невозможно. При решении этих задач возникает много трудностей. Выделим две, на наш взгляд, основные проблемы. Во-первых, оценка свойств, изучаемых систем с использованием языка описания, принятого в соответствующей области знания, зачастую не только затрудняет прогнозирование результатов указанных операций, но и не позволяет выявить общесистемные закономерности. Во-вторых, огромное множество возможных типов соединения и разъединения сложных систем ставит преграду на пути исследования закономерностей этих процессов.

Один из путей решения первой проблемы — формализация языка описания. Здесь может помочь использование системных параметров [3]. Решение другой проблемы, вероятно, связано с необходимостью сведения всех возможных видов анализа и синтеза к конечному числу типов.

В нашей работе предпринята попытка применения параметрического варианта общей теории системы [1], [2], [3] для исследования возможности прогнозирования результатов синтеза и анализа систем. Рассматриваются синтез и анализ, проходящие в простейших случаях по следующим схемам:

система 1 + система 2 → система 3

система 1 → система 2, система 3.

Воспользуемся следующим определением системы: вещи m образуют систему относительно заданного свойства P и отношения R , если в этих вещах существует отношение R , обладающее свойством P . Символически это определение записывается в виде: $(m)S = [R(m)]P$.

В процессе синтеза и анализа обычно предполагается, что все системы — исходные и результирующие — имеют идентичный концепт системы — системообразующее свойство P . Такого рода разновидности анализа и синтеза, при которых концепт системы не изменяется, назовем «системным декомпонированием» и «си

стемным компонованием», считая, что эти термины более адекватно отражают суть рассматриваемых операций, чем термины «системная декомпозиция» и «системное сочетание» [4].

В дальнейшем ограничимся простейшими случаями рассматриваемых операций: компонованию подвергаются две системы, при декомпоновании получаются две системы.

Системное компонование осуществляется по схеме:

$$K(\text{система } 1, \text{ система } 2) \rightarrow \text{система } 3, \text{ или } K(S_1, S_2) \rightarrow S_3,$$

где K обозначает операцию системного компонования.

Обратная операция производится по следующей схеме:

$$(\text{система } 1) \rightarrow \text{система } 2, \text{ система } 3, \text{ или } D(S_1) \rightarrow S_2, S_3,$$

где D обозначает операцию системного декомпонования.

Отметим, что в отличие от так называемого реистического синтеза [5], который имеет чисто мысленный характер, здесь не исключается рассмотрение реальных процессов.

В детализированном виде структура системного компонования и декомпонования выражается следующим образом:

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

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

По определению рассматриваемых операций предполагается идентичность системообразующих свойств у систем исходных и систем, полученных в результате компонования и декомпонования. В таком случае схемы можно несколько упростить:

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

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

На примере системного компонования следует пояснить, что на одном и том же субстрате m возможна реализация различных системообразующих отношений структур) R_1 , R_2 и R_3 . Отношения R_1 и R_2 считаются заданными и не могут быть переименованы друг в друга, поскольку операция системного сочетания, вообще говоря, не является коммутативной. Однако эти отношения могут оказаться одинаковыми. Тогда для обеих из соединяемых систем будет использоваться символ R_1 . Аналогично обстоит дело с символами m_1 и m_2 , с помощью которых обозначены 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 . Соответственно, если на субстрате третьей системы реализуется R_1 , будем считать это отношение системообразующим в третьей системе. Если не реализуется R_1 , но реализуется R_2 , будем считать системообразующим отношение R_2 . Использование символа R_3 означает, что на множестве объектов, являющихся резуль-

татом системного компонования, не реализуется ни одно из системообразующих отношений исходных систем. Подобные принципы положены и в основу системного декомпозирования.

Воспользуемся выделенными в работе [4] типами операции, которую мы называли системным компонованием. Все типы этой операции приведены в левой части таблицы 3 в несколько измененном, более удобном для наших целей виде.

Для выполнения поставленных задач применим классификацию системных параметров, предложенную в [3]. Здесь в качестве основания деления понятия «системный параметр» берется его соотношение с P , R или m . При этом параметры могут соотноситься только с субстратом m , структурой R , концептом P или с парой — P и R , R и m или P и m . Возможно также соотношение параметров с тройкой — P , R и m .

Нас интересует параметрическая характеристика результирующей системы при условии, что мы оценили исходные системы, подвергнутые компонованию с помощью системных параметров. Рассмотрим следующий пример: пусть в результирующей системе после системного компонования сохранится субстрат первой системы m_1 . Причем первая система элементарноавтономна, т. е. имеет значение этого параметра «1». В этом случае результирующая система также будет элементарноавтономной, так как рассматриваемый параметр соотносится только с субстратом m . Если мы обозначим наличие одного из двух возможных значений параметра в системе «1», а противоположное значение параметра — «0», то имеет место следующая закономерность:

Субстрат	Система 1 m_1	Система 2 m_2	Система 3 m_3
Значение параметра элементарно-автономности	1	0	1

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»).

Теперь обратимся к параметрам, соотносящимся с P и R . Здесь для нас важно соответствие или несоответствие только структуры R , так как по определению системного компонования концепт системы P одинаков у всех трех рассматриваемых систем ($P_1=P_2=P_3$). Пользуясь выявленными закономерностями, составим таблицу соотнесенности параметров с P , R и m для операции системного компонования (табл. 1).

Таблица 1

№№	Типы деления параметров	Чем определяется значение параметра при системном компоновании
1.	По характеру отношений в m	m
2.	По характеру отношений m к m	m
3.	По характеру отношений P к R	R
4.	По отношению системообразующего свойства P к отношению R	R
5.	По свойствам системообразующего отношения независимо от его отношения к субстрату m	R
6.	По характеру тернарного отношения между m , P и R	R и m
7.	По свойствам системообразующего отношения, проявляющимся в отношении к субстрату m	R и m
8.	По характеру отношения системообразующего отношения R к субстрату m	R и m

Здесь рассмотрены параметры, выделенные ранее [3]. Следует отметить, что любой новый параметр также будет соотноситься с m , P и R . Итак, достаточно рассмотреть три вида параметров, объединив их в три группы:

- группа 1 — параметры, определяемые m ;
- группа 2 — параметры, определяемые R ;
- группа 3 — параметры, определяемые и R и m .

Естественно, что при системном компоновании возможны четыре варианта, так как каждая из систем может обладать двумя значениями соответствующего параметра — «0» и «1».

Рассмотрим параметр «гомогенность». Если система гомогенна, значение параметра — «1». Если система гетерогенна, то она имеет противоположное значение параметра — «0».

Возможны такие варианты при системном компоновании для параметра гомогенности:

Система 1	Система 2
0	0
0	1
1	0
1	1

Очевидно, что аналогичную схему можно предложить для любого параметра и для любой группы параметров. В дальнейшем

в таблицах эти варианты изображены следующим образом: «0.0», «0.1», «1.0», «1.1», причем слева от точки указано значение любого из параметров рассматриваемой группы для первой из компонируемых систем, а справа — значение этого же параметра для второй системы.

Выделение групп параметров, осуществленное выше, позволяет проанализировать рассматриваемые типы системного компонирования и определить возможность и границы определения параметрической характеристики систем, получаемых при системном компонировании.

Рассмотрим параметры группы 1.

Очевидно, что существует всего пять возможных вариантов для параметров этой группы. Результаты анализа каждого из них приведены в таблице 2.

Таблица 2

m_1	m_2	m_3	Значение параметра системы			
			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	?	?	?	?

Для тех случаев, когда в результирующей системе есть m_3 , на основании анализа значения параметров первой группы искомой системы не могут быть определены. В таблице 2 неизвестные значения параметров обозначены знаком «?». Для удобства в последующих таблицах в аналогичных ситуациях вопросительный знак опускается. Знак «—» означает, что такой случай невозможен. Значения параметров третьей группы для системы, полученной в результате системного компонирования, можно определить только в тех случаях, когда и структура R и субстрат 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 таблице 3. В этой же таблице подведены итоги и собраны результаты анализа всех трех выделенных групп.

В таблице 3 приведены все виды системного компонирования. Подытожим полученные здесь результаты. В тех случаях, когда это возможно, определена параметрическая характеристика результирующей системы. Для параметров группы 1 оказалось возможным определить значения параметров искомой системы в 13 случаях из 21. Для параметров группы 2 — также в 13 случаях, а для параметров третьей группы — в 6. Для некоторых

Таблица 3

№	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
1	R_1	m_1	R_2	m_2	R_2	m_2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	R_1	m_1	R_2	m_2	R_2	m_1	0	0	1	1	0	1	0	1				
3	R_1	m_1	R_2	m_2	R_2	m_3					0	1	0	1				
4	R_1	m_1	R_2	m_2	R_1	m_2	0	1	0	1	0	0	1	1				
5	R_1	m_1	R_2	m_2	R_1	m_1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
6	R_1	m_1	R_2	m_2	R_1	m_3					0	0	1	1				
7	R_1	m_1	R_2	m_2	R_3	m_2	0	1	0	1								
8	R_1	m_1	R_2	m_2	R_3	m_1	0	0	1	1								
9	R_1	m_1	R_2	m_2	R_3	m_3												
10	R_1	m_1	R_1	m_2	R_3	m_2	0	1	0	1								
11	R_1	m_1	R_1	m_2	R_3	m_1	0	0	1	1								
12	R_1	m_1	R_1	m_2	R_3	m_3												
13	R_1	m_1	R_1	m_2	R_1	m_2	0	1	0	1	0	—	—	1	0	1	0	1
14	R_1	m_1	R_1	m_2	R_1	m_1	0	0	1	1	0	—	—	1	0	0	1	1
15	R_1	m_1	R_1	m_2	R_1	m_3					0	—	—	1				
16	R_1	m_1	R_2	m_1	R_2	m_3					0	1	0	1				
17	R_1	m_1	R_2	m_1	R_2	m_1	0	—	—	1	0	1	0	1	0	1	0	1
18	R_1	m_1	R_2	m_1	R_1	m_3					0	0	1	1				
19	R_1	m_1	R_2	m_1	R_1	m_1	0	—	—	1	0	0	1	1	0	0	1	1
20	R_1	m_1	R_2	m_1	R_3	m_3												
21	R_1	m_1	R_2	m_1	R_3	m_1	0	—	—	1								

типов системного komponирования определены все три группы параметров (первый, пятый, тринадцатый, четырнадцатый, семнадцатый и девятнадцатый тип). Для девятого, двенадцатого и двадцатого типов системного komponирования невозможно по исходным данным определить значение какой-либо группы параметров.

Итак, пользуясь таблицей, по параметрическим характеристикам исходных систем можно определить весь спектр параметров для искомой системы в шести типах системного komponирования. Частичная характеристика получается в двенадцати случаях. И только для трех типов о параметрах результирующей системы мы сказать ничего не можем. Полученные данные позволяют составить еще две таблицы. С помощью первой из них можно выяснить, какими параметрическими характеристиками должна обладать система 2 для того чтобы при синтезе с системой 1 результирующая система имела заранее заданные значения параметров. Во-вторых, можно составить таблицу для системного декомпонирования, где выясняется, какими параметрическими

характеристиками будут обладать две системы, полученные при системном декомпонировании. Одним из вариантов такой таблицы может быть таблица, определяющая, какими параметрическими характеристиками будет обладать система 2, полученная при системном декомпонировании системы 1 на две системы — систему 2 и систему 3, если характеристика системы 3 заранее задана. Естественно, что все «белые пятна» из рассматриваемой таблицы для системного компонирования перейдут и в полученные как следствия таблицы.

Один из возможных путей по заполнению «белых пятен» в рассматриваемой таблице — статистический способ определения параметрической характеристики искомой системы. При работе в этом направлении необходимо по каждому типу системного компонирования, где результаты не получены или получены частично, рассмотреть статистически достоверное число операций системного компонирования.

Другой путь для получения дополнительных сведений об искомой системе — использование данных по корреляционным связям между параметрами [6], [7]. В этом случае мы можем получить вероятностные характеристики систем для тех случаев, когда между параметрами, значение их определено выше, и искомыми параметрами существуют надежные корреляционные связи.

Так как зачастую оценка системы с помощью общесистемных параметров не удовлетворительна в полной мере для химика, биолога или архитектора, то необходим поиск зависимостей и корреляционных связей между системными параметрами и конкретными свойствами, используемыми для оценки систем в различных областях знаний. Одним из возможных направлений работы является путь уточнения, конкретизации системных параметров применительно к изучаемым системам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уемов А. И. Системы и системные исследования. — В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
2. Уемов А. И. Системы и системные параметры. — В кн.: Проблемы формального анализа систем. М., 1968.
3. Богданович В. И., Могиленко А. Р., Оганесян М. С., Портнов Г. Я., Уемов А. И., Цофнас А. Ю. Системный метод и его место в современном естествознании. — В кн.: Проблемы философии и методологии современного естествознания. М., 1973.
4. Уемов А. И. Анализ многообразия системных сочетаний. — В кн.: Системный метод и современная наука. Новосибирск, 1971.
5. Уемов А. И. Об одном варианте логико-математического аппарата системного исследования, ч. 1. — В кн.: Проблемы формального анализа систем. М., 1968.
6. Портнов Г. Я., Уемов А. И. Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1971. М., 1972.
7. Портнов Г. Я., Сараева И. Н. Кореляційні та логічні зв'язки між системними параметрами. — В кн.: Філософські проблеми сучасного природознавства, вип. 27. Київ, 1972.

НЕКОТОРЫЕ ПРИНЦИПЫ АППРОКСИМАЦИИ ОБЩЕСИСТЕМНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЛОГИЧЕСКИМИ ФУНКЦИЯМИ

Г. М. МИЛОВИДОВ

Важное место в построении параметрической теории описания систем занимает проблема выявления бинарных общесистемных закономерностей. В работах, посвященных решению этой проблемы, четко выделяются два основных направления: дедуктивный путь установления общесистемных закономерностей ([1], [2]); статистический анализ зависимостей между системными параметрами ([4], [5]).

В процессе обработки статистических данных появилась возможность аппроксимировать статистические закономерности логическими функциями. Переход от статистических закономерностей путем аппроксимации к логическим функциям позволяет с помощью теоретических построений определить дополнительно ряд неизвестных общесистемных закономерностей и сравнивать общесистемные закономерности, полученные теоретическим и эмпирическим путями.

Аппроксимация статистических общесистемных закономерностей логическими функциями требует соответствующего обоснования. Однако как в работе [4], так и в работе [5] предложенные аппроксимации достаточно не обоснованы. В данной статье исследуются возможности получения более обоснованной логической аппроксимации статистических закономерностей.

Рассмотрим и проанализируем некоторые существующие принципы аппроксимации общесистемных закономерностей логическими функциями. В качестве основы эмпирического исследования в работах [4] и [5] был выбран следующий список системных параметров:

- | | |
|---|--|
| x_1 — авторегенеративность по элементам; | x_{10} — детерминированность; |
| x_2 — авторегенеративность по отношениям; | x_{11} — центрированность; |
| x_3 — внешняя регенеративность по элементам; | x_{12} — всецелонадежность; |
| x_4 — внешняя регенеративность по отношениям; | x_{13} — упорядоченность; |
| x_5 — имманентность; | x_{14} — элементарноавтономность; |
| x_6 — минимальность; | x_{15} — функциональная зависимость элементов; |
| x_7 — стабильность; | x_{16} — сильная система; |
| x_8 — субстратная гомогенность; | x_{17} — цепная система; |
| x_9 — функциональная гомогенность; | x_{18} — цикличность; |
| | x_{19} — полнота системообразующего отношения; |
| | x_{20} — стационарность. |

Затем на множестве из 1000 систем рассматривались возможные парные комбинации системных параметров, для которых подсчитывались коэффициенты парной корреляции. Степень тесноты корреляционной связи оценивалась с помощью коэффициента коллигации Юла

$$Q = \frac{\alpha_1\alpha_4 - \alpha_2\alpha_3}{\alpha_1\alpha_4 + \alpha_2\alpha_3}, \quad (1)$$

где α_i ($i=1\div 4$) — частоты появления совместных значений признаков в комбинации.

Корреляционная связь параметров определяется сильной или слабой в зависимости от того, больше 0,5 или меньше 0,5 коэффициент коллигации. С целью установления общесистемных закономерностей между отдельными системными параметрами выбирались пары параметров, обладающие сильной корреляционной связью. Число таких пар для приведенного списка из 20 системных параметров оказалось равным 34.

Каждой комбинации системных параметров была поставлена 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. структура комбинации (см. табл. 1). Наличие структуры комбинации позволяет путем аппроксимации перейти к логическим функциям, описывающим зависимость между системными параметрами. Значения совместных частот 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.

Например, в работе [4] логическая аппроксимация осуществлялась следующим образом. Из четырех величин $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ выбиралась максимальная $\alpha_{\max}$, а затем рассматривались отношения частот к максимальной

$$\alpha_i/\alpha_{\max} = \beta_i \quad (i=1\div 4). \quad (2)$$

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.

В работе [5] для каждой из двух системных параметров рассматривались 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:

$$\delta = \frac{1}{m^2} \sum_{i,j=1}^4 (\alpha_i - \beta_j)^2, \quad (3)$$

где m — число параметров в рассматриваемом списке; β_j — принимает значение 0 или 1; α_i — частоты появления i -го набора в комбинации.

Таблица 1

№№	Обозначение комбинации	Q	Структура комбинации				H_r^0, m
			00	01	10	11	
1	x_1, x_2	0,9989	0,735	0,136	0,001	0,126	0,936
2	x_1, x_3	—0,5607	0,159	0,712	0,056	0,071	0,936
3	x_1, x_4	—0,4954	0,090	0,781	0,032	0,095	0,936
4	x_1, x_6	—0,6554	0,422	0,449	0,104	0,023	0,936
5	x_1, x_7	—0,5696	0,224	0,647	0,011	0,116	0,936
6	x_2, x_3	—0,5811	0,111	0,625	0,104	0,159	0,936
7	x_3, x_4	0,9743	0,110	0,105	0,011	0,770	0,936
8	x_4, x_5	0,5040	0,043	0,080	0,132	0,744	0,936
9	x_1, x_2	0,5067	0,797	0,074	0,099	0,028	0,936
10	x_1, x_{20}	0,4226	0,116	0,711	0,008	0,119	0,936
11	x_6, x_{12}	—0,6969	0,440	0,086	0,456	0,016	0,936
12	x_6, x_{13}	0,7229	0,191	0,334	0,040	0,433	0,936
13	x_6, x_{14}	0,4833	0,157	0,369	0,061	0,412	0,936
14	x_6, x_{15}	0,7712	0,208	0,318	0,037	0,436	0,936
15	x_7, x_{20}	0,8155	0,108	0,127	0,061	0,702	0,936
16	x_8, x_9	0,9474	0,681	0,083	0,071	0,163	0,936
17	x_9, x_{11}	—0,5739	0,599	0,153	0,290	0,016	0,936
18	x_9, x_{12}	0,4851	0,699	0,053	0,197	0,049	0,936
19	x_{10}, x_{13}	0,5208	0,122	0,199	0,110	0,568	0,936
20	x_{10}, x_{15}	0,5455	0,129	0,191	0,116	0,562	0,936
21	x_{11}, x_{12}	—0,5000	0,735	0,095	0,162	0,007	0,936
22	x_{11}, x_{13}	0,5399	0,215	0,614	0,016	0,153	0,936
23	x_{11}, x_{15}	0,5695	0,229	0,601	0,016	0,153	0,936
24	x_{11}, x_{16}	0,6067	0,421	0,409	0,034	0,135	0,936
25	x_{11}, x_{20}	0,6569	0,160	0,669	0,008	0,160	0,936
26	x_{13}, x_{14}	0,5418	0,092	0,139	0,126	0,641	0,936
27	x_{13}, x_{15}	0,6533	0,114	0,117	0,130	0,636	0,936
28	x_{13}, x_{16}	0,5546	0,163	0,068	0,291	0,476	0,936
29	x_{14}, x_{15}	0,6557	0,110	0,108	0,135	0,645	0,936
30	x_{15}, x_{16}	0,5617	0,168	0,077	0,287	0,467	0,936
31	x_{19}, x_{20}	0,3559	0,130	0,452	0,038	0,377	0,936

Первая логическая аппроксимация			Вторая логическая аппроксимация			Третья логическая аппроксимация		
$H^1_{r, m}$	логическая аппроксимирующая функция	погрешность	$H^2_{r, m}$	логическая аппроксимирующая функция	погрешность	$H^3_{r, m}$	логическая аппроксимирующая функция	погрешность
1, 09	$x_1 \rightarrow x_2$	0,3951	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2$	0,026	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2$	0,026
1,244	$\bar{x}_1$	0,1995	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge x_3$	0,029	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge x_3$	0,029
1, 09	$x_4 \rightarrow x_1$	0,0164	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge x_4$	0,0164	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge x_4$	0,0164
1, 09	$x_1 \wedge x_6$	0,3602	1,44	Π	0,162	1,244	$\bar{x}_1$	0,162
1, 09	$x_1 \rightarrow x_7$	0,377	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge x_7$	0,047	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge x_7$	0,047
1,44	Π	0,6102	1, 09	$\bar{x}_2 \wedge x_3$	0,047	1, 09	$\bar{x}_2 \wedge x_3$	0,047
1, 09	$x_3 \rightarrow x_4$	0,4325	1, 09	$x_3 \wedge x_4$	0,019	1, 09	$x_3 \wedge x_4$	0,019
1,244	x_4	0,2065	1, 09	$x_4 \wedge x_5$	0,023	1, 09	$x_4 \wedge x_5$	0,023
1, 09	$\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_{12}$	0,0142	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_{12}$	0,012	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_{12}$	0,0142
1, 09	$x_1 \rightarrow x_{20}$	0,4102	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge x_{20}$	0,031	1, 09	$\bar{x}_1 \wedge x_{20}$	0,031
1,44	$\bar{x}_{12}$	0,154	1,44	Π	0,154	1,44	$\bar{x}_{12}$	0,154
1, 09	$x_8 \rightarrow x_{13}$	0,3552	1,44	Π	0,201	1,44	x_{13}	0,201
1, 09	$x_8 \rightarrow x_{14}$	0,3645	1,44	Π	0,0835	1,44	x_{14}	0,193
1, 09	$x_8 \rightarrow x_{15}$	0,3529	1,44	Π	0,204	1,44	x_{15}	0,204
1, 09	$x_7 \rightarrow x_{20}$	0,4125	1, 09	$x_7 \wedge x_{20}$	0,014	1, 09	$x_7 \wedge x_{20}$	0,014
1,244	$x_8 \equiv x_9$	0,2035	1, 09	$\bar{x}_8 \wedge \bar{x}_9$	0,036	1, 09	$\bar{x}_8 \wedge \bar{x}_9$	0,036
1, 09	$x_9 \wedge x_{11}$	0,3528	1, 09	$\bar{x}_9 \wedge \bar{x}_{11}$	0,062	1, 09	$\bar{x}_9 \wedge \bar{x}_{11}$	0,062
1,44	$\bar{x}_{12}$	0,1851	1, 09	$\bar{x}_9 \wedge \bar{x}_{12}$	0,034	1, 09	$\bar{x}_9 \wedge \bar{x}_{12}$	0,034
1,44	Π	0,5977	1, 09	$x_{10} \wedge x_{13}$	0,064	1, 09	$x_{10} \wedge x_{13}$	0,064
1,44	Π	0,5979	1, 09	$x_{10} \wedge x_{15}$	0,064	1, 09	$x_{10} \wedge x_{15}$	0,064
1,44	$\bar{x}_{12}$	0,1953	1, 09	$\bar{x}_{11} \wedge \bar{x}_{12}$	0,0421	1, 09	$\bar{x}_{11} \wedge \bar{x}_{12}$	0,0421
1, 09	$x_{11} \rightarrow x_{13}$	0,3706	1, 09	$\bar{x}_{11} \wedge x_{13}$	0,055	1, 09	$\bar{x}_{11} \wedge x_{13}$	0,0546
1, 09	$x_{11} \rightarrow x_{15}$	0,3678	1, 09	$\bar{x}_{11} \wedge x_{15}$	0,059	1, 09	$\bar{x}_{11} \wedge x_{15}$	0,059
1, 09	$x_{11} \rightarrow x_{16}$	0,3584	1,44	Π	0,176	1,244	$\bar{x}_{11}$	0,176
1, 09	$x_{11} \rightarrow x_{20}$	0,3801	1, 09	$\bar{x}_{11} \wedge x_{20}$	0,038	1, 09	$\bar{x}_{11} \wedge x_{20}$	0,043
1, 09	$x_{13} \vee x_{14}$	0,4105	1, 09	$x_{13} \wedge x_{14}$	0,043	1, 09	$x_{13} \wedge x_{14}$	0,038
1,44	Π	0,6134	1, 09	$x_{13} \wedge x_{15}$	0,044	1, 09	$x_{13} \wedge x_{15}$	0,044
1, 09	$x_{16} \rightarrow x_{13}$	0,3705	1,44	Π	0,098	1,244	x_{13}	0,202
1,44	Π	0,6154	1, 09	$x_{14} \wedge x_{15}$	0,042	1, 09	$x_{14} \wedge x_{15}$	0,042
1, 09	$x_{16} \rightarrow x_{15}$	0,3726	1,44	Π	0,076	1,44	x_{16}	0,2066
1, 09	$x_{19} \rightarrow x_{20}$	0,3953	1,44	Π	0,0748	1,44	x_{20}	0,2103

Нетрудно видеть, что соответствующему значению логической функции присваивается в этом случае:

1, если $\alpha_i \geq 0,5$;

0, если $\alpha_i < 0,5$.

Перечисленные аппроксимации имеют общий недостаток — некоторые статистические закономерности не удается аппроксимировать логическими функциями. В результате статистических испытаний обнаружилось, что лишь малая часть параметров обладает сильной парной корреляционной зависимостью, и, следовательно, неопределенность общесистемных закономерностей остается очень большой. Поэтому от неустановления логической связи для каждой пары параметров, обладающей сильной корреляционной зависимостью, увеличивается неопределенность в задаче выявления общесистемных закономерностей, что в конечном итоге противоречит ее цели.

Автором предложена аппроксимация, устраняющая указанный недостаток. Она получается путем введения средних величин.

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

если $\alpha_i \geq \alpha_{\text{ср}}$, то $\alpha_i = 1$.

В частности, были проведены аппроксимации для:

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

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

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

Оказалось, что для этих средних величин логические аппроксимации совпадают. Поэтому в дальнейшем будем считать, что получена третья логическая аппроксимация, устойчивая относительно предложенных средних. Таким образом, соответственно трем принципам аппроксимации общесистемных закономерностей, получены три способа аппроксимации (см. табл. 1), среди которых нам необходимо выбрать лучшую. Для этого сопоставим эти аппроксимации.

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 несовпадение логических функций для одноименных комбинаций системных параметров среди трех логических аппроксимаций. Причем несовпадение вновь полученных логических аппроксимирующих функций и логических функций, полученных в работе [5], имеет место в 9 случаях. Это бывает тогда, когда по соответствующему критерию квантификации между систем-

ными параметрами в работе [5] не устанавливается логическая связь. Более сильное различие (в 28 случаях) наблюдается с аппроксимацией, проводимой в работе [4]. Пять из них аналогичны вышеописанным. В остальных 23-х случаях новая аппроксимация дает значительно меньшую погрешность, чем сравниваемая.

Однако перечисленные преимущества третьей аппроксимации проявляются только в случае большого разброса частот α_i . Если же разброс частот достаточно мал, то указанные преимущества становятся сомнительными. Следовательно, полученная аппроксимация все же не является полностью удовлетворительной и необходимо дальнейшее ее уточнение.

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. В то же время не все логические функции вызывают к себе одинаковое доверие, и поэтому возникает проблема критериев, позволяющих определить, в какой мере можно доверять рассматриваемым зависимостям как закономерностям. Решение этой проблемы распадается на два этапа.

Первый этап связан с выбором системных параметров (решением проблемы надежности) независимо от той или иной конкретной закономерности, их связывающей. Выбор может иметь двоякий характер. Можно вернуться к первоначальному списку системных параметров и на базе проведенного исследования заменить менее существенные параметры более существенными. Однако, как показано в работе [4], более перспективным представляется иной способ, когда новые параметры определяются как параметры второго уровня, значения которых представляют собой комбинации отдельных параметров первого уровня. Для оптимального выбора второго уровня в работе [4] предложен следующий критерий.

Пусть параметр y_k имеет n значений $y_k^1, \dots, y_k^n$ и P_k^i — вероятность того, что произвольно взятая система обладает i -м значением параметра y_k , где $1 \leq i \leq n$.

Тогда $H(y_k) = - \sum_{i=1}^n P_k^i \lg P_k^i$ представляет собой энтропию параметра y_k на данном множестве систем.

Будем различать фактическую энтропию, которой обладает некоторый параметр, и максимально возможную энтропию, имеющую место при $P_k^1 = P_k^2 = \dots = P_k^n = 0,5$. Обозначим их соответственно $H_f(y_k)$ и $H_{\max}(y_k)$.

Отношение $H_f(y_k)$ к $H_{\max}(y_k)$ выражает меру оптимальности параметра второго уровня y_k или, что то же самое, меру оптимальности сочетания n системных параметров I уровня:

$$R(y_k) = H_f(y_k)/H_{\max}(y_k). \quad (4)$$

Мера оптимальности параметра y_k принимает наибольшее значение, равное единице, при совпадении фактической энтропии и максимальной.

В соответствии с формулой (5) был сделан расчет надежности сочетаний значений всевозможных значений системных параметров для всех исследуемых пар. Оказалось, что наиболее надежными являются следующие сочетания: x_1, x_2 ; x_1, x_3 ; x_1, x_4 ; x_1, x_6 ; x_1, x_7 ; x_1, x_{12} ; x_1, x_{20} ; x_2, x_3 ; x_3, x_4 ; x_4, x_5 ; x_6, x_{12} ; x_6, x_{13} ; x_6, x_{14} ; x_6, x_{15} ; x_7, x_{20} ; x_8, x_9 ; x_9, x_{11} ; x_9, x_{12} ; x_{10}, x_{13} ; x_{10}, x_{15} ; x_{11}, x_{15} ; x_{11}, x_{12} ; x_{11}, x_{13} ; x_{11}, x_{16} ; x_{11}, x_{20} ; x_{13}, x_{14} ; x_{13}, x_{15} ; x_{13}, x_{16} ; x_{14}, x_{15} ; x_{15}, x_{16} ; x_{19}, x_{20} .

Коэффициент надежности перечисленных сочетаний колеблется от 0,714 (для пары x_1, x_{12}) до 1 (для пар x_2, x_3 ; x_6, x_{15} ; x_8, x_9 ; x_{10}, x_{13} ; x_{10}, x_{15} ; x_{13}, x_{16} ; x_{15}, x_{16}). Выбором наиболее надежных сочетаний значений системных параметров (без учета логической структуры) завершается первый этап решения проблемы надежности общесистемных закономерностей.

Второй этап — выбор типов логических функций, связывающих системные параметры.

К числу наиболее важных критериев истинности любой теоретической конструкции, в том числе и аппроксимирующих функций, относят простоту. Однако при решении вопроса, почему простота должна свидетельствовать об истинности научного знания, существует ряд трудностей, связанных с тем, что «обычно к понятию простоты подходят недостаточно дифференцированно» [7]. Использование системного представления объекта дает возможность провести более конкретную и оперативную дифференциацию.

В плане выбранного определения системы существует 13 типов простоты, каждой из которых можно поставить в соответствие количественное выражение в виде некоторого числа.

Так, например, мера структурной простоты вычисляется по формуле

$$-\sum_{i=1}^k P_i \lg P_i = -\sum_{i=1}^k \frac{l_i}{n^2 - n} \lg \frac{l_i}{n^2 - n}, \quad (5)$$

где l_i — экстенциональная длина отношения r_i ; определяющая число пар элементов системы, между которыми существует отношение r_i ; n — число элементов системы.

Мера структурно-субстратной простоты иная, так как в этом случае интересна не только неопределенность, приходящаяся на каждое отношение r_i , но и неопределенность соотношения этого r_i с каждой из таких пар, на которых оно реализуется. «Иными словами, мера сложности может быть получена лишь при двойном суммировании: одно суммирование должно быть по числу пар, на которых реализуется отношение r_i , а другое — по числу отношений.

В таком случае предполагая, что вероятность реализации отношения на каждой из пар одинакова, имеем, что мера сложности структурно-субстратной простоты вычисляется по формуле

$$H = - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{l_i} \frac{l_i}{n^2 - n} \lg \frac{l_i}{n^2 - n} = - \sum_{i=1}^k \frac{l_i^2}{n^2 - n} \lg \frac{l_i}{n^2 - n}. \quad (6)$$

Полученные формулы позволяют дать более четкий ответ на рассматриваемый вопрос о свидетельствах истины» [7].

Действительно, согласно этим формулам следует, что сложность системы не только принимает значения 0 (при $l_i = n^2 - n$) и ∞ (при $k = \infty$), но и принимает промежуточные значения. Таким образом, привилегией на свидетельство об истинности обладают не только 0 и ∞ . «Это всего лишь два из возможных значений параметра сложности, каждое из которых, будучи присуще системе знания, может быть свидетельством его истинности. Но это будет лишь в том случае, если значение сложности системы знания будет соответствовать значению сложности отображаемой этим знанием фрагмента действительности» [7]. Таким образом, проблему простоты — сложности любой теоретической конструкции всегда необходимо сопоставлять с мерой сложности отображаемого фрагмента действительности и специфицировать применительно к определенному аспекту ее рассмотрения. По этому критерию в нашем случае будет выбрана такая логическая функция для каждой пары параметров, мера сложности которой наиболее соответствует мере сложности статистического эксперимента, в результате которого для данной пары параметров получены значения частот $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$.

Заметим, что результат эксперимента для произвольной пары параметров можно изобразить графически следующим образом. На оси абсцисс отложим четыре точки, соответственно четырем возможным исходам статистического испытания (00, 01, 10, 11). Для удобства расположим их через равные интервалы. По оси ординат будем откладывать частоты появления каждого исхода статистического испытания. Полученные 4 точки $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ соединим ломаной линией и назовем ее экспериментальной кривой. Полученная кривая определяет структуру общесистемной закономерности между рассматриваемыми параметрами.

Аналогично структуру любой логической функции можно изобразить графически. Так, например, графическое изображение ломаной, соответствующей отрицанию конъюнкции, приведено на стр. 182.

Прежде чем приступить к вычислению меры сложности эксперимента и аппроксимирующих логических функций, заметим, что системные параметры первого уровня и существующие между ними бинарные общесистемные закономерности можно рассматривать как некоторую систему S , системообразующим свойством которой является свойство описывать определенный класс систем.

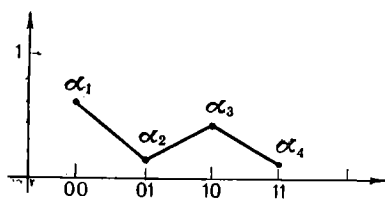


Рис. 1

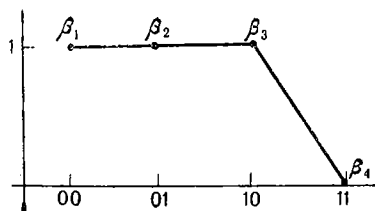


Рис. 2

В соответствии с этим наша задача может быть сведена к определению меры сложности систем, структура которых выражается статистическими либо логическими закономерностями. Затем необходимо выбрать систему со структурой, выраженной логическими закономерностями, мера сложности которой наиболее соответствует по сложности системе со структурой, выраженной статистическими закономерностями.

Простота — сложность системы может быть оценена различными способами в зависимости от того, какие комбинации из компонентов P , R , m она характеризует. Очевидно, что в нашем случае «простота — сложность» системы необходимо определить с помощью структурно-субстратной простоты как совокупности системообразующих отношений, реализующихся на субстрате системных параметров. Мера структурно-субстратной простоты вычисляется по формуле [6]

$$H_{(r,m)} = - \sum_{i=1}^k \sum_{f=1}^k P[r_i(g_f)] \lg P[r_i(g_f)] = \sum_{i=1}^k \frac{l_i^2}{m^2 - m} \lg \frac{l_i}{m^2 - m}, \quad (7)$$

где m — соответственно количество элементов множеств $\{\alpha_i\}_{i=1}^4$ или $\{\beta_i\}_{i=1}^4$; g_f — произвольная пара элементов из множеств $\{\alpha_i\}_{i=1}^4$ или $\{\beta_i\}_{i=1}^4$; r_i — расстояние между элементами выбранной пары; l_i — экстенциональная длина отношения r_i ; $P[r_i(g_f)]$ — вероятность того, что r_i реализуется на произвольной паре g_f .

Согласно этой формуле были вычислены меры сложности эксперимента и всех 16-ти возможных логических функций. Данные расчеты показали следующее.

1) Для всех рассматриваемых пар системных параметров эксперимент имеет одну и ту же меру сложности $H_{(r,m)}^s = 0,936$.

2) Некоторые логические функции имеют одинаковую меру сложности, и по этому признаку их можно сгруппировать в три класса эквивалентности:

1. $H_{r,m} = 1,09$; $\{x_i \wedge x_j; \overline{x_i \wedge x_j}; x_i \wedge x_j; \overline{x_i \wedge x_j}; x_i \wedge x_j; \overline{x_i \wedge x_j}; x_i \wedge x_j; \overline{x_i \wedge x_j}\}$;
2. $H_{r,m} = 1,244$; $\{x_i; x_i; x_i \equiv x_j; \overline{x_i \equiv x_j}\}$;
3. $H_{r,m} = 1,44$; $\{\Pi; \text{И}; x_j; x_j\}$.

Из результатов расчета видно, что логические аппроксимирующие функции 1 класса наиболее соответствуют по простоте проведенному эксперименту. Эти логические функции связывают конъюнкцией либо ее отрицанием всевозможные сочетания положительных и отрицательных значений рассматриваемых пар параметров.

Наиболее надежные сочетания значений системных параметров были определены на первом этапе решения проблемы надежности общесистемных закономерностей. Сопоставляя полученные результаты, получаем две логические аппроксимации, из которых предпочтение отдадим наиболее правомерной, оцениваемой с помощью следующих соображений. Конъюнкции можно поставить в соответствие качественную характеристику — совместное появление связанных ею величин. В этом смысле правомерность интересующих нас аппроксимаций будем определять с помощью вероятности появления или совместного не появления соответствующих значений системных параметров.

Окончательно результат оптимизации логической аппроксимации сформулируем следующим образом:

I. Если система авторегенеративная по элементам (x_1) , то она:

- | | |
|---|---|
| 1) неавторегенеративная по отношениям $(\bar{x}_2)$; | 4) неминимальная $(\bar{x}_6)$; |
| 2) внешне регенеративная по элементам (x_3) ; | 5) стабильная (x_7) ; |
| 3) внешне регенеративная по отношениям (x_4) ; | 6) невсецелонадежная $(\bar{x}_{12})$; |
| | 7) стационарная (x_{20}) . |

II. Если система авторегенеративная по отношениям (x_2) , то она внешне регенеративная по элементам (x_3) .

III. Если система внешне нерегенеративная по элементам (x_3) , то она внешне регенеративная по отношениям (x_4) .

IV. Если система неимманентная (x_5) , то она внешне регенеративная по отношениям (x_4) .

V. Если система минимальная (x_6) , то она:

- 1) невсецелонадежная $(\bar{x}_{12})$;
- 2) упорядоченная (x_{13}) ;
- 3) элементарноавтономная (x_{14}) ;
- 4) обладает функциональной зависимостью элементов (x_{15}) .

VI. Если система нестабильная (x_7) , то она является стационарной (x_{20}) .

VII. Если система функционально гомогенная (x_8) , то она:

- 1) субстратно гетерогенная (x_9) ;
- 2) нецентрированная $(\bar{x}_{11})$;
- 3) невсецелонадежная $(\bar{x}_{12})$.

VIII. Если система недетерминированная (x_{10}), то она:

- 1) упорядоченная (x_{13});
- 2) обладает функциональной зависимостью элементов (x_{15}).

IX. Из центрированности системы (x_{11}) следует, что она:

- 1) невсецелонадежная (x_{12});
- 2) упорядоченная (x_{13});
- 3) обладает функциональной зависимостью элементов (x_{15});
- 4) сильная (x_{16});
- 5) стационарная (x_{20}).

X. Если система неупорядоченная (x_{13}), то она:

- 1) элементарноавтономная (x_{14});
- 2) обладает функциональной зависимостью элементов (x_{15});
- 3) сильная (x_{16}).

XI. Если система не обладает функциональной зависимостью элементов (x_{15}), то она:

- 1) элементарноавтономная (x_{14});
- 2) сильная (x_{16});
- 3) если система обладает свойством полноты системообразующего отношения (x_{19}), то она стационарная (x_{20}).

Сравнивая все полученные аппроксимации, нетрудно увидеть, что одним из отличий оптимальной аппроксимации от всех предшествующих является то, что в последней каждую бинарную общесистемную закономерность можно выразить дизъюнкцией. Оказывается, что этого свойства оптимальной аппроксимации достаточно, чтобы с помощью только теоретических построений доопределить 159 остальных всевозможных бинарных общесистемных закономерностей.

Теоретическим инструментом выявления бинарных общесистемных закономерностей может служить следующая теорема. Пусть заданы системные параметры y_1, y_2, y_3, y_4 . Если зависимость между системными параметрами y_1 и y_2, y_3 и y_4, y_2 и y_3 можно выразить логической функцией — дизъюнкцией, то и зависимость между системными параметрами y_1 и y_4 также выражается дизъюнкцией. Доказательство теоремы проведем с помощью таблицы истинности (см. таблицу 2.)

Применяя последовательно теорему 1 к различным группам параметров, удалось доопределить недостающие бинарные общесистемные закономерности, которые совместно с полученными ранее закономерностями сведены в таблицу 3. Благодаря проведенной оптимизации логической аппроксимации удалось теоретически выявить всю совокупность бинарных общесистемных закономерностей.

Для примера сформулируем бинарные общесистемные закономерности, реализующиеся между системным параметром «суб-

Таблица 2

y_1	y_2	y_3	y_4	$y_1 \wedge y_2 \wedge y_3 \wedge y_4 \vee y_1 \vee y_2 \wedge y_3 \vee y_4 \wedge y_2 \wedge y_3$	$y_1 \vee y_4$	$y_1 \wedge y_2 \wedge y_3 \wedge y_4 \wedge y_1 \vee y_2 \wedge y_3 \vee y_4 \wedge y_2 \vee y_3 \rightarrow y_1 \wedge y_4$
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1

стратная гомогенность» и остальными 19-ю системными параметрами. Если система субстратно гомогенная, то она:

- 1) неавторегенеративная по элементам ($\bar{x}_1$),
- 2) неавторегенеративная по отношениям ($\bar{x}_2$),
- 3) внешне регенеративная по элементам (x_3),
- 4) внешне регенеративная по отношениям (x_4),
- 5) имманентная (x_5),
- 6) неминимальная ($\bar{x}_6$),
- 7) стабильная ($\bar{x}_7$),
- 8) функционально гетерогенная (x_8),
- 9) детерминированная (x_{10}),
- 10) нецентрированная ($\bar{x}_{11}$),
- 11) невсецелонадежная ($\bar{x}_{12}$),
- 12) упорядоченная (x_{13}),
- 13) элементарноавтономная (x_{14}),
- 14) обладает свойством функциональной зависимости элементов (x_{15}),
- 15) сильная (x_{16}),
- 16) нецепная ($\bar{x}_{17}$),
- 17) не обладает свойством полноты системообразующего отношения ($\bar{x}_{18}$),
- 18) стационарная (x_{20}),
- 19) нецикличная ($\bar{x}_{18}$).

Полученный результат позволяет решить задачу минимизации описания путем выделения основных и производных групп системных параметров.

Действительно, исходя из таблицы 3 нетрудно записать логическую структуру, реализующуюся между всеми системными параметрами в виде дизъюнктивной нормальной формы.

$$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4 \vee x_5 \vee \bar{x}_6 \vee x_7 \vee \bar{x}_8 \vee \bar{x}_9 \vee x_{10} \vee \bar{x}_{11} \vee \bar{x}_{12} \vee \bar{x}_{13} \vee x_{14} \vee x_{15} \vee \bar{x}_{16} \vee \bar{x}_{17} \vee \bar{x}_{18} \vee x_{19} \vee x_{20}.$$

Таблица 3

				x_3		x_5		x_6		x_7		x_8		x_9	
x_1				$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2$	$\bar{x}_1 \vee x_3$	$\bar{x}_1 \vee x_4$	$\bar{x}_1 \vee x_5$	$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_6$	$\bar{x}_1 \vee x_7$	$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_8$	$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_9$	$\bar{x}_1 \vee x_{10}$			
x_2				$\bar{x}_2 \vee x_3$	$\bar{x}_2 \vee x_4$	$\bar{x}_2 \vee x_5$	$\bar{x}_2 \vee \bar{x}_6$	$\bar{x}_2 \vee x_7$	$\bar{x}_2 \vee \bar{x}_8$	$\bar{x}_2 \vee \bar{x}_9$	$\bar{x}_2 \vee x_{10}$				
x_3				$x_3 \vee x_4$	$x_3 \vee x_5$	$x_3 \vee \bar{x}_6$	$x_3 \vee x_7$	$x_3 \vee \bar{x}_8$	$x_3 \vee \bar{x}_9$	$x_3 \vee x_{10}$					
x_4				$x_4 \vee x_5$	$x_4 \vee \bar{x}_6$	$x_4 \vee x_7$	$x_4 \vee \bar{x}_8$	$x_4 \vee \bar{x}_9$	$x_4 \vee x_{10}$						
x_5				$x_5 \vee \bar{x}_6$	$x_5 \vee x_7$	$x_5 \vee \bar{x}_8$	$x_5 \vee \bar{x}_9$	$x_5 \vee x_{10}$							
x_6				$\bar{x}_6 \vee x_7$	$\bar{x}_6 \vee \bar{x}_8$	$\bar{x}_6 \vee \bar{x}_9$	$\bar{x}_6 \vee x_{10}$								
x_7				$x_7 \vee \bar{x}_8$	$x_7 \vee \bar{x}_9$	$x_7 \vee x_{10}$									
x_8				$\bar{x}_8 \vee \bar{x}_9$	$\bar{x}_8 \vee x_{10}$										
x_9				$\bar{x}_9 \vee x_{10}$											
x_{10}															
x_{11}															
x_{12}															
x_{13}															
x_{14}															
x_{15}															
x_{16}															
x_{17}															
x_{18}															
x_{19}															
x_{20}															

Используя свойство дизъюнктивной нормальной формы, проведем ряд эквивалентных преобразований:

$$\begin{aligned}
 & (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_6 \vee \bar{x}_8 \vee \bar{x}_9 \vee \bar{x}_{11} \vee \bar{x}_{12} \vee \bar{x}_{17} \vee \bar{x}_{18} \vee \bar{x}_{19}) \vee \\
 & \vee (x_3 \vee x_4 \vee x_5 \vee x_7 \vee x_{10} \vee x_{13} \vee x_{14} \vee x_{15} \vee x_{16} \vee x_{20}) \sim \\
 & \sim (x_1 \wedge x_2 \wedge x_6 \wedge x_8 \wedge x_9 \wedge x_{11} \wedge x_{12} \wedge x_{17} \wedge x_{18} \wedge x_{19}) \vee \\
 & \vee (x_3 \vee x_4 \vee x_5 \vee x_7 \vee x_{10} \vee x_{13} \vee x_{14} \vee x_{15} \vee x_{16} \vee x_{20}) \sim \\
 & \sim (x_1 \wedge x_2 \wedge x_6 \wedge x_8 \wedge x_9 \wedge x_{11} \vee x_{12} \wedge x_{17} \wedge x_{18} \wedge x_{19}) \rightarrow \\
 & \rightarrow x_3 \vee x_4 \vee x_5 \vee x_7 \vee x_{10} \vee x_{13} \vee x_{14} \vee x_{15} \vee x_{16}.
 \end{aligned}$$

В результате проведенных эквивалентных преобразований мы получили две группы системных параметров: основную — $\{x_1, x_2, x_6, x_8, x_9, x_{11}, x_{12}, x_{17}, x_{18}, x_{19}\}$ и имплицитную производную — $\{x_3, x_4, x_5, x_7, x_{10}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{20}\}$. Другими словами, если

				x_{15}					
$x_1 \vee \bar{x}_{11}$	$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_{12}$	$\bar{x}_1 \vee x_{13}$	$\bar{x}_1 \vee x_{14}$	$\bar{x}_1 \vee x_{15}$	$\bar{x}_1 \vee x_{16}$	$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_{17}$	$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_{18}$	$\bar{x}_1 \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_1 \vee x_{20}$
$\bar{x}_2 \vee \bar{x}_{11}$	$\bar{x}_2 \vee \bar{x}_{12}$	$\bar{x}_2 \vee x_{13}$	$\bar{x}_2 \vee x_{14}$	$\bar{x}_2 \vee x_{15}$	$\bar{x}_2 \vee x_{16}$	$\bar{x}_2 \vee \bar{x}_{17}$	$\bar{x}_2 \vee \bar{x}_{18}$	$\bar{x}_2 \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_2 \vee x_{20}$
$x_3 \vee \bar{x}_{11}$	$x_3 \vee \bar{x}_{12}$	$x_3 \vee x_{13}$	$x_3 \vee x_{14}$	$x_3 \vee x_{15}$	$x_3 \vee x_{16}$	$x_3 \vee x_{17}$	$x_3 \vee \bar{x}_{18}$	$x_3 \vee \bar{x}_{19}$	$x_3 \vee x_{20}$
$x_4 \vee \bar{x}_{11}$	$x_4 \vee \bar{x}_{12}$	$x_4 \vee x_{13}$	$x_4 \vee x_{14}$	$x_4 \vee x_{15}$	$x_4 \vee x_{16}$	$x_4 \vee \bar{x}_{17}$	$x_4 \vee \bar{x}_{18}$	$x_4 \vee \bar{x}_{19}$	$x_4 \vee x_{20}$
$x_5 \vee \bar{x}_{11}$	$x_5 \vee \bar{x}_{12}$	$x_5 \vee x_{13}$	$x_5 \vee x_{14}$	$x_5 \vee x_{15}$	$x_5 \vee x_{16}$	$x_5 \vee \bar{x}_{17}$	$x_5 \vee \bar{x}_{18}$	$x_5 \vee \bar{x}_{19}$	$x_5 \vee x_{20}$
$\bar{x}_6 \vee \bar{x}_{11}$	$\bar{x}_6 \vee \bar{x}_{12}$	$\bar{x}_6 \vee x_{13}$	$\bar{x}_6 \vee x_{14}$	$\bar{x}_6 \vee x_{15}$	$\bar{x}_6 \vee x_{16}$	$\bar{x}_6 \vee \bar{x}_{17}$	$\bar{x}_6 \vee \bar{x}_{18}$	$\bar{x}_6 \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_6 \vee x_{20}$
$x_7 \vee \bar{x}_{11}$	$x_7 \vee \bar{x}_{12}$	$x_7 \vee x_{13}$	$x_7 \vee x_{14}$	$x_7 \vee x_{15}$	$x_7 \vee x_{16}$	$x_7 \vee \bar{x}_{17}$	$x_7 \vee \bar{x}_{18}$	$x_7 \vee \bar{x}_{19}$	$x_7 \vee x_{20}$
$\bar{x}_8 \vee \bar{x}_{11}$	$\bar{x}_8 \vee \bar{x}_{12}$	$\bar{x}_8 \vee x_{13}$	$\bar{x}_8 \vee x_{14}$	$\bar{x}_8 \vee x_{15}$	$\bar{x}_8 \vee x_{16}$	$\bar{x}_8 \vee \bar{x}_{17}$	$\bar{x}_8 \vee \bar{x}_{18}$	$\bar{x}_8 \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_8 \vee x_{20}$
$\bar{x}_9 \vee \bar{x}_{11}$	$\bar{x}_9 \vee \bar{x}_{12}$	$\bar{x}_9 \vee x_{13}$	$\bar{x}_9 \vee x_{14}$	$\bar{x}_9 \vee x_{15}$	$\bar{x}_9 \vee x_{16}$	$\bar{x}_9 \vee \bar{x}_{17}$	$\bar{x}_9 \vee \bar{x}_{18}$	$\bar{x}_9 \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_9 \vee x_{20}$
$x_{10} \vee \bar{x}_{11}$	$x_{10} \vee \bar{x}_{12}$	$x_{10} \vee x_{13}$	$x_{10} \vee x_{14}$	$x_{10} \vee x_{15}$	$x_{10} \vee x_{16}$	$x_{10} \vee \bar{x}_{17}$	$x_{10} \vee \bar{x}_{18}$	$x_{10} \vee \bar{x}_{19}$	$x_{10} \vee x_{20}$
	$\bar{x}_{11} \vee \bar{x}_{12}$	$\bar{x}_{11} \vee x_{13}$	$\bar{x}_{11} \vee x_{14}$	$\bar{x}_{11} \vee x_{15}$	$\bar{x}_{11} \vee x_{16}$	$\bar{x}_{11} \vee \bar{x}_{17}$	$\bar{x}_{11} \vee \bar{x}_{18}$	$\bar{x}_{11} \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_{11} \vee x_{20}$
		$\bar{x}_{12} \vee x_{13}$	$\bar{x}_{12} \vee x_{14}$	$\bar{x}_{12} \vee x_{15}$	$\bar{x}_{12} \vee x_{16}$	$\bar{x}_{12} \vee \bar{x}_{17}$	$\bar{x}_{12} \vee \bar{x}_{18}$	$\bar{x}_{12} \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_{12} \vee x_{20}$
			$x_{13} \vee x_{14}$	$x_{13} \vee x_{15}$	$x_{13} \vee x_{16}$	$x_{13} \vee \bar{x}_{17}$	$x_{13} \vee \bar{x}_{18}$	$x_{13} \vee \bar{x}_{19}$	$x_{13} \vee x_{20}$
				$x_{14} \vee x_{15}$	$x_{14} \vee x_{16}$	$x_{14} \vee x_{17}$	$x_{14} \vee \bar{x}_{18}$	$x_{14} \vee \bar{x}_{19}$	$x_{14} \vee x_{20}$
					$x_{15} \vee \bar{x}_{16}$	$x_{15} \vee \bar{x}_{17}$	$x_{15} \vee \bar{x}_{18}$	$x_{15} \vee \bar{x}_{19}$	$x_{15} \vee x_{20}$
						$\bar{x}_{16} \vee \bar{x}_{17}$	$x_{16} \vee \bar{x}_{18}$	$x_{16} \vee \bar{x}_{19}$	$x_{16} \vee x_{20}$
							$\bar{x}_{17} \vee \bar{x}_{18}$	$\bar{x}_{17} \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_{17} \vee x_{20}$
								$\bar{x}_{18} \vee \bar{x}_{19}$	$\bar{x}_{18} \vee x_{20}$
									$\bar{x}_{19} \vee x_{20}$

система авторегенеративная по элементам, авторегенеративная по отношениям, минимальная, субстратногомогенная, центрированная, всецелонадежная, цепная, циклическая и обладает свойством полноты системообразующего отношения, то она внешне регенеративная по элементам, или внешнерегенеративная по отношениям или имманентная, или стабильная, или детерминированная, или упорядоченная, или элементарноавтономная, или обладает свойством функциональной зависимости элементов, или сильная, или стационарная.

Проводя аналогичные рассуждения, можно выделить группы основных и производных параметров внутри каждого из классов параметров. Системные параметры делятся на три класса:

1. Унарные — охватывающие отношения mkt , RkR , PkP — x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_{14} ;

II. Бинарные — охватывающие отношения $mkR, mkP, RkP, Rkm, Pkm, PkR$ — $x_5, x_6, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{17}, x_{18}, x_{19}$;

III. Тернарные — охватывающие все три величины m, R, P — x_7, x_{16} .

В первом классе в основную группу параметров входят x_1 и x_2 , а в производную — x_3, x_4, x_{14} :

$$x_1 \wedge x_2 \rightarrow x_3 \vee x_4 \vee x_{14}.$$

Во втором классе группа основных параметров состоит из $x_6, x_8, x_9, x_{11}, x_{12}, x_{17}, x_{18}, x_{19}$, а производная из $x_5, x_{10}, x_{13}, x_{15} : x_6 \wedge x_8 \wedge x_9 \wedge x_{11} \wedge x_{12} \wedge x_{17} \wedge x_{18} \wedge x_{19} \rightarrow x_5 \vee x_{10} \vee x_{13} \vee x_{15}$.

Из свойств импликации следует, что процесс деления системных параметров на основные и производные относителен. Обоснованием такого деления станет выделение существенных и несущественных системных параметров различных уровней. Построение существенных системных параметров, равно как и определение связей между ними, является задачей дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Переймер С. И.* Анализ свойств системообразующих отношений как способ установления связей между системными параметрами.— В кн.: Системный метод и современная наука, вып. 2. Новосибирск, 1972.
2. *Дмитриевская И. В.* О взаимоотношении некоторых системных параметров.— В кн.: Проблемы формального анализа систем. М., 1968.
3. *Плесский Б. В., Портнов Г. Я., Терентьева Л. Н., Уемов А. И.* Параметрическая оценка оптимальности систем.— В кн.: Проблемы формального анализа систем. М., 1968.
4. *Портнов Г. Я., Уемов А. И.* Исследование зависимостей между системными параметрами с помощью ЭВМ.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1971. М., 1972.
5. *Портнов Г. Я., Сараева І. Н.* Кореляційні та логічні зв'язки між системними параметрами.— В кн.: Філософські проблеми сучасного природознавства, вип. 27. Київ, 1972.
6. *Уйомов А. І.* Спрошувальні властивості відношень і Міри простоти систем.— «Філософські проблеми сучасного природознавства, вип. 27. Київ, 1972.
7. *Уемов А. И.* Истина, простота, сложность.— «Научные доклады высшей школы. Философские науки», 1974, № 4.

О ПАРАДОКСАЛЬНОСТИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОНЯТИЯ «СИСТЕМА»

А. Ю. ЦОФНАС

Развитие многих новых научных направлений подчиняется некоторой неписаной закономерности: вслед за периодом недоверия приходит почти всеобщее признание исходной идеи, иногда переходящее в «бум», а затем вновь наступает этап скепсиса и... детальной разработки отдельных существенных проблем. Системные исследования не избежали этой участи и уже вступили, кажется, как раз в третью стадию. Признаком этого являются участвовавшие заявления о том, что системный метод не оправдал возлагавшихся на него надежд, что в самих основах теории систем есть противоречивые утверждения и даже — парадоксы.

В связи с этим рассмотрим вопрос о парадоксальности определения понятия системы, предложенного А. И. Уемовым. Это определение имеет следующий вид:

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

Содержательно определение означает, что «вещи m образуют систему S относительно заданного свойства P , если в этих вещах имеет место отношение R , обладающее свойством P » [7, с. 80]. Знак $\&$ указывает на направленный (антисимметричный) характер конъюнкции [7, с. 78—79].

Предлагая это определение, А. И. Уемов отмечал, что «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» [7, с. 80].

Парадоксальность данного определения системы в последнее время достаточно широко обсуждается в литературе. Так, по мнению А. А. Игнатьева, содержащееся в указанном определении упоминание о реализации отношения на вещах «есть эвфемизм целостности», и «приведенная дефиниция с самого начала содержит предположение, что определяемый объект представляет собой систему, т. е. целостную совокупность взаимосвязанных атрибутов вещи». По этой причине, полагает А. А. Игнатьев, «в качестве P может выступать свойство «не образовывать системы», что представляет собой очевидный семантический парадокс...» [2, с. 222]. Несколько менее корректная, но зато чаще встречающаяся

формулировка парадокса возникает, когда в качестве системообразующего свойства предлагается взять свойство «не быть системой». В этом случае система, образованная по данному признаку, в то же время не является системой.

Действительно ли предложенное определение парадоксально, и действительно ли функция парадокса такова, что одно его наличие способно в корне подорвать доверие к научной теории и от нее необходимо отказываться?

Парадоксы кажутся наиболее нетерпимыми в тех отраслях знания, предложения которых сформулированы максимально точно, особенно в дисциплинах математического цикла. В самом деле, известные историки математики Э. Каснер и Дж. Р. Ньюмен отмечают: «Вероятно, величайший парадокс состоит в том, что в математике имеются парадоксы» [3, с. 8]. Тем не менее существование парадоксов даже в математике является фактом.

Поскольку под «парадоксом» имеют в виду утверждение, которое кажется или является противоречивым, несмотря на действительную или мнимую строгость в его обосновании, постольку Э. Каснер и Дж. Р. Ньюмен выделяют три типа парадоксов [3, с. 8—9]: 1) те, что являются следствием неправильного, ошибочного рассуждения; их следует устранять из знания путем повышения строгости рассуждений; 2) утверждения, только кажущиеся невероятными и противоречивыми; их не следует устранять, а, напротив, необходимо приводить в соответствие с ними свою интуицию; 3) логические парадоксы. По замыслу оппонентов упомянутый выше парадокс в определении понятия «система» должен, по-видимому, принадлежать к третьей группе.

Следует отметить тем не менее, что парадоксы такого типа испокон века существуют в науке, их выявление само по себе никогда не приводило к разрушению соответствующих теорий. Правда, Г. Фреге полагал, что обнаружение парадоксов свидетельствует о банкротстве теории, в частности теории множеств, но история науки подтвердила большую правоту Г. Кантора, считавшего необходимым в сложившейся ситуации не отказываться от теории, а тщательно анализировать допущения, лежащие в ее основе (см. [9, с. 190]). Парадоксы зачастую оказывались эффективным стимулом дальнейшего развития теории. Так, парадоксы теории множеств привели не к отказу от нее, а к созданию Б. Расселом и А. Н. Уайтхедом знаменитой «теории типов» с ее аксиомой сводимости, т. е. к совершенствованию теории. Также и попытки разрешить семантические парадоксы типа «парадокса лжеца» стимулировали развитие более однозначных, чем естественный язык, логических средств. Аналогичным образом парадоксы традиционного понятия функции привели к его уточнению, а парадоксы космологии — к анализу идеи бесконечности Вселенной, а не к полному отказу от соответствующих понятий и теорий.

Можно показать, что вторая формулировка парадокса позволяет легко его разрешить. Согласно определению отношение R в

системе должно обладать заранее заданным свойством *P*. Иначе говоря, *P* — это свойство, приписываемое какому-либо отношению, свойство отношения. Является ли таковым свойство «не быть системой?» Очевидно, что нет. Оно может быть приписано множеству вещей, некоторому предмету в целом, но не отношению между его элементами. Так что если в данной формулировке и фиксируется парадокс, то этот парадокс следует относить не к типу (3), а к типу (1), по классификации Каснера и Ньюмена.

Более корректна первая формулировка парадокса, ибо отношение действительно может обладать свойством «не образовывать системы». Однако не ясно, почему наличие парадокса есть имплицитное следствие допущения совсем другого определения системы — определения через понятие целостности, как полагает А. А. Игнатьев.

Не рассматривая сейчас достоинств и недостатков этой другой дефиниции, отметим все же, что термин «целостность» нуждается если не в «эвфемизме» (слово это вообще неудачно здесь использовано, так как означает всего лишь замену неблагозвучного выражения более благозвучным), то, по крайней мере, в уточнении своих различных смыслов, поскольку является многозначным. В качестве экспликатов «целостности» в различных источниках можно встретить и «однородность», и «стройность», и «гармоничность», и «органичность», и «непротиворечивость», и «подчинение единым закономерностям», и «несводимость свойств целого к сумме свойств его частей (неаддитивность)», и даже «системность». С. И. Ожегов о «целостном» говорит, что это «цельное, проникнутое единством» [4, с. 859]. Определять понятие «система» с помощью «целостности», не указывая соответствующих значений, нельзя. И вообще использование в определении столь многозначных терминов нежелательно.

Но дело не только в этом. Следует тщательно проверить, не опосредованы ли те или иные значения «целостности» имплицитным указанием на понятие «система». Например, для целостности в значениях «органичность» или «системность» это совершенно очевидно. Во всяком случае, несомненно, что в ряде ситуаций анализировать свойство целостности удастся не до, а лишь после того как предмет определен в виде системы. Именно так поступали, в частности, Бодуэн де Куртене и Н. В. Крушевский, анализируя степень целостности («системности», «гармоничности», «однородности», «стройности») естественного языка (см. [4, с. 158—161]).

Разумеется, целостность, определенным образом понятая, может выступать и системообразующим свойством наряду с другими свойствами. Возражение вызывает лишь требование, чтобы понятие целостности обязательно входило в определение термина «система».

Вскрывая парадоксальность рассматриваемого определения, его критики должны, естественно, пользоваться определенным

значением понятия «система». Анализ этого неявного использования понятия показывает, что оно применяется оппонентами именно в том же самом, критикуемом ими смысле. Иначе говоря, опровергая определение, пользуются опровергаемым значением понятия.

Этот метапарадокс (или контрапарадокс) образуется в результате следующего рассуждения. Согласно поставленной цели оппонент подбирает такое отношение $\mathfrak{R}$ между множеством исходных терминов $\{P, R, m\}$, которое обладало бы заранее предполагаемым свойством $\mathfrak{F}$ опровергать разбираемое определение. Данным отношением является противоречивость. Символически последовательность этих операций может быть выражена так:

$$(\mathfrak{R}) \mathfrak{F} \& \mathfrak{R} \{P, R, m\},$$

что полностью соответствует схеме определения понятия «система». Таким образом, если эти рассуждения опровергают определение, то они его тем самым подтверждают.

Меньше всего хотелось бы создать у читателя впечатление, будто парадоксальная ситуация, действительно имеющая место в определении, должна быть увековечена. Положительное значение парадокса в том и состоит, что его пытаются устранить. И, вообще-то говоря, всегда есть формальная возможность это сделать — весь вопрос в том, готов ли исследователь заплатить соответствующую цену за это избавление. Устраняя парадокс, следует стремиться сохранить само направление исследований.

Избавление от парадокса обычно достигается одним путем — через ограничение некоторого допущения, принятого в данном тексте, или отказ от него. Применительно к обсуждаемому определению чрезмерно широким допущением, принимаемым неявно, является принцип (в каком-то смысле он аналогичен постулату свертывания в теории множеств — см. [8, с. 210]), согласно которому любое произвольно взятое свойство может быть системообразующим. Между тем выше уже отмечалось, что к системообразующему свойству предъявляется требование быть свойством отношения. На этом основании в качестве P не могут задаваться такие свойства, как «быть системой», «красный», «горький», «чистый», «красивый», «звонкий», «быть молодым» и т. д. Но зато для этой цели вполне подходят диспозиционные «родственники» этих свойств: свойства «образовывать систему», «указывать красноту», «выявлять горечь», «обнаруживать чистоту» и т. п. Тем не менее данного обстоятельства оказывается достаточно для того чтобы сохранялась возможность возникновения парадокса.

Выход из положения состоит, очевидно, в том, чтобы наложить на упомянутое допущение более жесткие ограничения. На этот счет имеются различные предложения. В частности, предлагалось так называемые негативные свойства («негодный», «некрасивый», «неожидательный», «нечетный») не считать собст-

венно свойствами. При этом условии парадокс действительно исчезает, поскольку «не образовывать систему», не являясь свойством, не может быть и системообразующим свойством.

Но вряд ли данное предложение приемлемо — слишком многими потерями оно чревато. Так, им запрещается использовать столь привычные свойства отношений, как неререфлексивность, нетранзитивность, а также целый ряд других. Кроме того, деление свойств на «позитивные» и «негативные» порождает много новых проблем. Скажем, считать или не считать негативными свойствами, определяемые двойным отрицанием — «не нечетный», «не невежественный», «не тот, который не образует систему»? «Негативные» свойства не всегда носят неопределенный характер («бесконечность», «нечетность»); так же как «позитивные» свойства не всегда точны и определены (см. [6, с. 65]).

Можно также попытаться избежать парадокса, предъявив системообразующему свойству требование быть обязательно внутренним, т. е. реализоваться на самом отношении, независимо от соотносимых вещей. К примеру, симметричность характеризует равенство само по себе, вне зависимости от того, что уравнивается — математические величины или шансы кандидатов на президентских выборах. Тогда окажется, что свойство «не образовывать системы», собственно говоря, другого типа; оно характеризует отношение второго порядка (А. Тарский называет такие отношения «смешанными» — см. [5, с. 131]), когда мы рассматриваем отношение между системообразующими отношением и элементами: $r(R, m)$.

От парадокса на этом пути мы, несомненно, избавляемся, но вместе с ним, увы, — и от возможности рассматривать многие реально исследуемые системы. Ведь хотя множество свойств отношений первого порядка достаточно велико, может быть даже бесконечно, тем не менее мощность этого множества значительно слабее мощности множества свойств смешанных отношений и, тем более, слабее мощности множества свойств любых отношений.

Можно, наконец, просто запретить, специально оговорив это в определении, брать в качестве системообразующего одно единственное свойство, а именно то, которое ведет к парадоксу. Потери при этом будут, видимо, минимальными.

Как бы там ни было, эти и другие проекты избавления от парадокса могут обсуждаться далее. Но ясно одно — всяких оснований отказываться от рассматриваемого определения в пользу какой-либо другой дефиниции пока нет. Соглашаясь с Дж. Р. Ньюменом, мы можем сказать, что, действительно, «парадоксы подобны скелетам, появляющимся в разгар веселого праздника», но почему бы не усматривать в этом повод для дальнейшей работы?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Березин Ф. М.* История лингвистических учений. М., 1975.
2. *Игнатьев А. А.* Понятие системы как методологическое средство.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.
3. *Каснер Э., Ньюмен Дж.* Потерянный и найденный парадокс.— В кн.: Математика о математике. М., 1972.
4. *Ожегов С. И.* Словарь русского языка. М., 1970.
5. *Тарский А.* Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., 1948.
6. *Уемов А. И.* Проблема отрицательных определений.— В кн.: Логико-грамматические очерки. М., 1961.
7. *Уемов А. И.* Системы и системные исследования.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
8. *Философская энциклопедия*, т. 4. М., 1967.
9. *Wang Hao.* From Mathematics to Philosophy. London, 1974.

ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ

К. А. КУРКИН

В настоящее время системный подход рассматривается в качестве одного из конкретных путей все более глубокой диалектизации естествознания. При этом обычно говорят о диалектике как общепhilософской, мировоззренческой основе системного подхода в конкретных науках. Меньше внимания уделяется другой стороне дела — тому, что применение системного подхода в процессе конкретнаучного исследования того или иного сложноорганизованного объекта неразрывно связано с внедрением диалектики в само содержание познавательного процесса, благодаря чему особенно отчетливо проявляется эвристическая роль ее принципов, законов и категорий.

В данной статье объектом анализа будут главным образом экологические исследования. В определенном смысле экологию можно назвать наукой о связях. Действительно, объект экологического исследования, например биогеоценоз, демонстрирует поразительное многообразие связей — внутренних и внешних, пространственных и временных, вещественных, энергетических и информационных, структурных и динамических, функциональных и генетических, прямых и обратных (как отрицательных, так и положительных) и т. д. Более того, уже само выделение целостного объекта экологического исследования требует предварительного изучения определенных типов связей [3, с. 26, 41]. Все это свидетельствует о том, насколько значительным должно быть воздействие на экологию, во-первых, диалектики как науки о взаимосвязи, взаимозависимости и взаимообусловленности явлений и процессов действительности и, во-вторых, системного подхода, одна из главных задач которого — разработка принципов конкретного исследования систем с множеством разнокачественных связей между элементами.

Исходя из этого, мы рассмотрим, каким образом в экологическом исследовании реализуются принципы системного подхода

и как на основе применения этих принципов происходит все более глубокая диалектизация познавательного процесса. Для того чтобы обсуждение познавательного процесса было достаточно конкретным, в дальнейшем будем различать стратегические и тактические аспекты этого процесса.

Стратегия и тактика являются двумя взаимосвязанными сторонами любого сложного целенаправленного процесса. Стратегия определяет цель, полезный конечный эффект такого процесса, а тактика — реальный способ их достижения. Иначе говоря, стратегия играет роль процессуальной функции, а тактика — роль процессуального субстрата. Если стратегия определяет основное («генеральное») направление процессов, то тактика — частные их флуктуации. Если стратегия есть целенаправленная субординация процессов, то тактика — их системная координация. Тактика, лишенная стратегической целенаправленности, страдает «близорукостью», а стратегия, лишенная тактической гибкости, — «дальзорукостью».

Понятия стратегии и тактики соотносительны. Если рассматривать стратегию как ориентацию на конечную цель, а тактику — как решение ближайших задач на пути к этой цели, то одна и та же задача или цель в одном «диахроническом масштабе» предстанет как конечная стратегия, а в другом — как промежуточное тактическое звено на пути достижения более крупной стратегической цели.

Диалектика

как основа методологии системных исследований

В свое время аналитический подход явился метафизическим отрицанием первоначального целостного нерасчлененного восприятия природы. Системный подход есть возвращение к целостным представлениям на новом уровне: диалектически «отрицая» аналитический подход, он вместе с тем включает его в снятом виде. Аналитические способы познания имеют место и при системном подходе, но здесь они играют роль лишь тактического средства, подчиненного стратегической цели — последующему синтезу [15]. Иначе говоря, в противоположность стратегии аналитического подхода, сводящейся к расчленению сложноорганизованного целого, стратегия системного подхода направлена на получение синтетической картины этого целого.

В конкретных науках аналитический подход используется не только для расчленения системных объектов на составляющие их элементы, но и для выявления связей между ними. Однако здесь аналитическому подходу приходится выступать в явно несвойственной ему роли. Не случайно при выявлении связей односторонне аналитический подход, как правило, не позволяет вскрыть их действительной сущности. При таком подходе связи рассматриваются только как отношения зависимости, а в качестве индикатора

тора зависимости и соответственно связи выступает коррелятивная сопряженность изменений параметров. Между тем нетрудно показать, что наличие сопряженности не есть доказательство наличия связи, а отсутствие сопряженности не доказывает ее (связи) отсутствия. Так, например, между изменениями температуры тела теплокровного животного и изменениями температуры окружающей его среды корреляция отсутствует: температура тела теплокровных относительно постоянна и независима от флуктуаций температуры среды. Но именно эта гомеостатическая независимость является индикатором отрицательной обратной связи.

Формализуя познание биосистемных связей, ставя его «на рельсы» математики, аналитический подход сталкивается со множеством трудностей. Во-первых, в биосистемах прямые связи, как правило, «зарегулированы» обратными связями, вследствие чего зависимости между параметрами либо исчезают, либо приобретают явно нелинейный характер. Далее, биосистемные связи, как правило, имеют прерывистый, зачастую сигнальный характер и потому не соответствуют математической модели непрерывной функции. Более того, динамика биосистем сводится к сложной системе запрограммированных «переключений» с одних функционально доминирующих связей на другие, качественно отличные. Для математического исследования таких системно-динамических совокупностей связей необходима какая-то пока еще отсутствующая форма синтеза статистических методов с алгоритмическими.

Аналитический подход фактически опирается на представление об изолированности и независимости связей друг от друга. Между тем в биосистемах все разнокачественные связи в той или иной степени «сцеплены» в сложное, но единое целое. Поэтому их нельзя без существенных искажений «отпрепарировать» друг от друга: «обрывая» все «ниточки» системных связей, кроме интересующей нас в данный момент, мы приходим к явно искажающей действительность картине доминирования в системном объекте не динамических, а случайных связей. Более того, мы сами закрываем себе все возможности последующего синтеза отдельных связей в единое реально существующее системное целое, поскольку в процессе анализа полностью игнорируем и отбрасываем существующие в системных объектах координации и субординации.

Нам представляется, что системный подход позволяет «неразрешимые» трудности, с которыми сталкивается аналитический подход, обратить в их диалектическую противоположность — в информационные каналы, в источники системного познания. Но при этом именно диалектика должна служить той методологической «нитью Ариадны», без которой все попытки исследования сложнейших «лабиринтов» системных связей заведомо обречены на неудачу.

Законы и принципы материалистической диалектики едины и для природы, и для общества, и для познания. Из этого карди-

нального положения, на наш взгляд, вытекает то методологическое следствие, что диалектическая стратегия и тактика системного познания биосистем должна быть в какой-то мере подобной, аналогичной стратегии и тактике самих познаваемых биосистем. Говоря это, мы отнюдь не намереваемся приуменьшать качественную специфику познавательного процесса, трактовать его как прямое и пассивное отражение объекта. Речь идет лишь об эвристических возможностях, которые открывает сопоставление различных по своей природе процессов. В этом аспекте рассмотрение стратегии и тактики жизни приобретает определенный методологический смысл: оно «подсказывает» некоторые методы ее познания.

Стратегия и тактика жизни

Стратегия жизни характеризуется прежде всего негэнтропийной направленностью, противостоящей энтропийной направленности процессов в окружающей абиотической среде¹. Тактически эта стратегия обеспечивается обратными связями. Иногда утверждают, что самоуправление природных систем осуществляется либо с помощью обратных связей, либо по программе. Однако, на наш взгляд, подобная дилемма неверна: в процессе самоуправления его программа (т. е. стратегия) реализуется через посредство обратных связей (т. е. тактики), а последние становятся регуляторами деятельности систем лишь постольку, поскольку они стратегически запрограммированы в структуре и организации систем.

Стратегия и тактика жизни отражены в результатах эволюции. Прогрессивное развитие от простого к сложному, по пути все большей независимости от изменений факторов окружающей среды — такова генеральная (стратегическая) линия эволюции. Она неотделима от неизменно адаптивной тактики эволюции биосистем, поддерживаемой и совершенствуемой процессами естественного отбора. Необходимо отметить, что адаптация нередко рассматривается с чисто аналитической точки зрения: только как приспособление организмов к внешней среде. Лишь в последнее время начинает привлекать внимание противоположный, системный аспект адаптации, который, с одной стороны, включает внутреннюю «самоадаптацию» организмов (совершенствование их внутренних механизмов саморегуляции), а с другой — взаимoaдаптацию организмов друг по отношению к другу и адаптивный синтез из совокупностей организмов — надорганизменных системных объектов (биогеоценозов, биоландшафтов, биосферы).

Совершенство внутренних механизмов саморегуляции биосистем находит свое отражение в мультифункциональности их

¹ Термины «негэнтропия» и «энтропия» в данном контексте понимаются предельно широко: применительно к энергии, к веществу и к информации.

элементов, компонентов, а также протекающих в них процессов. Мультифункциональны все основные биохимические соединения — белки, жиры и углеводы [6], все органы в организмах [20], ценобионты в биоценозах, фитоценозы в ландшафтах [14, с. 33].

Функционирование биосистем сводится к круговороту, тактический механизм которого заключен в единстве диалектически противоположных процессов анализа и синтеза (диссимилиации и ассимиляции, разложения и синтеза органического вещества) при доминирующей роли синтеза. По аналогии с этим в научном исследовании задача анализа должна сводиться не к поверхностному феноменологическому рассмотрению разнообразности и сложности объектов, а к открытию диалектически противоположных друг другу элементов, свойств и процессов. Только такой анализ может дать познавательный материал, пригодный для последующего системного синтеза связей между противоположностями.

Как показал С. С. Шварц [28], внешняя стратегия жизни сводится к самоулучшению ею условий своего существования. Тактически эта задача решается посредством утилизации «себе на пользу» всех внешних воздействий. Даже повреждающие воздействия жизнь «утилизует» в качестве мутагенных факторов, обогащающих генофонд и тем ускоряющих эволюцию. Аналогичным образом в ходе системного исследования биологического объекта его системность, иерархичность, сверхсложность и сверхсвязанность из «непреодолимых» для познания препятствий удается превратить в «ключи» и «катализаторы» этого познания.

Выбор системных параметров

Эмпирическая (параметрическая) часть системного исследования сводится к фиксации изменений, происходящих в совокупности переменных, включающих, с одной стороны, параметры исследуемого системного объекта, его компонентов и элементов, а с другой — параметры окружающей его среды.

Число доступных измерению параметров огромно у биосистемных объектов. Огромно и потенциальное число параметров окружающей их среды. В связи с этим встает проблема выбора параметров. Параметрический отбор по аналогии с естественным отбором должен не только элиминировать «вредные» для системного исследования параметры³, но и синтезировать их функционально согласованную совокупность.

² Фитоценозы выполняют в ландшафтах функцию удержания и аккумуляции элементов-органогенов (противодействие геохимическим миграциям), функцию закрепления поверхности почвы (противодействие физическим миграциям), функцию поддержания педотической замкнутости (противодействие фитомиграции) и др.

³ К особо «вредным» для системного исследования параметрам, видимо, следует отнести такие, учет которых весьма трудоемок, но в итоге ока-

Предлагаемая нами схема параметрического отбора включает в себя два этапа: на первом — стратегическом — этапе определяется «что измерять», а на втором — тактическом — «когда и как измерять». Стратегический этап носит теоретический характер и сводится к содержательному системному рассмотрению морфо-функциональных особенностей (специоморфизмов) подлежащих исследованию объектов и окружающей их среды. Это рассмотрение и предопределяет подлежащие учету категории параметров. В современных биоценологических исследованиях особую популярность получили вещественно-энергетические параметры («биомассы»). Не отрицая их практической ценности и отдавая должное их универсальной применимости по отношению ко всем компонентам биосистем, следует отметить отсутствие в них морфологической (пространственной) определенности. Вследствие этого учет изменений массы различных компонентов биосистемы позволяет установить изменения лишь ее состава, но не строения. Кроме того, масса биокompонента не адекватна его функциональной значимости в биосистеме. Так, например, биомасса фитофагов не определяет их функциональную значимость в динамике биоценоза, равно как не определяет их значимость и количество отчуждаемой ими фитомассы: для растений решающее значение имеет не *сколько* у них отчуждается, а *что отчуждается* (особенно «чувствительны» они к отчуждению у них точек роста). Наконец, сумма биомасс всех компонентов биоценоза (его биологическая продуктивность) хотя и представляет интерес, но не содержит информации об его интегральных системных качествах (степени целостности и замкнутости).

В противоположность вещественно-энергетическим параметрам морфо-функциональные параметры содержат информацию и о составе, и о строении, и о функциональной структуре, и о степени замкнутости фитосистемы. Применительно к фитоценозам такими параметрами будут прежде всего параметры высоты, проективного покрытия и генеративности (побегов, растений, травостоев, древостоев). Кроме стратегических преимуществ, они имеют перед вещественно-энергетическими параметрами (фитомасс) также тактические преимущества: учесть их можно гораздо легче, быстрее, а главное — без всякого нарушения фитосистемы, ибо учет здесь сводится к визуальным измерениям (отличие от учетов фитомассы, связанных с ее отчуждением).

Стратегия параметрического отбора нацелена на подбор информационально-полифункциональных параметров, притом в такой совокупности, которая открывает широкие возможности и для выведения (дедукции) производных параметров. Именно такими полифункциональными параметрами биосистем являются их

зывается лишь помехой на пути синтеза системно-параметрической информации ввиду неясности или даже ложности понимания их действительной функциональной значимости.

морфофункциональные параметры. Их системная совокупность позволяет вывести значения вещественно-энергетических параметров биосистем в качестве производных, поскольку в биосистемах эти две категории параметров аллометрически сопряжены [9].

Подлежащие учету параметры среды (экопараметры) должны характеризовать только факторы, т. е. лишь те переменные среды, которые оказывают существенное прямое действие на исследуемый системный объект (см. [13], [17]). Применительно к биогеоценозам факторы целесообразно разделять на экодинамические и ценодинамические. Экодинамические, воздействуя на биоценозы, сами от них в своих изменениях относительно независимы. Напротив, изменения факторов ценодинамических опосредованы динамикой самого биоценоза и прежде всего фитоценоза. Это позволяет ценодинамические экопараметры непосредственно не учитывать, а выводить в качестве производных из морфофункциональных фитопараметров и таким образом наиболее полно «утилизировать» потенциальную информационную мультифункциональность последних. Так, например, сезонная динамика светового режима в фитоценозах обусловлена динамикой их морфологической структуры и может быть «выведена» из последней.

От системных параметров — к системным связям

Системные связи познаются через изменения параметров. Задача системно-параметрической диагностики — «расшифровать» (опознать) ту совокупность прямых и обратных связей, которая «скрывается» за учитываемыми изменениями во времени параметров. Эти последние можно отображать как численно («временной ряд»), так и графически («временная кривая», «траектория», «линия поведения») [30]. Графическая форма динамики параметров, уступая численной в точности и строгости с точки зрения возможностей системной диагностики, имеет следующие преимущества: 1) обладая свойством наглядности, позволяет непосредственно проводить типизацию, т. е. оценку подобия форм поведения по сходству их общих «рисунков» [21], [25]; 2) благодаря этому любую сложную кривую можно протипизировать, разделив на отдельные «временные отрезки» (звенья), соответствующие определенным основным (элементарным) типам поведения [22], [32]; 3) графическая диагностика позволяет непосредственно выявлять корреляции между линиями поведения разных параметров при любом, даже самом сложном, характере этих корреляций.

Системно-параметрическая диагностика начинается с рассмотрения «траекторий» отдельных параметров, позволяющего опознавать типы обратных связей, «искривляющих» эти параметры. Так, например, взрывообразные формы кривых свидетельствуют о господстве положительной обратной связи «плюс — плюс», флуктуационные кривые со стабильным средним уровнем говорят о

доминировании отрицательной обратной связи, действующей с некоторым запозданием и т. п. Знание специфики параметра и его возможных взаимосвязей умножает возможности извлечения системной информации, потенциально заключенной в «траекториях» отдельных параметров. Примером может служить «дешифрирование» электрокардиограмм в медицине, сейсмограмм — в геофизике и т. д. и т. п. Не менее информативны и «траектории» параметров фитоценозов, их компонентов и элементов [13].

Однако дешифрирование траекторий (т. е. графической формы изменений во времени) отдельных параметров само по себе является лишь ориентировочным. Но именно к этому и сводится познавательная функция первого этапа системно-параметрической диагностики: «подсказать» наиболее рациональное направление следующего — второго — этапа этой диагностики.

На втором этапе диагностики системных связей посредством сопоставления синхронных траекторий различных параметров выявляются уже не абстрактные, а конкретные системные связи. Совокупность этих связей следует разделить на три основные категории: 1) связи координации («системно-субстратные»), 2) связи субординации, 3) внешние связи («системно-экологические»).

Связи координации — связи целостного (интегрального) поведения системного объекта с «микропроцессами», протекающими в его компонентах и элементах. Выявление этих связей сводится к сопоставлению траекторий интегрального параметра системного объекта («макропараметра») с синхронными траекториями параметров его компонентов и элементов («микропараметров»). Следует подчеркнуть, что «сведение» целостного (интегрального) поведения системного объекта к слагающим и определяющим его микропроцессам является при познании связей координации не стратегической самоцелью, а лишь тактическим средством понять «механизм» динамики целого. Сущность связей координации не в самих микропроцессах, а в том, как они сочетаются в динамике целого. Не имея возможности характеризовать все разнообразие типов связей координации, в качестве иллюстрации укажем лишь на один из них — компенсационно-стабилизирующий. Он характеризуется тем, что флуктуации (функциональной активности, численности или массы) одних элементов целого компенсируются противоположно направленными флуктуациями других элементов. Так, например, в биоценозах, включающих в свой состав как гидрофильные, так и ксерофильные элементы, при изменении среды в сторону сухости ослабление гидрофильных элементов компенсируется усилением ксерофильных. При изменении среды в противоположную сторону, напротив, ослабление ксерофилов компенсируется усилением гидрофилов.

Связи субординации являются по отношению к связям координации обратными. Если сущность связей координации сводится к синтезу динамики целого из поведения отдельных его элемен-

тов, то сущность связей субординации состоит в обратном воздействии целого, его динамики на поведение включенных в него элементов⁴. Необходимо выделить два основных и вместе с тем диалектически противоположных друг другу типа связей субординации: конкурентный (лимитирующий) и круговоротный (воспроизводящий).

Связи субординации конкурентного типа в биосистемных объектах имеют «секторальную» сферу действий, ограничиваясь обычно пределами отдельных подсистем, элементы которых имеют сходные (однотипные) вещественно-энергетические источники существования⁵. Конкурентная субординация определяется ограниченностью этих источников. Усиленное потребление их по типу отрицательной обратной связи лимитирует функционирование элементов. Поэтому основной и наиболее общий эффект (проявление конкурентной субординации) выражается в подавлении потенциальной активности элементов. При однотипности конкурирующих элементов этот эффект является доминирующим. Таков, например, эффект внутривидовой конкуренции в чрезмерно загущенных одновидных посевах. При разнотипности конкурирующих элементов в отношении их «конкурентной мощности» проявляется эффект отбора. Так, в естественных фитоценозах, а также в смешанных (многовидовых) посевах и посадках результатом конкуренции является «расслоение» видов на господствующие и подчиненные, на эдификаторы и ассектаторы.

Связи субординации круговоротного (воспроизводящего) типа имеют глобально-системную сферу действия, связывая все подсистемы в единое целое. Круговоротные субординации действуют по типу положительной обратной связи. Так, например, у семенных растений после развития зародышевых листьев и зародышевых корней дальнейший рост — при отсутствии конкуренции — идет по типу геометрически нарастающего круговорота: отток продуктов фотосинтеза из листьев в корни стимулирует рост последних, а вода и элементы минерального питания, поставляемого из корней в листья, в свою очередь, стимулирует рост и фотосинтетическую деятельность листового аппарата. Потенциальная (при отсутствии конкуренции) динамика популяций проявляет аналогичную тенденцию к нарастанию в геометрической прогрессии.

⁴ Г. А. Югай [31] также рассматривает связи координации и субординации как две основные категории внутрисистемных связей. Однако он не замечает их взаимосвязи друг с другом, поскольку связи координации им понимаются как непосредственные связи между элементами.

⁵ В принципе конкуренция может иметь место между элементами не только одной и той же, но и различных или даже противоположных подсистем. Так, например, в наземных биогеоценозах за почвенные нитраты конкурируют не только автотрофы, но и гетеротрофы: для первых нитраты являются источником азота, а для вторых — источником кислорода. Однако в целом субординационная связь автотрофов с гетеротрофами осуществляется в биогеоценозах не через конкуренцию, а через круговорот.

Механизм самоуправления биосистемных объектов строится на сочетании конкурентных субординаций с круговоротными, дополненным субстратно обусловленными координациями.

Экологические связи сводятся к воздействию внешних факторов на системный объект. Результаты этих воздействий могут иметь как локальный характер (ограничиваясь изменениями в отдельных компонентах или подсистемах), так и системный (изменяя протекающий в объекте круговорот). В первом случае эффект внешнего воздействия локализуется (нейтрализуется) по типу отрицательной обратной связи — чаще всего в форме компенсационного гомеостаза. Так, например, избирательное повреждение или даже полное уничтожение одних компонентов фитоценоза компенсируется разрастанием других его компонентов. Во втором случае эффект внешнего воздействия через посредство протекающего в системном объекте круговорота распространяется на все его компоненты и подсистемы, усиливаясь при этом по типу положительной обратной связи.

В эмпирическом (параметрическом) плане диагностика внешних (экологических) связей сводится к сопоставлению изменений факторов внешней среды (экопараметров) с синхронизированными изменениями параметров системного объекта. Форма проявления этих связей в той или иной мере соответствует скрытому за ней содержанию. По содержанию экологические связи следует разделить на трофические (пополняющие вещественно-энергетические ресурсы целого), локально-повреждающие (отчуждающие отдельные элементы и компоненты без разрушения механизма саморегуляции целого), системно-разрушающие (уничтожающие механизм саморегуляции или изменяющие его таким образом, что он начинает действовать «вразнос») и, наконец, сигнально-информационные, при которых внешнее воздействие играет роль сигнала, включающего те или иные «пусковые механизмы» саморегуляции системного объекта.

Внешние (экологические) факторы действуют на системные объекты не аддитивно: «столкновение» их воздействий, как известно, дает либо монодоминантный, либо синергидный, либо антагонистический эффекты. Но системные объекты обладают еще и определенной инерционностью протекающих в них внутренних воспроизводящих круговоротных процессов, определенной связью своих состояний во времени. Это делает необходимым рассмотрение не только синхронных, но и диахронных интегральных эффектов суммы внешних воздействий. В частности, для биосистем весьма характерны провокационные эффекты, которые возникают в тех ситуациях, когда стимулирующие воздействия, соответственно «настраивающие» внутреннюю жизнедеятельность биосистем, резко сменяются повреждающими воздействиями. Отрицательный эффект последних при этом резко усиливается.

В динамике системного объекта все типы системных связей (связи состояний координаций, субординации и внешние эколо-

гические) переплетаются и замыкаются в единое целое. Поэтому, с одной стороны, невозможно правильно понять ни одной из этих связей без учета ее взаимодействия с остальными, системно с ней связанными. С другой стороны, при системном подходе из познания любой из этих связей можно попутно извлечь «побочную» информацию о прочих связях, системно с ней взаимодействующих. Использование этой побочной информации как средства многосторонней системной взаимопроверки правильности познания отдельных связей открывает широкие возможности для получения достоверных синтетических знаний из совокупности данных об отдельных связях.

Стратегия и тактика системно-иерархических исследований

Важной характеристикой системных объектов является их структурно-функциональная многоуровневость. В этом плане системный подход прежде всего обратил внимание на далеко идущее сходство (изоморфизм) системных закономерностей на различных структурных уровнях. Именно изоморфизм системных связей и «механизмов» служил и продолжает служить основанием для попыток построения «общей теории систем», приложимой ко всем системам вообще. К самым общим и универсальным изоморфизмам, приложимым к системным объектам всех структурных уровней и к природе в целом, следует отнести такие основные принципы и законы диалектики, как взаимосвязь и единство противоположностей, переход количества в качество и развитие как отрицание отрицания. К системным изоморфизмам, круг действия которых еще предстоит уточнить, относятся механизмы обратных связей, типы саморегуляции, адаптивности и т. п.

Изоморфизмы системных закономерностей позволяют в порядке экстраполяции заранее предположить наличие у исследуемого системного объекта тех свойств, типов связей и механизмов саморегуляции, которые ранее были обнаружены и изучены у системных объектов иной природы. Сопоставление и последующее отождествление общесистемных изоморфизмов (играющих роль абстрактных моделей) с эмпирически выявленными конкретными механизмами саморегуляции объекта позволяет сначала «опознать» наличие у исследуемого объекта тех или иных общесистемных свойств, а затем познать специфическую форму их реализации.

Приведем пример. Общеизвестно широкое распространение у биосистем стабилизирующих механизмов саморегуляции типа гомеостаза. Внешним его проявлением выступает стабильность одного из параметров на фоне изменений прочих, системно с ним связанных параметров. Поэтому, когда нами было обнаружено, что при изменении температуры и относительной влажности воздуха водопотребление орошаемых пастбищ изменяется мало (гораздо меньше, чем изменение испарения с открытой водной по-

верхности), мы, естественно, предположили, что имеем дело с тенденцией к саморегуляции гомеостатического типа.

Дальнейшее исследование подтвердило это предположение. Оказалось, что в известных пределах при изменении метеорологических условий, стимулирующих усиленное испарение, транспирация травостоя «притормаживается» посредством уменьшения ширины устьичных щелей и степени оводненности внутренней испаряющей поверхности в мезофилле листьев, а при изменении метеоусловий, ослабляющих испарение, транспирация травостоя, напротив, «ускоряется» (полным открытием устьичных отверстий и повышением степени оводненности внутренней испаряющей поверхности листьев).

Данный пример, как нам кажется, иллюстрирует познавательную (эвристическую) ценность принципа изоморфизма. Вместе с тем он показывает, что у каждого качественно специфического класса системных объектов общесистемные закономерности реализуются специфическим, только этим объектам свойственным способом. Иначе говоря, каждому качественно специфичному классу системных объектов свойственны свои специфические системные свойства, которые нам представляются целесообразным в противоположность изоморфизмам именовать специоморфизмами⁶.

Нетрудно показать, что в противоположность общесистемным изоморфизмам, имеющим абстрактный структурно-функциональный характер, специоморфизмы имеют конкретную и прежде всего субстратную обусловленность. Так, например, объекты биогеоценозного уровня характеризуются «биокосностью» (т. е. единством живого с неживым, абиотических элементов и компонентов с биотическими), слабой степенью целостности и высокой степенью автономности элементов, отсутствием централизованного аппарата саморегуляции и саморазвития, непрерывностью во времени и пространстве, доминированием экзодинамичности над эндодинамичностью и т. п.

За исключением первой, все остальные перечисленные особенности биогеоценозов можно назвать структурно-функциональными или, точнее, организационными. Все они тесно связаны друг с другом и представляют собой различные проявления и следствия относительно малой степени целостности, слабо выраженной «органичности» биогеоценозов как системных объектов. Но та или иная степень целостности может иметь место у системных объектов самой различной качественной природы. Иначе говоря, структурно-функциональные особенности биогеоценозов не являются их специоморфизмами. Основным специоморфизмом биогеоценозов является их вещественно-субстратная особенность — их био-

⁶ И системные изоморфизмы, и системные специоморфизмы представляют собой не что иное, как системные качества: системные изоморфизмы соответствуют абстрактным системным качествам, а системные специоморфизмы — конкретным системным качествам (см. об этом [11]).

косность. Именно она является тем базисом, который в той или иной степени предопределяет все их структурно-функциональные особенности и вместе с тем «наполняет» эти особенности качественно-специфическим содержанием.

К специфически-биогеоценозным системным качествам следует, кроме биокосности, отнести также биологический круговорот элементов органогеов, вещественно-энергетическую и ценотическую замкнутость, механизмы биогеоценотического отбора и др. Каждый из этих «общебиогеоценологических» специоморфизмов у различных классов биогеоценозов имеет свои специфические особенности. Например, для биологического круговорота мезофильных биогеоценозов весьма характерна «блокада» процессов почвенной нитрификации. Чем обусловлен этот специоморфизм? С одной стороны, он «предопределен» субстратно: тем, что нитратная форма азота целиком находится в почвенном растворе (адсорбируется почвенными частицами) и вместе с тем может использоваться гетеротрофами как донатор кислорода, а потому чрезвычайно легко «ускользает» из биологического круговорота (за счет вымывания и денитрификации). Но, с другой стороны, этот же специоморфизм обусловлен и внешне: мезофильные биогеоценозы приурочены (и соответственно адаптированы) к таким ландшафтным или климатическим условиям, при которых нитратный азот особенно подвержен как вымыванию, так и денитрификации.

Приведенный пример показывает, что при познании системных специоморфизмов нельзя ограничиться рассмотрением связей и взаимодействий в рамках только данного (в нашем случае биогеоценозного) системно-структурного уровня, а необходимо, с одной стороны, «спуститься вниз» и рассмотреть субстратные связи объектов этого уровня с «микроуровнями», в него включенными, а с другой — «подняться вверх» и рассмотреть связи с макроуровнями, в которые объект включен и которыми он управляется.

На первый взгляд естественно ожидать, что наиболее существенное воздействие на данный структурный уровень оказывают «ближайшие», «смежные» структурные уровни и что по мере «удаления» «вверх» и «вниз» по иерархии уровней воздействия последних будут затухать. Однако факты говорят о том, что в природе регулирующая информация проникает «глубоко» «вниз» через длинную иерархию уровней, отображаясь и программируясь там (см. [5]). С другой стороны, субстратные особенности (специоморфизмы) живого «коренятся» на молекулярном уровне, причем эти молекулярные закономерности распространяют свое воздействие до уровня не только организмов, но и биогеоценозов и даже до уровня биосферы в целом. Поэтому для глубокого познания организмов оказывается необходимым, с одной стороны, «спуститься» до молекулярного уровня, а с другой — «подняться» на космический уровень (периодичность светового и теплового ре-

жизни, а также солнечной активности, отображенные у организмов в форме соответствующих запрограммированных адаптаций). Конечно, далеко не все, что происходит на молекулярном и космическом уровнях, существенно для уровня организменного. Однако «корни» ведущих субстратных свойств, а также внешних воздействий, являющихся источниками запрограммированных адаптаций организмов, можно и должно проследивать до конца, ибо только после этого становится ясным и функциональная сущность и субстратные механизмы изучаемых процессов организменного уровня.

Итак, вся грандиозная иерархия биоструктурных уровней, начиная от ДНК и кончая биосферой в целом, буквально пронизана «вертикальными» связями (между различными структурными уровнями). Конкретные совокупности этих связей определяют специфические системные качества (специоморфизмы) любого биоструктурного уровня. Познавание этой иерархической «сверхсвязанности» для аналитического подхода представляет огромные, практически непреодолимые трудности. Напротив, при синтетическом подходе⁷ эта же иерархическая сверхсвязанность из познавательного препятствия обращается в иерархию информационных каналов. Если овладеть «принципом следования» по этим каналам, то открывается поистине необозримый простор для системно-иерархических прогнозов, предсказаний и предвосхищений. Таким принципом является принцип относительной целесообразности⁸.

Биосфера представляет собой целостную иерархически-субординированную сверхсистему, в которой системные объекты каждого «нижестоящего» структурного уровня подчинены системным объектам «вышестоящего» структурного уровня, субординируются и управляются ими по принципу относительной целесообразности. Характерно, что системно-иерархическая субординация целесообразностей является достаточно жесткой: конфликт между целесообразностями разных структурных уровней, как правило, разрешается в пользу «вышестоящих» уровней.

Поэтому в соответствии с иерархической субординацией целесообразности биосферного уровня являются ключами к пониманию целесообразностей и функций биоландшафтного уровня, биоландшафтные целесообразности — ключами к пониманию биогеоценотических целесообразностей и т. д. и т. п. (см. [14]).

⁷ Нам представляется, что в качестве диалектической противоположности аналитического подхода следует говорить о синтетическом подходе, включая в него как собственно системный подход, так и системно-иерархический, а также системно-исторический подходы.

⁸ Целесообразность поведения биосистем является сугубо относительной. Если биосистема попадает в ситуацию, не предусмотренные программой ее самоуправления, поведение ее утрачивает свою целесообразность и полезность, а может даже обращаться в их противоположность. Таковы, например, вышеупомянутые провокационные ситуации.

Стратегия и тактика системно-исторических исследований

Многоуровневая иерархия целесообразностей сформировалась в процессе исторической эволюции, по ходу которой каждый вновь возникающий вышестоящий структурный уровень мог существовать и развиваться лишь за счет использования и функционального соподчинения закономерностей более глубоких уровней, игравших роль субстрата. Поэтому необходим «высший синтез» — синтез системного подхода с историческим. Огромный познавательный потенциал такого синтеза продемонстрировал К. Маркс. Он рассмотрел системно-исторические процессы и механизмы смены феодальной формации капиталистической и предсказал на основе этого не только неизбежность будущей смены капиталистической формации социалистической, но и основные формы и содержание последней. К. Маркс не оставил нам общей методологической схемы синтеза системного подхода с историческим. Готовым методологическим аппаратом подобного синтеза мы не располагаем и в настоящее время (см. [3], [11], [26], [27], [29]). Однако анализ методологии современных исследований, на наш взгляд, позволяет говорить об оформлении в ней двух диалектически противоположных, но вместе с тем взаимодополняющих и взаимообогащающих друг друга путей синтеза исторического подхода с системным: парагенетического и системно-микроэволюционного⁹.

Стратегия парагенетического исследования имеет историческую направленность, а тактика — системную. Иначе говоря, парагенетический синтез исторического подхода с системным за основу берет исторический подход, однако в отличие от «чисто исторического» воспроизводит историю не отдельных элементов, а их системно сопряженной совокупности.

Познавательный эффект парагенетических исследований состоит в том, что знание закономерностей взаимосопряженных исторических изменений компонентов и элементов парагенетического комплекса (т. е. системного объекта) открывает широкие возможности не только для взаимопроверки и взаимоуточнения истории каждого из компонентов и элементов этого комплекса, но и для дедуктивного «выведения» истории одних его элементов и компонентов из истории других, системно с ними сопряженных. Познавательные возможности парагенетических исследований в области биологии были продемонстрированы еще Кювье, а затем

⁹ К. Маркс в своих работах практически использовал оба охарактеризованных нами пути исследования (и парагенетический и системно-микроэволюционный), переходя по мере надобности от одного к другому в целях осуществления единого системно-исторического синтеза. Поэтому методологическое освоение наследия К. Маркса, на наш взгляд, должно дать очень много для разработки методологии и парагенетических, и системно-микроэволюционных исследований и синтеза их в единое целое

41. Дарвиним. Сегодня уже четко обозначились перспективы этих исследований в исторической геологии [10] и геохимии [18], в историческом ландшафтоведении и исторической биогеоценологии [12], [14], [19], в исторической лингвистике [16] и т. д.

Стратегия системно-микроэволюционных исследований имеет системно-процессуальную направленность, а тактика — историческую, результативную. Цель этих исследований — выявить системные закономерности процессов эволюции. Системно-микроэволюционные исследования на уровне видов и биогеоценозов позволили обнаружить конфликтное взаимодействие процессов эволюции системных объектов в целом с процессами эволюции отдельных элементов и компонентов, включенных в состав этих объектов. Здесь действует та диалектическая закономерность развития органической системы, о которой, имея в виду общество, писал К. Маркс, отмечавший, что развитие такой системы «в направлении целостности состоит именно в том, чтобы подчинить себе все элементы общества или создать из него еще недостающие ей органы. Таким путем система в ходе исторического развития превращается в целостность»¹⁰. Чем выше целостность системного объекта, тем более эволюция его компонентов и элементов контролируется им, подчиняется его целостным «потребностям».

Парагенетические и системно-микроэволюционные исследования взаимопредполагают друг друга. Парагенетические исследования требуют системно-микроэволюционной интерпретации получаемых ими результатов, а системно-микроэволюционные исследования требуют конкретного познавательного материала, поставляемого парагенетическими исследованиями.

В итоге все типы системных исследований (собственно системные, системно-иерархические и системно-исторические) для своего осуществления требуют синтеза диалектически противоположных путей, методов и приемов исследования. Как показал еще К. Маркс, этот синтез поднимает познание на качественно новый уровень; наука становится способной к системным предвидениям и предсказаниям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин П. К. Опережающее отражение действительности. — «Вопросы философии», 1962, № 7.
2. Анохин П. К. Философские аспекты теории функциональной системы. — «Вопросы философии», 1971, № 3.
3. Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
4. Василевич В. И. Метод автокорреляции при изучении динамики растительности. — В кн.: Теоретические проблемы фитоценологии и биогеоценологии. М., 1970.
Веденов М. Ф., Кремлянский В. И. Специфика биологических структур. — В кн.: Структура и формы материи. М., 1967.

¹⁰ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 46, ч. 1, с. 229.

6. *Голдовский А. М.* Биохимия и проблемы эволюции.— В кн.: Проблемы эволюции, т. III. Новосибирск, 1973.
7. *Гробстайн К.* Стратегия жизни. М., 1968.
8. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 1968.
9. *Дюльдин А. А.* Коэффициент корреляции и аллометрии.— «Экология», 1973, № 6.
10. *Круть И. В.* К проблеме построения теоретического знания.— «Вопросы философии», 1968, № 7.
11. *Кузьмин В. П.* Системное качество (Системное качество как выражение специфики общественной формации).— «Вопросы философии», 1973, № 10.
12. *Куркин К. А.* Некоторые методологические проблемы исследования биогеоценозов и ландшафтов.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
13. *Куркин К. А.* Типы экологических отношений (связей) в луговых биоценозах.— «Журнал общей биологии», т. XXXIII, 1972, № 2.
14. *Куркин К. А.* Системные исследования динамики лугов. М., 1976.
15. *Мамардашвили М. К.* Процессы анализа и синтеза.— «Вопросы философии», 1958, № 2.
16. *Мельников Г. П.* Системный подход в лингвистике.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1972. М., 1972.
17. *Мончадский А. С.* Экологические факторы и принципы их классификации.— «Журнал общей биологии», т. XXIII, 1962, № 5.
18. *Перельман А. И.* Геохимия ландшафта. М., 1966.
19. *Ретеюм А. Ю.* Физико-географические исследования и системный подход.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1972. М., 1972.
20. *Северцев А. Н.* Морфологические закономерности эволюции— Собрание сочинений, т. V. М., 1949.
21. *Серов Н. К.* О диахронической структуре процессов.— «Вопросы философии», 1970, № 7.
22. *Терехин Э. С.* О возможности использования понятия «поведение» в изучении эволюции растений.— «Ботанический журнал», т. 57, 1972, № 1.
23. *Тимофеев-Ресовский Н. В., Воронцов Н. Н., Яблоков А. В.* Краткий очерк теории эволюции. М., 1969.
24. *Украинцев В. С.* Категория «активность» и «цель» в свете основных понятий кибернетики.— «Вопросы философии», 1967, № 5.
25. *Фомин С. В.* Математика в биологии. М., 1969.
26. *Хайлов К. М.* Проблема системной организованности в теоретической биологии.— «Журнал общей биологии», т. XXIV, 1963, № 5.
27. *Хайлов К. М.* Проблема связи организации и эволюции живых систем.— «Вопросы философии», 1966, № 4.
28. *Шварц С. С.* Стратегия жизни.— «Природа», 1967, № 8.
29. *Щедровицкий Г. П.* Проблема методологии системного исследования. М., 1964.
30. *Эшби У. Р.* Конструкция мозга. М., 1964.
31. *Югай Г. А.* Диалектика части и целого. Алма-Ата, 1965.
32. *Юдин Б. Г.* Методологические проблемы исследования самоорганизующихся систем.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
33. *Яблоков-Хизорян С. М.* Географическая изменчивость у насекомых с точки зрения эколога (на примере жесткокрылых).— В кн.: Проблемы эволюции, т. II. Новосибирск, 1972.

ГОРОД КАК ОБЪЕКТ СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

А. Э. ГУТНОВ

Данная статья представляет попытку изложить цели, методы и возможные результаты системного подхода к исследованию города; попытку, ориентированную на приложение к сфере градостроительства некоторых, уже получивших известную апробацию системных принципов. Системный подход при этом нами понимается как способ упорядочения теоретических представлений, естественно возникающих в процессе осмысления эмпирического материала в градостроении. Использование терминологии и исследовательского аппарата системного подхода оправдано для нас поэтому лишь в том случае, когда они позволяют выработать систему теоретических понятий, воспринимаемую градостроителем-практиком в соответствии с его опытом, и более надежную, удобную и простую по сравнению с предшествующей.

Современное состояние и предпосылки дальнейшего развития системных исследований в области градостроительства

Мысль о том, что город должен стать объектом системного исследования, не нова. Еще Л. фон Бергаланфи называл городское планирование, пороки урбанизации, перегруженность дорог транспортом в числе неотложных проблем, требующих применения системного подхода [5]. Органическая целостность города, высокая степень взаимосвязанности составляющих его элементов позволяет без колебания отнести город к разряду системных объектов [6], а обстановка, которая складывается в современном градостроительстве (кризис механистических «функционалистских» концепций, появление междисциплинарных исследований, растущая тяга к математизации), сродни существовавшей в других областях научного знания, когда выявились принципиальные трудности в изучении объектов класса «организованной сложности» традиционными методами и получил широкое развитие системный подход.

Среди работ «классического», традиционного для современной градостроительной науки направления можно выделить несколько исследований, которые исходят из представления о городе как о сложной динамической системе и содержат попытки сконструиро-

вать на этой основе обобщенные теоретические модели ([44], [22], [8]). В отечественной литературе по градостроительству следует отметить также содержательные работы экономистов [20], [28], в которых обоснована эффективность системного подхода к решению задач планирования и управления развитием систем группового расселения и районных планировочных систем.

В некоторых зарубежных работах 60-х годов ([43], [46] и др.) был выдвинут тезис о необходимости сознательно и целенаправленно учитывать отношение человека к окружающей среде и его требования к организации этой среды, в частности в аспекте адаптации ко все возрастающему темпу ее изменчивости во времени, свободы выбора индивидуального поведения и многофункционального использования городских пространств¹. Эти работы также связаны с развитием системного подхода и углубляют традиционное представление о городской среде как объекте исследования, включая в него человека с его реальными потребностями и психологическими особенностями². Объективная ценность работ этого направления будет возрастать по мере преодоления присущих им на нынешней стадии расплывчатости определений и налета эссеизма. Перспективы активно развивающегося исследования по семиотике города³.

Появление работ, направленных на более строгое обоснование системного подхода к градостроительной проблематике, связано с быстро развивающимся в последние годы в нашей стране и за рубежом опытом математического моделирования города. Среди этих исследований отметим попытки построить всеобъемлющую теоретическую модель города или даже искусственной среды в целом [18], [39], [22]. Однако сведение воедино большого числа неравноценных и в разной степени изученных факторов при отсутствии методики строгой количественной оценки еще не дает возможности перейти к их математическому моделированию.

Более продуктивными кажутся попытки, которые ориентированы на построение упрощенных и сравнительно легко формализуемых моделей города на основе выделения какой-либо одной или нескольких локальных сторон городской реальности. Таковы модели, изучающие динамическое развитие города в аспекте занятости городского населения [40], модели размещения [45],

¹ Этой проблематике посвящен также ряд работ советских исследователей [9], [3], [7].

² В этой связи обращают на себя внимание сходные по ориентации, но значительно более строгие по методике работы, получившие развитие в сфере географии города, в частности попытки оценочного подхода к городу и расселению [24]. Вообще ряд представлений современной теоретической географии не только может иметь практический смысл для практики градостроительства, но, по-видимому, и влияет на общую направленность системных исследований в этой области [34], [12], [31], [26].

³ Подробнее об этом см. [23].

в которых исследуется планировочная структура города с позиций эффективности основных функциональных связей и оптимизации транспортно-коммуникационной сети. Подобные модели имеют определенное практическое значение [28]. Они позволяют накапливать необходимые знания для последующего развития системных исследований в области градостроительства и оперативно корректировать деятельность проектировщика. Объективные недостатки такого рода исследований — в том, что они отражают лишь отдельные, хотя и важные стороны современной городской реальности. С их помощью может быть получена лишь очень фрагментарная картина, мало углубляющая знание о городе как о целостном объекте.

Особое место занимают попытки теоретико-деятельностного подхода к изучению архитектурной и градостроительной проблематики. Часть работ этого направления сосредоточена на общетеоретических вопросах выработки категориального и исследовательского аппарата и, по нашему мнению, не приближается, а скорее удаляется от практических приложений к изучению конкретных градостроительных объектов (см., например, работы [42], [33], [10]). Другие работы, примыкающие к этому направлению, посвящены узко прикладным аспектам автоматизации проектирования, построения объективных критериев оценки проектировочной деятельности, разработки проектировочных систем «человек — машина» [9], [13].

Следует констатировать, что на современном этапе своего развития теоретико-деятельностный подход едва ли приближает нас к решению сформулированной выше задачи такого теоретического осмысления градостроительной проблематики, которое могло бы оказать непосредственное влияние на проектную практику.

Своей конструктивной направленностью выделяются теоретические работы [16], [21], [17], в которых к изучению архитектуры последовательно применяются основные методологические положения системного подхода, развитые в других областях знания. Авторы этих работ вполне правомерно связывают перспективы развития количественных методов в архитектурной науке с разработкой универсальной теоретической модели архитектурной системы, обращают особое внимание на целостность реального архитектурного объекта и обусловленную этим необходимость разработки единого «генерального» количественного критерия качества архитектурной системы, выдвигают принцип инвариантности структуры архитектурных объектов и ряд других важных методологических положений. В ряде работ эти же авторы пытаются перейти от общих методологических принципов к разработке конкретных методик. Однако при этом основное внимание уделяется собственно структурно-статистическому анализу архитектурных систем и сравнительно мало — изучению закономерностей их развития во времени.

В целом картина системных исследований в области градостроительства выглядит пока достаточно безотрадной на фоне тех достижений, которые связаны с применением системного подхода в других областях. Причины такого положения во многом объясняются спецификой города как объекта исследования. Город представляет из себя сложное единство, включающее природные факторы, материальные объекты, создаваемые человеком, и самих людей. Связи между составляющими город подсистемами весьма сложны, многосторонни и в процессе его активного развития непрерывно претерпевают изменения, часто непредвидимые на основе предшествующего опыта. Не случайно попытки строгого и полного описания такой сложной системы обнаруживают недостаточно глубокое знание множества ее составляющих, отсутствие исследовательских средств и математического аппарата, позволяющего выявить и формализовать отношения между ними. Обстоятельства побуждают многих отказываться от построения целостной картины города и сосредоточивать усилия на изучении отдельных, локальных сторон и аспектов городской действительности.

Существует, однако, и другой выход из положения. Не отказываясь от идеи построения целостной картины города, можно попытаться реализовать ее не на основе перебора всей совокупности факторов, а с помощью сильно упрощающих действительность, обобщающих моделей, адекватно отражающих лишь самые общие (но и самые главные) характеристики явления — принцип пространственной организации города и динамику его развития во времени. Для этого необходимо представить город как целостный и развивающийся пространственный объект, отвлекаясь от детального эмпирического анализа составляющих его подсистем. Он выступает в этом случае как совокупность определенных образом организованных пространственных элементов, причем отношения между ними рассматриваются безотносительно к тому, какие конкретные факторы социального, экономического, эстетического характера вызывают их к жизни и определяют их содержание. Эти связи интересуют исследователя прежде всего в плане их воздействия на динамическое «поведение» системы и ее развитие во времени и пространстве. Сущность нашего предложения заключается, таким образом, в установке на исследование структуры города, т. е. того, что можно назвать «общей архитектурной системы» [24]. Представив город, а точнее, объект градостроительного исследования как иерархию «вкладываемых друг в друга структур, можно далее исследовать специфику его пространственной организации на основе использования аналогий в структурном построении систем, имеющих различные размеры и физическую природу.

Пространственность — важнейшее свойство города (как и любой архитектурной и градостроительной системы) подобно тому, как территориальность — главный признак любой географической

системы. Пространственная организация градостроительного объекта тесным образом связана с социальной организацией общества, природными условиями, техническими возможностями и целым рядом других факторов. Без знания особенностей воздействия этих факторов и определяющих его конкретно-исторических закономерностей не могут быть сколько-нибудь основательными анализ и оценка, а тем более прогнозирование или управление развитием реальной градостроительной ситуации. Воздействие этих факторов и закономерностей обнаруживается именно в пространственной организации градостроительных объектов и может быть адекватно описано для градостроительных целей только с помощью системы специфических структурно-динамических и пространственных представлений. Обоснование таких представлений, не подменяя собой более локальные «отраслевые» исследования городской действительности, является важнейшей задачей общей теории градостроительства.

Иерархия градостроительных систем

Даже краткое обращение к истории ⁴ ясно показывает многозначность понятия о городе как объекте градостроительного проектирования, которое эволюционировало вместе с самим городом и включало в себя все большее многообразие значений: город как тип среды; город как образ жизни; город как форма освоения. Сегодня словом «город» обозначается сложный и неоднородный по своему составу конгломерат явлений, в котором, однако, можно выделить по меньшей мере три иерархически взаимосвязанных уровня. В общих чертах эти уровни соответствуют приведенным выше различным значениям термина «город» (тип среды, образ жизни, форма освоения) и трем исторически сложившимся областям практической и проектной деятельности по организации среды человека: в архитектуре, градостроительстве и районной планировке.

На основе этой эмпирически устанавливаемой каждым исследователем или проектировщиком иерархии может быть осуществлена (и осуществляется на деле) классификация всего множества архитектурно-градостроительных объектов — от отдельных сооружений до систем расселения. Однако для того чтобы перейти к выявлению интересующих нас структурно-динамических закономерностей, общих для различных иерархических уровней пространственной организации объектов градостроительного исследования ⁵, необходимо уточнить эту классификацию на основе системных представлений. С этой целью попытаемся определить на

⁴ О проблемах будущего города (см. [2], [4], [14], [15], [44], [38], [35], [25]).

⁵ Здесь и дальше слово «градостроительный» понимается нами в широком смысле.

каждом иерархическом уровне основной объект градостроительного исследования и описать его как систему, которая состоит из относительно неделимых элементов, объединенных системообразующими связями, и может быть охарактеризована определенными пространственно-временными параметрами.

Первый уровень. Городская среда формируется сооружениями, хотя сооружение, взятое в отдельности, вне связей с другими сооружениями, еще не определяет тип среды, ее состояние или изменение. В качестве основного объекта исследования на этом уровне следует рассматривать пространственно обособленный участок среды, т. е. систему сооружений и городских пространств, образующих единый градостроительный комплекс. Такой комплекс, формирующийся на основе стилового единства, общности ландшафтных характеристик или специфики функционального использования, всегда характеризуется пространственной целостностью и определенной степенью функциональной связанности. Любой достаточно большой участок города естественно распадается на отдельные градостроительные комплексы (например, район Сретенки или арбатских переулков в центре Москвы).

Элементы комплекса — микропространства-ячейки (изолированные пространства для жизнедеятельности одного или нескольких человек) и залы (места для скоплений). Микропространства входят в состав сооружений или представляют из себя отдельные сооружения. Реальные пространственные связи, с помощью которых микропространства объединяются в градостроительные комплексы, образуют элементарную структуру городской среды. В ней легко различимы линейные (улицы) и узловые (площади) элементы. Градостроительный комплекс всегда может быть представлен как совокупность пространств, тяготеющих к определенной конфигурации улиц и площадей, формирующих их или заполняющих образованную ими структуру. При известных обстоятельствах — как частный случай — градостроительный комплекс может представлять из себя единое развитое сооружение, например универсальный или административно-управленческий центр. Структура такого комплекса реализуется в этом случае его внутренней коммуникационно-распределительной сетью (коридоры, лифты и т. п.).

Задача исследования города на уровне градостроительного комплекса сводится к тому, чтобы описать, как формируется из отдельных микропространств градостроительный комплекс, как он функционирует и развивается. При этом различные сооружения и пространства, их группы и сочетания могут рассматриваться как подсистемы, входящие в единую систему данного комплекса.

Масштаб пространственных размеров градостроительного комплекса определяется характером образующих его связей. Градостроительный комплекс представляет из себя «элементарную порцию» городской среды, которая потребляется человеком целиком и непрерывно, т. е. практически одновременно. Неумолимая

пешеходная связь определяет «обобщенную размерность» («диаметр») градостроительного комплекса примерно в 1 км.

Формирование и развитие градостроительного комплекса — процесс изменения количества и качества микропространства (снос, строительство или реконструкция зданий и т. п.) и изменения структуры (пробивка новой улицы, подземных переходов и т. п.). Порядок времени, характерного для уровня градостроительных комплексов, определяется, с одной стороны, временем акта строительства и реконструкции (1—10 лет) и, с другой — временем износа, старения системы в целом. С учетом обоих этих моментов временной интервал градостроительного комплекса составляет от одного до 100 лет.

Второй уровень. В качестве элементов здесь выступают отдельные градостроительные комплексы. Система в целом представляет из себя взаимосвязанное единство таких элементов, на уровне которого реализуется весь комплекс социальных потребностей населения. Критерием целостности системы такого типа является, следовательно, замкнутый цикл связей «труд — быт — отдых», и это позволяет условно охарактеризовать ее как городской организм⁶. Основные функциональные связи городского организма реализуются в пространстве возможностью непосредственного попадания из одного его пункта в другой с помощью транспортных средств. Соответственно, структура городского организма находит отражение в трассировке главных дорог и транспортных магистралей и размещении важнейших транспортно-коммуникационных узлов. Главной задачей исследования городского организма является описание того, каким образом взаимодействие множества градостроительных комплексов обеспечивает функционирование города как самодостаточной системы. В качестве относительно самостоятельных подсистем, входящих в городской организм, могут выступать отдельные городские единицы, т. е. взаимосвязанные группы комплексов, реализующие локальные функции — жилые, производственные, рекреационные зоны и их сочетания (система жилья, обслуживания и т. д.).

Масштаб пространственных размеров городского организма определяется величиной допустимых затрат времени на транспортные связи (1 час, но не более 1,5 часа). В перерасчете на расстояние это дает примерно до 100 км при соответствующих

⁶ Реально функционирующая система на данном уровне чаще всего представляет группу взаимосвязанных территорий и городских образований и значительно реже — единую компактно организованную урбанизированную территорию в духе классических представлений о городе. В дальнейшем такая картина станет, вероятно, еще более выраженной. Именно поэтому мы считаем неправильным пользоваться словом «город» для обозначения объекта исследования на этом (и вообще на каком-либо одном) уровне организации жизненной среды и предпочитаем ввести более громоздкое, но зато более точно передающее смысл выражение «городской организм».

скоростях транспорта. «Обобщенная размерность» для уровня городского организма (от элемента до целого): от одного до 100 км.

Развитие и формирование городского организма — процесс изменения количества градостроительных комплексов и их связей (т. е. массовое жилищное строительство, строительство общественных и производственных центров, прокладка новых транспортных линий и т. д.). Соответствующее время — не менее 10 лет. Время обновления системы — не менее 100 лет (с учетом исторических примеров может измеряться и не одним столетием). Принимая это во внимание, реальный временной интервал городского организма следует определить в размере от десяти до тысячи лет.

Третий уровень. На этом уровне — уровне городских скоплений — городские организмы, т. е. отдельные поселения, агломерации, групповые системы, выступают в качестве элементов. Задача исследователя — понять, как они взаимодействуют друг с другом и окружающей средой. Важнейшим условием этого взаимодействия является поддержание общего экологического баланса, развитие экономики на основе замкнутых производственных циклов, обеспечивающих рациональное потребление природного сырья, утилизацию и очистку промышленных отходов, защиту и восстановление природного окружения. Эти проблемы могут быть эффективно решены только в рамках обширного территориально-производственного комплекса, имеющего необходимую сырьевую и энергетическую базу, людские, материальные и территориальные ресурсы, достаточные для создания устойчивого баланса производства и потребления, определяющего известную автономию этого комплекса в рамках национальной или глобальной экономической системы. Такой комплекс — район расселения — и является основным объектом исследования на уровне городских скоплений.

Системообразующие связи этого уровня реализуются транспортными, информационными и энергетическими сетями, обеспечивающими регулирование и управление развитием района как относительно обособленной части страны. Особое положение в структуре района занимают узлы пересечения магистральных коммуникаций, где размещаются главные административно-управленческие, культурно-образовательные и другие центры.

Процессы, происходящие на уровне городских скоплений, — изменение количественных характеристик городских организмов и их соотношений с открытыми территориями, возникновение и развитие связей между поселениями. Порядок размеров района расселения определяется, с одной стороны, величиной элемента, из которого он складывается (городской организм — 10—100 км) и, с другой — предельной дальностью эффективных транспортных сообщений (до 1000 км), и составляет, следовательно, 10—1000 км. Реальный временной интервал для района расселения указать

трудно, так как имеющийся опыт позволяет судить лишь о становлении и начальной фазе развития этих систем.

Намеченная иерархия пространственной организации жизненной среды человека охватывает — в определенном аспекте — многообразные явления, отражаемые в понятии «город», относя отдельные составляющие этого многозначного термина к различным уровням исследования городской действительности. Выявляются три типа объектов градостроительного исследования, отвечающие трем уровням иерархии пространственной организации среды.

При всей кажущейся очевидности эти выводы требуют серьезного переосмысления некоторых стереотипов, сложившихся в современной градостроительной науке и практике и заметно тормозящих их развитие.

На уровне изучения городской среды значительная часть исследований и проектных предложений неправомерно ограничена сферой отдельных сооружений и игнорирует те функционально-пространственные целостности, которым эти сооружения принадлежат. Даже в тех случаях, когда проект или исследование пытается рассматривать целый участок городской среды, границы его вмешательства определяются, как правило, случайно, чаще всего на административной основе, что делает очень высокой вероятность искажений и серьезных градостроительных ошибок.

Точно так же на уровне городских организмов подвергается пересмотру редко декларируемая, но общепринятая и глубоко укоренившаяся в современном градостроительном мышлении установка на изучение города как некоего компактного, сплошного массива урбанизированных территорий, состоящих в основном из мест поселения и приложения труда. Понятие городского организма позволяет включить в орбиту рассмотрения значительно более широкий круг объектов, в том числе косвенно необходимых для обеспечения полной социальной самодостаточности городской жизни (зоны отдыха, пригородные зоны, спортивные, культурно-рекреационные центры и т. д.).

Структура и функционирование градостроительных систем

Каждая градостроительная система может быть охарактеризована некоторым порядком расположения и взаимосвязи составляющих ее элементов, имеет определенную структуру, т. е. совокупность относительно устойчивых связей объекта или, говоря образно, моментальный снимок внутренних взаимосвязей в системе [32] [37]. Важно подчеркнуть, что под структурой понимается в этом случае не «вещь», т. е. не само по себе множество элементов, составляющих систему, а определенное свойство (тип связи) этого множества. В таком понимании структура выступает как универсальная характеристика объекта, которая позволяет делать заключение о его строении, опираясь не только на

конкретный анализ данной системы, но и на некоторые объективные закономерности внутренней организации, общие для значительно более широкого класса систем.

По типу структурной организации любые системы (в том числе и градостроительные) можно разделить на два принципиально отличных класса, которые, заимствуя названия у биологов, условно обозначим как жесткие и дискретные системы [24]. Жесткие системы характеризуются жесткими (в функциональном, а не физическом смысле) связями элементов, когда изменение одного элемента влечет за собой изменение в других частях системы. Им противопоставляются дискретные системы, где элементы являются независимыми единицами, образующими целое благодаря тому, что они обладают рядом общих черт и стереотипно ведут себя по отношению к окружающей среде. Имея в виду конкретную специфику изучаемых объектов, эти два крайние типа систем обозначают иногда как организменные и популяционные, или в более общей форме — как эндосистемы и эктосистемы, гетерогенные и гомогенные [6], [39], [36].

Для более развернутого описания этих отличий сошлемся на формулировки, которые дал В. Геодакян в ходе дискуссии, посвященной системному подходу в современной биологии: «Если во взаимодействиях, которые мы кладем в основу выделения системы, доминирующую роль играют внешние взаимодействия, то мы имеем дело с системами популяционного типа — эктосистемами. Такие системы детерминированы статистически. Они существуют в основном благодаря одинаковому взаимодействию элементов со средой: именно оно и объединяет элементы в систему. Следовательно, система популяционного типа должна состоять, как правило, из однотипных элементов. Для однотипных же элементов характерны их взаимозаменяемость, конкурентные взаимоотношения между ними и как следствие этого отбор. Примерами эктосистем могут служить: макроколичества газов, песчаные дюны, популяции клеток, организмов или звезд, серийная продукция завода или фабрики и т. д.

Наоборот, если мы выделили систему таким образом, что в ее организации доминирующую роль играют внутренние взаимодействия (между элементами), то мы имеем дело с системами организменного типа — эндосистемами, с сильными связями между элементами и со слабыми между элементами и средой. Системы организменного типа, как правило, состоят из определенного числа разнотипных элементов, объединенных сильными взаимодействиями. Такие системы жестко детерминированы. Они характеризуются прежде всего не взаимозаменяемостью элементов, а их дополнительностью, поэтому... здесь доминируют коалиционные взаимоотношения между разнотипными элементами и как следствие этого... действует правило слабого звена, а не отбора. Примерами эндосистем могут служить: отдельный атом, молекула, организм, солнечная система, машина и т. д.» [11]. Всякому пр

хитектору и градостроителю известны описанные выше структурные свойства и отличия (они, в частности, отражены в таких градостроительных понятиях, как «закрытая» и «открытая» структура, «устойчивая» и «неустойчивая» система); он неоднократно сталкивался с ними в своей исследовательской или проектной деятельности, хотя едва ли когда-нибудь формулировал их с такой четкостью и полнотой.

Примеры жесткой системы — классический средневековый город, исторически сложившееся ядро или просто активно формирующийся центр крупного современного города. Здесь все элементы дифференцированы по признаку взаимной дополнительности (отдельные дома, общественные здания местного и общегородского значения, места скоплений и т. п.). Каждый из этих элементов занимает свое место в сложной иерархической структуре. Развитие такой системы осуществляется, как правило, путем дальнейшего углубления дифференциации элементов — функции центра и обслуживания интенсифицируются, за счет этого появляются возможности более четкого пространственного обособления и благоустройства жилых территорий. В то же время жилищная застройка крупного современного города или поселок во внешней зоне агломерации обнаруживают все признаки системы популяционного типа. Стереотипные элементы, из которых состоят эти объекты — многоэтажные здания или небольшие стандартные дома дачного типа — объединяются в целое по принципу сходства или общих свойств по отношению к окружающей среде.

В условиях некомплексного строительства, как это и бывает в большинстве случаев, можно говорить скорее о пространственной, чем о функциональной упорядоченности элементов. В развитии систем такого типа активно проявляются механизмы отбора. Так, при размещении культурно-бытовых объектов и учреждений обслуживания в процессе реконструкции сложившейся городской застройки наибольшее значение приобретают те участки и сооружения, которые находятся ближе к узловым пунктам внешней коммуникационной сети, тогда как другие элементы, по условиям своего размещения не попадающие в эту категорию, могут оказаться совсем не затронутыми реконструкцией или реконструируемыми в последнюю очередь.

Жесткие структуры доминируют в относительно устойчивой среде. В сфере градостроительства это проявляется в том, что централизованные структуры организменного типа становятся определяющей формой функционально-пространственной организации среды в условиях, когда пространство освоено достаточно интенсивно и резервы активного территориального роста отсутствуют, а уровень функционального использования достаточно высок. Условия такого типа существуют, например, в исторических центрах старых городов, где сложившиеся жесткие градостроительные структуры проявляют известную способность к адаптации, т. е. приспособлению к меняющимся функциональным по-

требностям за счет внутренней перестройки, но без нарушения основных системообразующих связей. Так, увеличение транспортных потоков в центр города в связи с концентрацией там деловых учреждений делает менее привлекательным размещение их в центре и может способствовать даже передислокации части этих учреждений в новые центры, за пределы исторически сложившегося ядра города. Тем самым устраняется или, по крайней мере, уменьшается действие причин, вызвавших первоначальное отклонение от нормы. Этот типичный пример отрицательной обратной связи из области функционирования городских систем позволяет уяснить возможности адаптации и саморегуляции, которые имеются у жестких градостроительных структур. Однако эти возможности могут быть использованы лишь до тех пор, пока внешнее воздействие на систему не превышает некоторого порогового значения, в противном случае наступает перерождение структуры, т. е. система дезорганизуется и перестает выполнять свое назначение.

В относительно неустойчивой внешней среде, когда функциональные нагрузки резко меняются, а возможности территориального освоения еще не исчерпаны до конца, доминируют дискретные системы. Стратегией развития системы в этом случае становится активный рост на основе положительных обратных связей (по типу каскадного усилителя). В развивающемся на новой площадке городском комплексе увеличение транспортных потоков стимулирует размещение новых учреждений, а это, в свою очередь, вызывает дальнейшую интенсификацию транспорта и сопровождается следующим циклом воспроизводства стереотипных пространственных элементов, составляющих систему. Именно так происходит до известного момента формирование сети расселения в масштабе городских агломераций и систем городов. Однако по мере исчерпания территориальных резервов рост замедляется, устанавливается некоторое равновесие между внешними воздействиями и состояниями системы, на основе активной дифференциации ее элементов, которая сопровождается постепенным переходом к стратегии гибкого регулирования и формированию внутренних связей организменного типа.

В существующей городской реальности жесткие и дискретные структуры неразрывно связаны и непрерывно сменяют друг друга. Построенные по принципу жестких структур сооружения — элементарные архитектурные организмы — образуют на уровне городской застройки системы дискретного типа, которые можно рассматривать как популяции зданий. Эти системы интегрируются в жесткие структуры обособленных городских комплексов, а последние снова входят в состав дискретной структуры гигантских городских скоплений. При этом, как мы видим, дискретные системы включают в себя жесткие системы в качестве элементов или подсистем, а жесткие системы, в свою очередь, могут состоять из элементов, являющихся дискретными системами.

Таким образом, жесткость и дискретность выступают не как абсолютные, взаимоисключающие характеристики, а как два противоположные свойства пространственной организации, которые в той или иной степени присущи каждой градостроительной системе.

Чтобы сделать следующий шаг, необходимо перейти от качественного описания структуры, которым мы пользовались до сих пор, к более строгому ее представлению. Необходимо фиксировать не только общий характер строения системы и факт наличия у нее некоторых свойств, но и степень их наличия. Описание последовательной смены статических состояний системы дает ее развернутое динамическое представление, открывая путь к моделированию поведения системы. Совокупность понятий, позволяющих осуществить такое моделирование, образует универсальную структурно-динамическую модель градостроительной системы.

Центральным для такой модели (в предлагаемом нами варианте) является понятие «каркаса» системы: части системы, которая фиксирует ее основные структурные связи. Каркас — материализованная структура системы, которая не только выражает порядок расположения других частей системы, но сама является наиболее важной ее частью. Можно сказать, что каркас — это структура, «наложенная» на материал системы, «впечатанная» в ее субстанцию. Понятие противоположное и дополнительное по отношению к «каркасу» — «ткань» системы.

Каркас — наиболее устойчивая во времени часть системы, задающая ее пространственную организацию. Любые, даже незначительные изменения каркаса немедленно сказываются на всей системе в целом. Функционально каркас является средоточием активных процессов, которые стимулируют высокую плотность людских скоплений. Ткань — это относительно инертная «масса» системы, ее основной материал, «заполнение» структуры, область экстенсивного освоения. Она может быть подвергнута существенным изменениям или даже полностью заменена в процессе развития системы.

Для городского организма каркасом является система главных транспортных магистралей, коммуникационных узлов и связанных с ними сооружений городского значения; тканью — жилые дома, сооружения обслуживания и другие элементы городской застройки. В развитом градостроительном комплексе (например, общественном центре) в качестве каркаса можно выделить главные узлы внутренней коммуникационной структуры, отдельные сооружения или части сооружений, осуществляющие распределительные и управляющие функции в масштабе всего комплекса; в качестве ткани — основную массу сооружений, помещений, ячеек, стереотипных и узко специализированных по характеру функционального использования.

В понятие «каркас» мы вкладываем смысл, близкий тому, в котором в некоторых системных исследованиях употребляются

термины «скелет системы» [36] или «ведущая часть системы» [2]. Сходными по своему значению со словом «каркас» являются широко распространенные градостроительные понятия «планировочная структура» и «инфраструктура», которые по существу составляют основу любых попыток интуитивного моделирования градостроительных объектов.

Можно кратко сформулировать отличия введенного нами понятия каркаса градостроительной системы от общепринятых терминов «планировочная структура» и «инфраструктура» следующим образом:

1. Каркас — не абстрактная схема связей, а часть реальной системы, материализующая важнейшие структурные связи в конкретных объектах (улицы, здания, магистрали города и т. д.); некоторые второстепенные структурные связи могут быть не отражены в каркасе системы. Понятие «каркас» более обобщенно фиксирует строение системы, чем понятие «планировочная структура».

2. Понятие «каркас» употребляется вместе с противоположным ему парным термином «ткань». Отношения каркаса и ткани в рамках каждой системы не являются заведомо стабильными и могут быть подвержены изменениям в процессе развития системы (во всяком случае на стадии ее роста).

3. Наличие и конфигурация каркаса являются единой и универсальной характеристикой пространственной организации всей системы в целом, а не только каких-либо составляющих ее подсистем.

Наличие каркаса всегда предполагает определенную иерархию, разделение элементов по характеру их функционирования, которое неизменно проявляется в отношениях дополнительности, взаимообусловленности каркаса и ткани в рамках целостной системы. Развитый каркас — характерная черта системы, имеющей жесткую структуру. В дискретных системах каркас, как правило, выражен неявно, находится в стадии формирования и часто невозможно указать, какая именно из равновероятных возможностей его развития будет реализована в конечном счете. Дискретное состояние системы не может быть однозначно задано описанием каркаса, оно определяется главным образом свойствами и параметрами ткани.

Именно наличие каркаса, принимающего на себя основные функциональные нагрузки, делает эффективным функционирование жестких систем в стабильной среде, а относительная неизменяемость его характеристик определяет ограниченные возможности адаптации систем такого типа к изменению внешних условий. Напротив, отсутствие развитого каркаса в дискретных системах обуславливает широкий диапазон их приспособительских «реакций» и допускает активный рост и эволюцию этих систем на основе механизмов отбора. Действительно, там где наблюдается высокая устойчивость градостроительных структур, где

сложившиеся градостроительные объекты неизменно сохраняют и воспроизводят свои основные характеристики — всегда налицо четко выраженный каркас (сформировавшаяся агломерация, реконструируемый городской центр, сложившийся жилой район и т. д.).

Там, где наблюдается активный рост и перерождение градостроительных структур, обнаруживается аморфность строения и относительно слабое развитие каркаса (групповые системы расселения в начальной стадии формирования, районы новой застройки, пригороды и т. д.).

Можно выделить две основные характеристики каркаса, которые позволяют судить о степени его развития.

В первую очередь это условная «мощность» каркаса, т. е. количественное соотношение элементов каркаса и ткани (или каркаса и всей системы в целом), выраженное через соответствующие объемы строительства, стоимости затрат или целый комплекс количественных показателей, позволяющих оценить относительную «массивность» каркаса в системе. В развитии реальных градостроительных объектов повышение «мощности» каркаса сопряжено, как правило, с повышением организованности всей системы, однако лишь до определенного предела, начиная с которого это ведет, напротив, к снижению адаптивных возможностей системы и ухудшению организации (в смысле потенциальной жизнеспособности и высокой устойчивости). Высокоорганизованная система, следовательно, должна наиболее эффективным образом (с позиции устойчивости системы) сочетать свойства жесткости и дискретности.

Уровень развития каркаса может быть охарактеризован и с качественной стороны: с точки зрения конфигурации (формы) каркаса, т. е. типа распределения узлов и связей внутри каркаса. Узловые и линейные элементы (связи) каркаса без труда прослеживаются в любой развитой градостроительной системе (в градостроительном комплексе это площади и улицы, в городском организме — транспортно-коммуникационные узлы и магистрали общественного транспорта, в районе расселения — городские центры и межгородские трассы), их соотношение определяет многие важные свойства каркаса. Усложнение иерархического строения системы, как правило, сопровождается усилением централизации каркаса, обеспечивающей наиболее эффективное функционирование системы на основе дополнительных связей между элементами структуры и при сохранении необходимых параметров «внешней среды». Однако, когда эти параметры заданы неоднозначно или подвержены изменениям (радикальное увеличение численности населения, совершенствование технологии и технических устройств, возникновение новых функциональных связей), центральный каркас оказывается не в состоянии обеспечить необходимую перестройку, в отдельных узлах возникают аварийные перегрузки — в конечном счете система разрушается. Характерный при-

мер — судьба большинства исторических центров в крупных развивающихся городах.

Более устойчивым к изменениям и гибким в использовании является сетевой каркас, надежный в неопределенных и быстро меняющихся ситуациях. Следует учитывать, однако, что эти свойства связаны с избыточным резервированием связей, а следовательно, с дополнительными материальными затратами, размеры которых особенно велики для систем на уровне города или городского скопления.

Сравнивая достоинства и недостатки центрального и сетевого каркасов, следует учитывать, что они непрерывно сменяют друг друга в ходе градостроительной эволюции. Сетевой каркас часто фиксирует относительно слабодифференцированную, еще несовершенную, не вполне оформившуюся структуру и в процессе развития приобретает все более централизованную форму. С другой стороны, устойчивость центрального каркаса системы нередко достигается путем его включения в сетевой каркас развивающейся системы более высокого порядка. Большинство реальных градостроительных систем обладает высокой сложностью внутренней организации и строится на сочетании элементов сетевого и центрального каркасов. С этих позиций могут показаться чересчур прямолинейными и безапелляционными часто декларируемые в профессиональной градостроительной среде суждения о радиально-концентрических и линейно-полусовых планировочных схемах, безоговорочно отдающие предпочтение тому или иному типу структурной организации. Более конструктивна иная постановка вопроса — поиск в каждом конкретном случае оптимальной степени централизации и избыточности связей в сочетании, обеспечивающем необходимую экономичность, эффективность и надежность управления развитием объекта. Такое оптимальное сочетание в принципе может быть определено для всякой конкретной системы, при любой заданной «мощности» ее каркаса.

На основе универсальной структурно-динамической модели можно ввести интегральный критерий оценки уровня организованности градостроительной системы (обозначим его индексом 0):

$$0 = (M, D, V_k, V_T),$$

где M — условная «мощность» каркаса, т. е. количественное соотношение «масс» каркаса и ткани (см. выше); D — плотность распределения каркаса в системе, характеризующая его конфигурацию с позиций равномерности и интенсивности «обслуживания» всей системы, т. е. степень связанности ткани и каркаса в различных участках системы и по системе в целом; V_k — скорость связи в каркасе, т. е. приведенная скорость перемещения между узлами каркаса при его нормальном «потреблении»; V_T — скорость связи в ткани, т. е. приведенная скорость перемещения между элементами ткани (до «выхода» на каркас).

Первые два показателя характеризуют собственно пространственную организацию системы, а два вторые — хотя и не полно, но все же отражают эффективность ее «потребления» в процессе функционирования реального объекта.

Несколько упрощая действительное положение вещей, можно принять, что организованность любой градостроительной системы прямо пропорциональна воздействию каждого из перечисленных выше факторов. Однако данная зависимость справедлива лишь в определенном диапазоне значений переменных. Как уже отмечалось, увеличение «мощности» и степени централизации каркаса ведет к увеличению организованности до известного предела, а затем начинает оказывать обратное воздействие. Увеличение скоростей в системе эффективно сказывается на ее организованности также лишь до тех пор, пока оно не вступает в противоречие с конфигурацией каркаса. Так, радикальное увеличение скорости транспортных средств, используемых в городе, при определенных условиях может привести к уменьшению числа останочных пунктов в наиболее активно «потребляемой» части города, нежелательному разрежению магистрально-коммуникационной сети, т. е. понизить тем самым общую организованность объекта.

Развитие градостроительных систем во времени

Теперь можно более ясно представить себе временную последовательность этапов развития градостроительных объектов. Первоначально обособляются основные стереотипные элементы структуры. По мере того как между ними складываются отношения общности, происходит их пространственное упорядочение в рамках дискретной, популяционной структуры. В процессе роста осуществляется активный отбор свойств элементов, в наибольшей степени отвечающих характеру внешних воздействий, т. е. реальных потребностей, определяющих формирование искусственной среды. При этом происходит дифференциация элементов и их интеграция в жесткую организменную структуру по принципу дополнительности свойств, закрепляемых за отдельными элементами. Каркас системы, который зачастую возникает как сетевой, постепенно все в большей степени централизуется. Элементы, не вошедшие в каркас, специализируются как тканевые и группируются в соответствующие элементарные структуры, отвечающие характеристикам каркаса. Именно за счет этих структур оказывается возможной (в известных пределах) адаптация к внешним воздействиям и саморегуляция на уровне системы в целом.

В чередовании градостроительных структур постоянно осуществляется строгая временная иерархия — жесткая организменная структура в конечном счете всегда сменяет дискретную популяционную (дискретность характеризует стадию активного

формирования системы, а жесткость — стадию ее зрелости). Жилая застройка, например, может рассматриваться в качестве дискретной системы пока не исчерпаны территориальные резервы ее роста и не определилась окончательная форма городского образования, а сеть расселения — лишь до тех пор, пока не достигнуто устойчивое равновесие между городской средой и естественным окружением в рамках замкнутого экологического баланса.

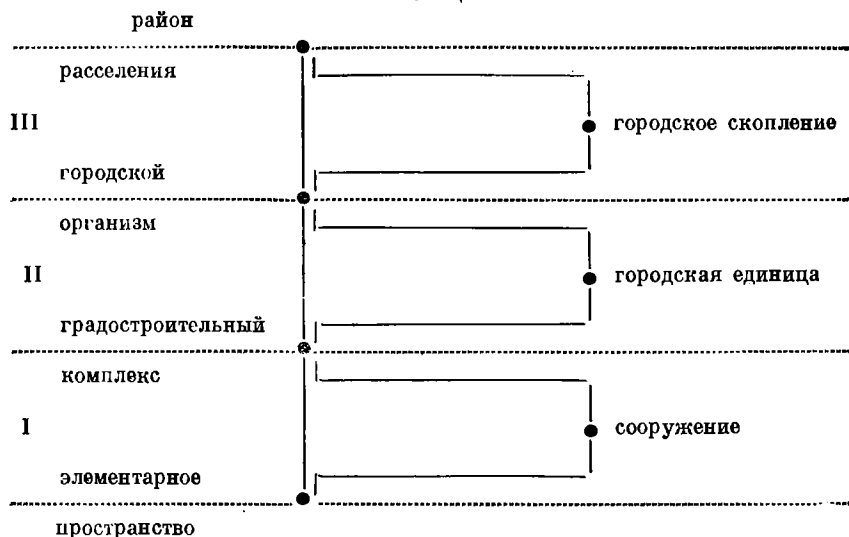
Общее описание механизма развития системы дает ключ к пониманию важнейших градостроительных процессов. Именно так осуществляется постепенное перерождение аморфной, хаотически организованной среды крупного современного города. Сначала — формирование системы дискретного типа с примитивным сетевым каркасом на основе сходных по значению и функциональной роли транспортно-коммуникационных узлов и соединяющих их русел. Затем — постепенная дифференцировка этих узлов, доминирование одних и элиминирование других за счет их обрастания различными по специфике и мощности объектами, которое сопровождается централизацией структуры и все возрастающей взаимосвязанностью ее частей. Наряду с этим — структурная реорганизация жилой застройки, формирование стереотипных единиц городской ткани — жилых районов, которые позволяют наращивать количественный потенциал системы, сохраняя необходимый уровень жизненных условий и социального комфорта.

Принципиально важным моментом развития градостроительных объектов является то, что по мере их превращения в эволюционно зрелые системы организменного типа происходит, с одной стороны, создание жесткого структурного каркаса, и, с другой — упорядочение и структурная реорганизация ткани, т. е. перестройка элементов заполнения. Дифференциация и отбор элементарного «материала», из которого состоит система, ведет к тому, что часть элементов идет на «постройку» каркаса, а другая часть — на создание стереотипных единиц заполнения. Множество таких единиц образует дискретную структуру ткани на уровне системы в целом, но каждая из них, взятая в отдельности, представляет собой самостоятельную систему организменного типа и образует специфический уровень пространственной организации среды, промежуточный между уровнем элементарного строения и системы в целом.

С учетом этого намеченная нами иерархия пространственной организации городской среды может быть представлена в виде следующей таблицы, причем основные уровни устанавливаются в ней в соответствии с характером системообразующих связей, на основе которых формируется каркас, а промежуточные отражают структурную организацию тканевых элементов.

Из приведенной таблицы видно, что развитие системы может быть в полной мере осмыслено только при одновременном рас-

Таблица



смотрении соседних уровней. Для того чтобы исследовать, например, конкретный градостроительный комплекс, необходимо не только понять, каким образом формируется его каркас и из каких структурных единиц складывается его ткань, но также осмыслить его положение в системе вышележащего уровня, входит ли он в каркас городского организма или вместе с другими однотипными комплексами группируется в тканевые образования, какое место в этом случае занимает данный комплекс в структуре соответствующей городской единицы.

Иерархия градостроительных систем выделяет в качестве основных объектов на всех уровнях организации жизненной среды жесткие организменные системы. Однако это не означает, что исследовательская деятельность градостроителя должна ограничиться изучением функционирования и развития жестких систем. В развитии каждой системы существуют моменты, когда на первый план выступают явления нарушения стабильности, функционирования на основе положительных обратных связей, когда необходима свобода комбинирования элементов, позволяющая создавать новые сочетания, чтобы обеспечить эффективное приспособление к меняющимся требованиям внешней среды. Все эти процессы характерны не для жестких, а именно для дискретных систем. Поэтому изучение особенностей развития дискретных систем очень важно для проектирования градостроительных объектов, имеющих значительные параметры временного развития, для которых стадия активного роста не является исчезающе малой по сравнению со сроками стабильного функционирования зрелой си-

стемы. А именно такими объектами являются город, район расселения и многие составляющие их подсистемы.

Это следует подчеркнуть особо, так как исследователю свойственно фиксировать свое внимание на законченных, развитых формах и недооценивать значение переходных, промежуточных процессов, хотя бы потому, что устойчивые, финальные состояния можно чаще видеть и легче наблюдать. Такая инерция мышления отчетливо видна в градостроительстве: теория и методы современного градостроительства сформировались под воздействием традиционных стереотипов «объемной» архитектуры, где стадия роста, перехода от дискретного к организменному состоянию несравнима по срокам с периодом существования зрелой системы и поэтому вообще не рассматривается как момент ее функционирования. Благодаря этому установка на проектирование жестких систем организменного типа часто механически переносится на градостроительные объекты, имеющие совершенно другие временные параметры и особенности становления. Градостроитель невольно продолжает мыслить категориями сооружения, поскольку градостроительство как область деятельности выделилось в свое время из архитектуры и не вполне освободилось от давления архитектурной традиции. В результате этого генеральные планы часто рассматривают город как вполне сформировавшееся, законченное целое уже на ранних стадиях его формирования и поэтому оказываются не в состоянии эффективно регулировать его развитие.

На основе структурно-динамических представлений о развитии градостроительных систем можно выделить два принципиально отличных пути управления процессом активного формирования и роста градостроительных систем. Во-первых, рост с опережающим и полностью запрограммированным развитием каркаса. Стратегия такого роста тем более эффективна, чем более определенно задается в проекте обобщенная характеристика системы в целом. В этом случае система как бы минует стадию дискретной структуры и сразу приобретает жесткую структуру организменного типа. Этот путь представляется оптимальным для систем с относительно небольшими физическими размерами и сроками жизни, т. е. на уровне не выше градостроительных комплексов. Так происходит строительство отдельных объектов, сооружений и даже целых архитектурных ансамблей.

Другой путь — растянутый во времени рост с опережающим формированием ткани и постепенным выявлением каркаса, которое происходит путем последовательной дифференциации ткани на основе механизмов отбора. В этом случае оптимальная стратегия роста определяется достаточной широтой базы этого отбора, т. е. многообразием элементов ткани и их «валентностью» — способностью вступать во взаимосвязи с другими элементами и внешней средой. Проектом задается лишь номенклатура и общие свойства элементов, позволяющие определить

вероятные типы их группировки, но не обобщенная характеристика системы в целом. В процессе развития происходит постепенная трансформация дискретной структуры в жесткую. Такой путь предпочтителен для городских организмов и скоплений имеющих длительные сроки развития и гигантские физические размеры. Так формируются, в частности, крупнейшие современные агломерации и групповые системы расселения.

Всякая реальная градостроительная система в своем наиболее развитом, зрелом состоянии содержит в скрытой, «свернутой» форме предшествующие этапы своего эволюционного развития. Именно это обеспечивает любой естественно сформировавшейся системе относительно высокую устойчивость и адаптивное поведение, что, к сожалению, далеко не в полной мере учитывается в практике градостроительного проектирования. Не случайно многие старые города, прошедшие многовековой путь развития, как это ни парадоксально, оказываются более приспособленными к меняющимся условиям современной жизни, чем искусственные, запроектированные нами градостроительные системы, которые устаревают буквально на протяжении нескольких десятков лет. Повидимому, изучение особенностей эволюции «естественных» градостроительных систем раскроет многие секреты привлекательности старых городов, а их сознательное «включение» в контролируемый градостроительный процесс развития проектируемых объектов позволит искусственно «убыстрить» естественный процесс становления системы без потери достигнутого эволюцией структурного уровня [37] и тем самым устранить неполноценность и примитивность пространственного окружения, которые так часто угнетают человека в новых районах и городах, несмотря на очевидную рациональность их функционально-пространственной организации. В этом смысле история является необходимым элементом комплексного системного подхода к исследованию города, без нее картина современного состояния теряет необходимую «глубину» и реальную временную перспективу.

Этапы внедрения и возможные результаты системных исследований в области градостроительства

Выше намечены лишь самые общие контуры системного подхода к области градостроительства. Однако даже такое сжатое и неполное описание, как нам кажется, показывает, насколько велико здесь поле возможных исследований и насколько заманчивы перспективы использования системных методов. При этом надо учитывать, что существуют два уровня реализации системного подхода к области градостроительства.

Первый уровень можно охарактеризовать как уровень качественных описаний и неформализуемых (вербальных) моделей. Результаты работ такого плана не идут дальше логических обоб-

щений и переосмысления накопленного ранее эмпирического опыта. Не следует недооценивать их несомненное практическое значение.

Даже простейший качественный анализ градостроительных объектов как систем, которые могут быть отнесены к определенному иерархическому уровню (градостроительных комплексов, городских организмов и т. п.) и охарактеризованы определенным типом структуры (жесткая, дискретная) помогает во многом прояснить вероятную картину их последующего развития. Исходя из этого можно определить оптимальную стратегию действий градостроителя, не рискуя подпасть под влияние давно изживших себя шаблонов. В наибольшей степени это относится к современной практике составления генеральных планов городов (а отчасти и районных планировок), когда традиционные методы проектирования, оправданные для жестких систем типа сооружений или градостроительных комплексов, часто неправомерно переносятся на системы, принадлежащие иному иерархическому уровню.

Наконец, внедрение системной терминологии, общих, уже получивших признание положений системного подхода для описания градостроительных явлений, дает возможность широко использовать аналогии из других областей научного знания, заставляет на многое взглянуть по-новому, дисциплинирует и делает более стройной логику изложения фактов, позволяет избежать неопределенности и внутренней противоречивости, которыми так грешат современные градостроительные исследования. Это касается, в частности, определения таких понятий, как агломерация и групповая система расселения, моно- и полицентрическая планировочная структура и другие, которые могут быть охарактеризованы в системных терминах гораздо более полно, точно и кратко, чем это делается сейчас.

Главное значение этого первоначального этапа внедрения системных методов заключено в подготовке необходимой почвы для радикальной перестройки всей структуры градостроительных исследований на основе перехода к количественным оценкам и математическому моделированию. Именно этими задачами и определяется содержание следующего и наиболее ответственного этапа системных исследований в области градостроительства.

На этом уровне исследований предстоит научиться прогнозировать и эффективно управлять развитием во времени любых градостроительных систем, к каким бы классам и иерархическим уровням они не принадлежали. Основным методологическим инструментом решения этой задачи может стать, по нашему мнению, моделирование структурного каркаса градостроительной системы, которое позволило бы отразить специфические особенности структурной организации различных систем и их изменения в процессе индивидуального развития и эволюции данного класса систем. Развитие системных исследований на этом уровне

потребуется, по-видимому, гораздо более интенсивного вовлечения в сферу градостроительства исследователей других специальностей. В этом отношении большое значение имело бы осуществление комплексных градостроительных программ, объединяющих в одном направлении усилия обширных групп специалистов и стимулирующих интенсивный обмен методиками и результатами научных исследований, ведущихся в различных областях знания.

Практическим результатом этого цикла системных исследований могло бы явиться существенное обогащение и модификация действующих моделей городов и создание на этой основе адекватных динамических моделей градостроительных систем, которые позволили бы решать задачи по оптимизации пространственной организации и прогнозированию развития таких систем. Разумеется, при этом потребуются также решение большого числа специальных проблем, связанных с математическим обеспечением моделей.

По мере того как будут отрабатываться и совершенствоваться модели такого типа и накапливаться опыт их практического использования, будут все более отчетливо выявляться объективные закономерности функционирования, развития и исторической эволюции градостроительных систем. Они и станут той конструктивной основой, которая позволит перейти в дальнейшем к решению фундаментальных научных задач, составляющих главное содержание общей теории градостроительства:

— дать представление о наиболее общих законах взаимодействия градостроительных систем и общества, градостроительных систем и природы, разработать адекватные модели этих процессов;

— выявить направления и границы частных и общетеоретических градостроительных исследований, их взаимосвязи, методику и ожидаемые результаты;

— теоретически обосновать работы по градостроительному прогнозированию.

Достижение этих целей имеет весьма важное значение для градостроительной практики и во многом определяет эффективность всей деятельности человека по формированию жизненной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авдоткин Л.* Системный подход к актуальным проблемам градостроительной теории.— «Архитектура СССР», 1968, № 10.
2. *Бархин М. Г.* К проблеме расселения.— «Архитектура СССР», 1967, № 6.
3. *Беляева Е. Л.* Движение и время в восприятии города.— В кн.: Город и время. М., 1973.
4. *Белоусов В. Н.* Основные проблемы расселения.— «Архитектура СССР», 1974, № 3.
5. *Бергаланфи Л.* Общая теория систем.— Обзор проблем и результатов.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1969. М., 1969.

6. *Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Системные исследования и общая теория систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1969. М., 1969.
7. *Божов А. В., Скокан А. А.* О реконструкции системы пешеходных коммуникаций центра Москвы.— «Строительство и архитектура Москвы», 1973, № 2.
8. *Бочаров Ю. П., Кудрявцев О. К.* Планировочная структура современного города. М., 1972.
9. *Ванд Л. Э.* Оценка проектных решений и ее роль в процессе оптимизации в условиях неполной информации, вып. 1. М., 1970.
10. *Генисаретский О. И.* Специфические черты системного исследования.— В кн.: Проблемы исследования систем и структур. М., 1965.
11. *Геодакян В. А.* Организация систем — живых и неживых.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1970. М., 1970.
12. *Гозман В. М., Минц А. А., Преображенский В. С.* Системный подход к географии.— В кн.: Теоретическая география. М., 1971.
13. *Григорьев Э. П.* Теория и практика машинного проектирования объектов строительства. М., 1974.
14. *Гутнов А. Э.* Функциональная структура и пространственная организация расселения.— В кн.: Социальные предпосылки формирования города будущего. М., 1967.
15. *Гутнов А. Э., Лежава И. Г.* Четыре проблемы архитектуры будущего.— «Современная архитектура», 1970, № 1 (на франц. яз.).
16. *Демин Н. М.* Системные методы исследования в архитектуре и градостроительстве. (Проблемы моделирования.) М., 1970.
17. *Евреинов Ю. Н.* О кибернетическом подходе к эстетическому аспекту архитектуры.— В кн.: Проектирование и строительство, вып. 1. Киев ВНИИЭП. М., 1969.
18. *Иванов К. А.* Архитектура и общество. Автореф. докт. дисс. М., 1967.
19. *Иконников А. В.* Архитектура и формирование городской среды.— «Строительство и архитектура Ленинграда», 1972, № 5.
20. *Кочетков А. В.* Системный подход к выбору и оценке экономических эффективных проектных решений.— В кн.: Совершенствование экономического обоснования генеральных планов городов. М., 1974.
21. *Лаврик Г. И.* Системный подход к оценке архитектурных объектов.— В кн.: Проектирование и строительство, вып. 1. Киев ВНИИЭП. М., 1969.
22. *Лавров В. А.* Пути преобразования планировочной структуры городов. В кн.: Научные прогнозы развития и формирования советских городов на базе социального и научно-технического прогресса, вып. 1. М., 1968.
23. *Лебедева Г. А.* Архитектура и проблемы семиотики.— «Вопросы философии», 1971, № 8.
24. *Малиновский А. А.* Теория структур и ее место в системном подходе.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1970. М., 1970.
25. *Медведев Ю. В.* Расселение в свете представлений об антропоэкосистемах.— В кн.: Развитие и регулирование систем расселения в СССР. М., 1974.
26. *Нутенко Л. Я.* Меры качества схем членения территории.— В кн.: Теоретическая география. М., 1971.
27. *Перцик Е. Н.* Районная планировка. М., 1973.
28. Применение математических методов и вычислительной техники в градостроительных задачах.— В кн.: Сборник научных трудов ЦНИИИ градостроительства. М., 1971.
29. *Пчелинцев О. С.* Экономическое обоснование размещения производства. Методы, применяемые в капиталистических странах. М., 1966.
30. *Раппапорт А. Г.* Проектирование без прототипов.— В кн.: Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании. М., 1975.
31. *Родман Б. Б.* Узловые районы.— В кн.: Теоретическая география. М., 1971.

32. *Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* О специфике методологического подхода к исследованию систем и структур.— В кн.: *Логика и методология науки.* М., 1967.
33. *Сазонов Б. В.* Научное исследование, прогнозирование и конструирование в градостроительном проектировании.— В кн.: *Проблемы прогнозирования материально-предметной среды.*— Труды ВНИИТЭ, вып. 2. М., 1972.
34. *Саушкин Ю. Г.* Экономическая география. М., 1973.
35. *Смоляр И. М.* Новые города. М., 1972.
36. *Таттаджян А. Л.* Тектология: история и проблемы.— В кн.: *Системные исследования.* Ежегодник — 1971. М., 1971.
37. Теория систем и теория структур.— В кн.: *Системные исследования.* Ежегодник — 1970. М., 1970.
38. *Уллас Н. Н.* Структура расселения и жизненная среда человечества.— «Архитектура СССР», 1967, № 3.
39. *Федоров Ю. Д.* Новый метод построения структуры системы «город».— В кн.: *Всесоюзный семинар по типизации систем управления городским хозяйством.* Л., 1973.
40. *Форрестер Дж.* Динамика развития города. М., 1974.
41. *Холл А., Фейджин Р.* Определение понятия системы.— В кн.: *Исследования по общей теории систем.* М., 1969.
42. *Щедровицкий Г. П., Дубровский В. Я.* Проблема объекта в системном проектировании.— В кн.: *Методология исследования проектной деятельности,* вып. 2. М., 1973.
43. *Alexander C.* Notes of Synthesis of form. Cambridge (Mass.), 1964.
44. *Doxiadis K.* Ekistics. An Introduction to the Science of Human Settlements. London, 1968.
45. *Lowry I.* A Model of Metropolis. RAND. Sancta-Monica, 1964.
46. *Lynch K.* The Image of City. N. Y., 1962.

ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА В ИЗУЧЕНИИ ЦЕЛОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Н. Г. АЛЕКСЕЕВ

С попытками определить, что такое тип, с обсуждением разнообразных проблем, так или иначе подводящих к необходимости построить такое определение, с различными демонстрациями принципов действия и приложимости типологических процедур все чаще приходится встречаться на страницах научной и философско-методологической литературы. Типологическая проблематика в целом, все более привлекая внимание исследователей, выходит на передний план, становится одной из основных для ряда дисциплин¹.

В то же время достаточно очевидно и ясно ощущается отсутствие целостного взгляда на ее суть, на внутреннюю подразделенность и взаимосвязанность возникающих в сфере типологии расчленений и проблем. Выделение и обсуждение некоторых «образующих» типологической проблематики — цель данной статьи. Естественно, речь идет лишь о предварительном эскизе, об обсуждении одного из многих возможных путей конструкции синтезирующего представления.

В исходном пункте важно определить соотношение типологической проблематики и системного подхода. Такая постановка вопроса позволяет, на наш взгляд, одновременно достичь двух целей: во-первых, уточнить и более четко выделить один из аспектов системного подхода и, во-вторых, определить лежащую в основе типологических различий категориальную конструкцию.

Известно, сколь большое место в системном подходе занимает анализ понятия целостности, определение его роли в научном познании, разработка представлений и процедур (включая и формализацию последних), опирающихся на это понятие. Укажем, например, в этой связи на работу [5], в которой наиболее развернуто даны методологические важные в науковедческом плане аспекты категориальной пары «целое — часть».

Обсуждение этих проблем несколько отодвинуло в сторону изучение (и прежде всего в плане системного подхода) других

¹ Одним из свидетельств этого может служить проведенный 13 апреля 1976 г. в отделе семиотических проблем информации ВИНТИ семинар «Систематика и типология как метод науки», задуманный Э. Г. Юдиным и посвященный его памяти.

аспектов категории «целого». Мы имеем в виду, в частности, то, что условно можно было бы обозначить как категориальное соотношение «целое — состояния целого». В такой постановке вопроса внимание акцентируется на сравнительном исследовании целостностей, каждая из которых обладает как своим качественным своеобразием, так и некоторыми общими для всех них чертами. Задача состоит в том, чтобы дать построенное по единообразным принципам описание этих различных состояний, учитывая и их существенные отличия друг от друга. В терминах системного подхода, опираясь на системообразующие факторы, построить последовательность (или рядоположенность) возможных состояний некоторой сложной системы.

Эта — традиционно относимая к типологии — проблематика имеет существенное значение для науковедческого фронта исследований, в которых значительное место отводится изучению как синхронных, так и диахронных состояний сложных систем, их упорядочиванию в некоторое единое целое. Достаточно указать на изучение смены стилей или форм мышления в логике развития науки [13], исследования форм организации науки и т. д.

Сказанное позволяет уточнить ранее выдвинутую задачу данной статьи. Она состоит в том, чтобы исходя из понимания типологической проблематики как одного из направлений² системного подхода наметить некоторые лежащие в ее основе представления и их операционально-процедурный «выход».

Характеристика «тип» наиболее часто употребляется там, где объектом изучения, тем, на что направлялась исследовательская мысль и усилия, были явления и процессы, некоторым образом связанные, зависящие, порождаемые, соотносимые с деятельностью. Если под деятельностью понимать некоторую универсальную реальность, организованность, включающую в себя и в себе связывающую такие различные компоненты, как действия отдельных людей, средства их выполнения и получаемые в итоге продукты, самих носителей действий, контекст или специфическую среду их существования и т. п., то существенно подчеркнуть, что объектом изучения выступала не она сама в ее универсальной целостности, а процессы и явления, отражающие и выражающие какие-то ее отдельные аспекты, стороны, части. Иначе — некоторые «проекции» деятельности [18].

Действительно, при обращении к конкретным случаям использования характеристики «тип», тотчас же обнаруживается во всем многообразии этих случаев соотнесенность данной характеристики к деятельности. Иногда это выступает отчетливо и очевидно, даже внешне выражено: типы ориентировочной деятельности [7], ти-

² Такая трактовка типологии не исключает ее понимания как самостоятельного общенаучного метода. В ней подчеркивается особенность аспекта рассмотрения типологии.

пы социального действия [20] и т. д. В других случаях — в более завуалированной форме. Так, если рассмотреть систему шести идеальных типов человеческой индивидуальности, предложенной Э. Шпрангером [22]: «экономический» человек хозяйства, «теоретический» человек науки, «эстетический» человек искусства, «социальный» человек любви и самоотдачи, «политический» человек власти и «религиозный» человек, то сразу же становится явным ее деятельностный акцент. Типологизация проведена по различению смысловой (ценностной) направленности потенциальной деятельности, по выделению основного предмета, который задает исходные ориентации действий отдельных людей.

Соотнесенность понятия «тип» с «деятельностными» объектами — первая и, пожалуй, самая существенная его характеристика. Взятая абстрактно, изолированно от всего остального, она почти бессодержательна, и в то же время является исходной, отправным пунктом разворачивания содержания типологической проблематики для гуманитарных дисциплин в целом.

Указанное дает возможность прояснить и основную цель типологизации, всегда заключающуюся в упорядочивании специфического целого — и это должно быть подчеркнуто прежде всего — в упорядочивании некоторой проекции деятельности. Тип выступает как ее единица, типы — как их система, совместно образующие (и характеризующие — при выбранном угле зрения, в плане решаемой задачи и т. п.) данное целое, данную проекцию, сферу деятельности. Типологическая систематика — деятельностная систематика.

Теоретическая и методологическая мысль не только фиксировала особый статус «деятельностных» объектов, но и обратилась к изучению их природы, к выяснению того, в чем же заключается специфичность их свойств.

Особенность «деятельностных» объектов могла быть понята и реально была понята в противопоставлении их объектам другого вида, в разделении всего мира объектов на две большие, отличающиеся по своим качествам друг от друга, группы, на «вещный» мир и на «деятельностный» мир. И сути дела не меняет, как последний конкретно понимался: в наиболее адекватной формулировке как деятельность или косвенно, частично, как культура, дух, сознание или даже божественный разум. Важно зафиксировать существеннейшее обстоятельство: типология как особый подход вызревала и осознавалась в границах сдвига от позитивистски понимаемого натуралистического видения человеческой действительности к деятельностному, конструктивному³.

³ Фиксация объекта как «деятельностного» по его происхождению и природе бесспорно обуславливает сдвиг в его понимании и представлении, но даже и при наличии такой констатации он может далее изучаться и исследоваться в «чисто вещном» плане, в духе натуралистической традиции. Необходим как в историческом, так и в логическом аспекте ряд переходов, трансформирующих эту традицию в конструктивный подход.

В рамках данного противопоставления выделялись такие характеристики «деятельностных» объектов, как их изменчивость, невоспроизводимость, индивидуальность, непредсказуемость по ряду отношений и многие другие. В определенном смысле список подобных характеристик потенциально не ограничен, продолжаясь при рассмотрении нового «деятельностного» объекта, при изменении условий и отчасти задач и целей самого рассмотрения. Интересно отметить, что большинство приведенных характеристик «негативно»: изменчивость (неустойчивость) по сравнению с устойчивостью или стабильностью, невоспроизводимость по сравнению с воспроизводимостью и т. п. — в этой «негативности» с наибольшей ясностью проступает генезис порождения данных характеристик через сопоставление двух видов объекта изучения. Противопоставленность «вещного» и «деятельностного» объектов отпечаталась в структуре, системе смыслов понятия «тип». Отметим следующие два момента.

Во-первых, в сознании тип всегда связывается с наличием весьма жестко очерченной предметности, конкретной предметности. Нет типа вообще, а имеются определенные типы, типы, «привязанные» к вполне определенным реальностям, которые на уровне эмпирии достаточно просто указываются и выделяются (последнее особенно заметно при первичном, «дотеоретическом» сравнении; например, сравнении различных языковых или культурных феноменов), но в то же время эта простота обманчива, ибо не сами по себе эти эмпирические критерии выделения и различения задают тип. Во-вторых, полагается уникальность этой предметности, ее несводимость к другим, «сходным» реалиям, к другим типам внутри целого. Природа этой уникальности своеобразна. В характеристике типа как единицы внутри сложного целого подчеркивается несводимость, существенные отличия данного типа от других. В то же время имеются и общие черты, всеобщие признаки, но они уже характеризуют нечто отличное, не тип в его отношении к другим типам, а то, что находится, объемлется именно данным типом, данной сложной системой, что равно присуще всему, что квалифицируется как такая система.

Различие «вещных» и «деятельностных» объектов четко проявляется в различии процедур их упорядочивания в организующие целостности. Развернутое сопоставление типологизации и классификации, включающее показ различия целей, категориальных конструкций, требований к получаемому продукту и техники непосредственного осуществления, выходит за рамки данной статьи.

Остановимся только на целевой характеристике, моменте, где отчетливо проявляется исследовательская позиция при изучении объекта.

И с помощью классификации, и через типологию достигается характеристика целого как совокупности частей или фрагментов,

из которых оно состоит или на которые оно может быть разложено. Различия здесь никакого нет. Выделением принципа перечисления фрагментов целого (видов рода) классификация заканчивается, она не предполагает установления какой-либо *особой* связи между получившимися «частями» целого. Достаточным оказывается их разграничение друг от друга, установления критериев, позволяющих надежно и однозначно отнести любой элемент данного целого к одному из его видов, поместить в соответствующую клетку пространственной решетки. «Деятельностные» объекты при их систематике не только должны быть расположены, отграничены друг от друга, но и поставлены в некоторую *особую*, характерную для каждого конкретного случая, связь. И это — неотъемлемый момент типологизации, вне которой она вообще лишается смысла.

В качестве таких связей могут выступить либо следование во времени (таковы, например, некоторые типологизации культурно-исторического характера [16]), либо расположение типов по принципу возрастания роли некоторого признака (так строятся многие психологические и социолого-психологические типологизации, например, [14]), либо по удельному весу комбинации нескольких признаков (в качестве примера можно указать на типологизацию деятельности операторов в эргономике [10]). Существуют и многие другие виды связи.

Принципиально важно, что в типологии строится не просто упорядочивание, а некоторое *«связное» упорядочивание*, характер которого определяется спецификой исследовательской задачи. В этом снова проявляется «деятельностный» характер объектов типологизации. С этим же связан факт наличия и возможности не одной, а многих различных типологизаций вроде бы для одной и той же целостной проекции или сферы деятельности; так, например, можно указать на то, что существует ряд различных типологизаций личности.

В предыдущем изложении нами были выделены и кратко охарактеризованы некоторые исходные для типологической проблематики представления. Другой их ряд связан с изменением в понимании роли и влияния в типологической работе содержательной позиции самого исследователя, строящего соответствующие процедуры, выделяющего и фиксирующего типы, дающего их общую систематику.

Наиболее кратко происшедший сдвиг в понимании можно сформулировать так: позиция исследователя начала обсуждаться, стала особым предметом философской и методологической рефлексии. Поясним, что мы имеем в виду.

Проще всего это сделать, начав с негативных характеристик. Позиция некоторого данного исследования перестала быть непрекаемой, единственно возможной. Все это, конечно, при условии, что само это исследование проведено в соответствии со стандартами научного подхода. Ведь в соответствии с ними к исследо-

ванию могут быть применены — иногда и в очень существенном смысле — либо количественные характеристики, либо оценочные суждения: «нечто не было до конца рассмотрено», «был не замечен факт, обстоятельство», «преувеличена роль такого-то фактора», «допущен просчет» и т. д., и т. п. Эти издержки не меняли сути — положения данного исследования на некотором магистральном пути развития знания, то, что объект изучения получил в нем некую «частичку» истинного и единственно возможного отражения. При всех подобных квалификациях неизменной оставалась одна существеннейшая посылка — единственность правильного истинного подхода, отождествляемого с общим развитием научного знания. В познании «вещных» объектов данная посылка, отвечая субстанциальным условиям их отражения в теоретическом мышлении, являлась и является почти безраздельно господствующей.

Сама «преходящность» существования «деятельностных» объектов: их способность к изменению и развитию, «чуткость» к воздействию на них (в том числе и к исследовательскому воздействию) — неизбежно должна была привести к наложению ограничений, к трансформации посылки единственности правильного подхода, единственности истинного решения⁴. Данное обстоятельство хорошо просматривается, например, на психологическом материале: существовало и существует много теорий личности и соответственно различных типологий личности. Характерно, что их нельзя суммировать с целью получения единого общего знания. Они слишком различны, базируются на несходных посылах, только в очень ограниченном смысле и объеме могут выступить как взаимодополнительные. Если иметь в виду устойчивые теории и типологические представления личности, то они и не могут полностью отменить друг друга, невозможной оказывается редукция всего их множества теорий и типологических конструкций к единому образованию, включающему в себя как богатство заложенных в них теоретических идей, так и имевшиеся непосредственные практическо-прикладные выходы.

В приведенном примере существенно важно зафиксировать, что различие типологических представлений имеет своим источником различие задач исследования, которое и приводит к разным проекциям, разным отражениям одной и той же исходной реальности. Различие задач наиболее полно проявляется, имеет своей другой стороной различие позиций исследований. Прин-

⁴ Анализируя проблему со сравнительно узкой позиции развертывания содержания типологической проблематики, мы не имеем возможности в данной статье дать критику возникающих на этой почве субъективно-идеалистических истолкований, отрицающих объективность общего знания для мира культуры, общества и человека. Укажем лишь, что они основаны, как подчеркивал В. И. Ленин в «Философских тетрадах», на гиперболизации, абсолютизации одного момента, характеристики познания, взятого в отрыве от целого [1].

ципально, что это уже не одна, единая позиция, по отношению к которой все остальные представляются лишь приближениями, промежуточными ступенями, а несколько, каждая из которых, при наличии сходных моментов (общих приемов научного исследования, используемых технических средств и т. д.), включает и различие в деятельности исследователя, различие, коренящееся в некоторых исходных моментах видения и выделения реальности.

Существенное значение имеет не только указанное различие потенциально возможных задач, но и особенное «отношение» деятельности объекта к изучаемому его исследователю. Это — весьма важный момент типологической проблематики в целом.

С определенной точки зрения исследуемый объект и исследователь тождественны: и то, и другое является «проекциями» (в ранее указанном смысле) деятельности [18]. Их соотношение едва ли можно описать оппозицией «воздействующий объект и пассивный исследователь, реципиент» или противоположной ей «активный исследователь и пассивный объект». Как «проекции» деятельности, действия, они равноактивны. Идущая от поставленной задачи и схем устоявшегося видения исследовательская активность встречает трансформационное воздействие другой — изучаемой деятельности, — обладающей несколько иными посылками, несколько иной структурой, вынуждена перестраиваться, менять некоторые свои основания. Систематика, упорядочение целого сферы деятельности обязательно включает в себя характерное, «прирожденное» для исследователя в изучаемой сфере деятельности, но видоизмененное, перестроенное воздействием объекта изучения.

Поясним эту мысль на примерах.

Хорошо известно положение, что знание второго (чужого) языка дает возможность познать свой собственный. Если подключить и знание третьего, отличного от первых двух языков, то оно при теоретическом осознании не только позволит выделить некоторые новые нюансы родного языка, но и повлечет за собой структурные изменения в общем представлении о языке. Организованная систематика, «трехязыковая типология» совмещает в продукте, т. е. в себе, обе указанные активности: и идущую от задачи исследования, и «предметную», заставляющую перестраивать знание о проекции деятельности, действии, которое присуще самому исследователю, которым он привычно владеет.

Выше указывалось на возможное изменение в знании. В случаях, когда типологизации проводятся в психологическом или социально-психологическом аспекте, изменяться могут и сами действия как самого исследователя, так и лиц, воспринявших, руководствующихся его типологическими расчленениями. Выделение типов методической работы переориентирует сознание конкретных методистов даже в привычном для них ее типе, ибо включает ее во вновь организованное теоретическое целое, т. е. позволяет установить те ее связи и выходы, которые ранее существовали как

бы втуне, оставались без внимания. И здесь построение целого, идущего от некоторой его части, характеризующейся специфической структурой, включает два указанных вида активности: исследовательской и «предметной», включает их взаимную перестройку.

Думается, что данное положение является общей посылкой в типологических исследованиях, безразлично к тому, высказывается оно тем или иным конкретным типологом или нет, принимается или отвергается (конечно, мы имеем в виду типологические построения в сфере гуманитарных наук)⁵. Имеются различные модификации этой общей посылки, выстроенные в ряд, они образуют последовательность сдвигов в осознании типологической проблематики.

Централизация исследовательской позиции, установление ее как естественной точки отсчета и описания. Характерный пример работы Леви-Брюля по праологическому мышлению первобытных племен [12]. Типология исторических форм мышления, взятая в его развитии, включает две формы — логическую (современную) и праологическую. Существенно, что последняя трактуется прежде всего — это главенствующий аспект, суть подхода Леви-Брюля — с позиции первой. Само исследование направлено на то, что в первобытном мышлении отсутствует, на его недостаточность по сравнению с имеющимися современными формами. И лишь вторым планом идет выделение его специфики (закон сопричастности и т. д.). В типологическом построении целостной сферы форм мышления какие-либо изменения в понимании современного мышления исследователем специально не фиксируются, хотя скрупулезный разбор работы Леви-Брюля, на наш взгляд, бесспорно это должен показать.

Отметим, в частности, что произошла определенная реорганизация того, что традиционно включалось в сферу мышления, введения в нее как равноправных элементов, ранее не сопоставлявшихся, например способов подсчета и приемов запоминания. Несомненен тот факт, что в громадной подборке материала наблюдений уже «предзаложена» самим анализом не выявленная, осознанная последующими исследователями идея. Если мы обратимся к становлению теории культурно-исторического развития высших психических функций Л. С. Выготского [5], [6], то увидим сколь большую роль в этом становлении играл материал Леви-Брюля.

⁵ Изучение сложных социокультурных систем (науки, культуры, языковых образований и т. д.) дает богатый материал для постановки соответствующих типологических исследований и для дисциплин естественнонаучного цикла. Общность типологической проблематики базируется на том, что во всех этих случаях изучения оказывается сложная развивающаяся система, сама систематика решает задачи упорядочивания различных, как мы подчеркивали выше, «состояний» такой системы. Обсуждение типологических проблем биологии дано в [19].

Активная, воздействующая функция особого «деятельностного» объекта оказалась просто отсроченной, как бы отодвинутой во времени. Случай нередкий, возможно даже типичный для варианта с централизацией исследовательской позиции, при которой объективизируется ее подход, ее строение, присущие ей особенности. Как на интересный факт можно было бы еще указать, что большинство типологических построений социолого-культурного характера было выполнено учеными (конкретный пример — М. Вебер [20]), много времени посвятившими занятию инокультурными феноменами.

Для типологии с централизацией исследовательской позиции характерно два ограничения. Во-первых, — это сам факт центрации, выбор единственной точки отсчета. Второе — пространственно-временная отграниченность «деятельностных» объектов изучения от деятельности исследования. Снятие этих ограничений ведет к двум последующим сдвигам в типологической проблематике, ко второй и третьей модификации общей посылки равносильности объекта изучения и исследования как деятельностей, равносильности в том отношении, что и то и другое представляют собой особые проекции деятельности, действия.

Снятие центрации на собственной позиции стало возможным через *полагание существенного отличия собственной деятельности от исследуемой*, отличия, которое не может быть сведено к некоторым второстепенным моментам, а связано с разностью строения, со структурными компонентами, с несводимостью одного к другому. И в то же время *постулирования «равноправности» этих проекций деятельности*, наложение запрета на главенствующую роль в изучении оценочных категорий: «хорошо — плохо», «достаточно — недостаточно», «развито — неразвито» и т. д.

Полярные, доведенные до «логического края» случаи часто оказываются очень удобными для иллюстрации. Идея разности строения изучаемой и исследующей деятельности, их несводимости друг к другу в своей крайне заостренной форме, ведущей к агностицизму, нашла свое выражение в утверждениях о принципиальной непроницаемости различных культур, о невозможности «вхождения» в них, их непознаваемости со стороны, отсутствия у них общих моментов и т. д. В соответствующих субъективно-идеалистических типологиях культуры О. Шпенглера [16], А. Тойнби [21] типы культур оказываются резко обособленными, противостоящими друг другу. Предельно заостренная форма различения изучаемой и исследующей деятельности не пользуется широким распространением и признанием, что вполне естественно. В гуманитарных дисциплинах преобладает подход, фиксирующий как различия (в том числе и существенные), так и сходства. Наличие общих «точек» обеспечивает «вхождение» в иную по своему строению деятельность, успешность ее адекватного исследования. Как уже подчеркивалось, это связано и с

изменением в понимании характера и природы деятельности (проекции деятельности), присущей исследовательской позиции.

Здесь нам хотелось бы подчеркнуть связанный с таким изменением и ранее не выделявшийся момент: построение в исследовании *схемы типологии*, в которой и исследуемая, и присущая исследователю деятельность выступают как единицы более абстрактного и широкого общего. Наиболее четко это просматривается в структурно-типологических исследованиях языка [15], [2].

Постулирование «равноправности» исследуемого и исследующего, наложение запрета на оценочные установки (это также идеализирующая абстракция, средство выражения главенствующей тенденции) сыграли значительную роль в возможности увидеть своеобразие изучаемого, т. е. в выделении его как некоторого особого типа. Так, в детской психологии, на это еще указывал Л. С. Выготский, существенное продвижение вперед было достигнуто, когда подвергся сомнению и был отвергнут взгляд на детскую психику как на недоразвитую психику взрослого; тем самым был открыт путь к построению действительной типологии детства.

Второе ограничение, как было сказано, связано с пространственно-временной отграниченностью «деятельностных» объектов от деятельности исследования. Предмет изучения имел «академический» интерес. Исследователь был чистым, незаинтересованным исследователем. Изучались (наряду, рядоположенно, вне некоторой практической задачи непосредственного воздействия) языковые, социальные, культурные, психические феномены. Они были отстранены от непосредственного воздействия на окружение и лишь потом, другой деятельностью, могли быть включены в решение конструктивных задач.

Толчок к сдвигу в осознании ряда проблем типологической проблематики был дан в литературоведении (мы имеем в виду работы М. М. Бахтина [3], [4]). Кратко его суть может быть выражена следующим образом: типологическая проблематика, возникшая в контексте исследовательской деятельности, начала перестраиваться с позиций взаимодействия и управления. На смену «чисто» исследовательской позиции пришла конструктивно-инженерная. Задачами построения организованной систематики, типологизации стали задачи организации совокупной, включающей и действие типолога деятельности.

Так, например, типология операторской деятельности [10] имеет не только и не столько научный интерес, но является в тенденции некоторым нормативным документом, который будучи узаконен станет ГОСТом реальной практической деятельности. Другой случай — систематика типов детского сознания, ценностей, способов деятельности [14] также с самого начала своей разработки имела в виду конструктивную задачу воздействия: воспитания и обучения.

В таком своем варианте типологическая проблематика обнаруживает ранее практически скрытую, лишь изредка высвечиваемую черту или особенность: ее нельзя свести только к сфере научного, «знаниевого» производства; она значительно шире, выходит в план общения и взаимодействия, научного общения и взаимодействия, в частности.

* * *

Согласно выбранному нами подходу разработка целостного взгляда на суть типологической проблематики определяется как особым характером объекта проводимой систематики, сложной системы, являющейся определенной проекцией деятельности, так и специфическим пониманием исследовательской позиции. Необходимо показать, хотя бы кратко, как эти основания определяют оперативно-процедурный аспект типологической работы.

Условно (и огрубленно) можно выделить три основных направления в типологическом исследовании: (а) построение, конструкция, анализ одного, отдельно взятого типа; (б) построение общей типологической схемы; (в) определение, «вторичный» анализ отдельных типов по сконструированной теоретической схеме. В конкретном исследовании указанные направленности работы могут сочетаться самым причудливым образом, однако, как правило, какая-либо одна из них имеет больший удельный вес. Вышеприведенный порядок направленностей типологической работы в целом отвечает реальной последовательности ее проведения.

Как уже отмечалось, для исследователя другой, не присущий ему тип деятельности выступает как эмпирически предзаданный, по своим внешним характеристикам отличный от привычных способов деятельности, имеющий свою особую структуру и строение. Процедура вхождения, познания этой отличной от собственной деятельности имеет свои особенности, характерные черты. Основная трудность заключается в том, что исследовательские схемы, с помощью и на основе которых дается и анализируется «материал», могут оказаться не релевантными ему, закрывать некоторые его существенные особенности. От них необходимо до определенной степени «отказаться». Более точно, в процессе вхождения в иной тип они должны быть сами перестроены. В теоретическом плане данный момент наиболее резко подчеркивался В. Дильтеем [9]. Именно в данном аспекте понятны и имеют смысл выдвигаемые им положения о «вчувствовании», «сопереживании» и т. д. «Понимающая психология» — психология, для которой существен переход на другую позицию, представление этой другой позиции как такой, исследовать которую нельзя, не встав на нее, не приняв внутри и для себя этой другой точки зрения. До технического воплощения такой подход был доведен в психоаналитических исследованиях, в качестве примера можно указать на получивший в психологии общее признание тест тематической

апперцепции Мюррея (ТАТ), в котором идея и операция отождествления (понятая как технический прием) играют существеннейшую роль. По сути дела с аналогичными ситуациями мы сталкиваемся при анализе эмпирических «полевых» исследований культуры в антропологии.

Не умножая примеры, отметим и второй характерный момент «вхождения в тип»: происходящую при этом перестройку в понимании структуры собственно исследовательской деятельности. Выступая как равноправная с изучаемой, но отличающаяся от нее, она становится одним из возможных вариантов в таком виде деятельности вообще.

Фактически мы переходим к характеристике второй направленности типологического исследования — к конструированию теоретической схемы. Исследующая и исследуемая деятельности имеют как общие соприкасающиеся точки, «точки вхождения» друг в друга, так и то, в чем они не схожи и отличаются. Функционально они играют разную роль: первое обеспечивает саму возможность познания, фиксирует сходное в различных деятельности; второе, обращая внимание на несовпадение, заставляет переосмысливать уже сложившиеся теоретические схемы, разрабатывать новые, более обобщенные, включающие первые как подварианты более широкого видения.

Процесс повторяется при «пробегании» по всем эмпирически предзаданным типам, приводя к наиболее обобщенной схеме. Вот как, например, он описывается в идеальной форме — для языкознания. «Если исследователь выходит за пределы описываемой системы, то он тем самым становится наблюдателем в некоторой другой системе L , что приводит к возмущающему эффекту. Поэтому целесообразно описать одну и ту же систему S_2 , с точки зрения наблюдателей, в разных системах отсчета $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ и установить правила соответствий, переводящие описание, с точки зрения наблюдателя, в одной системе в описание, с точек зрения наблюдателей, в других системах отсчета. Эти правила и могут рассматриваться как научная точка зрения на семантику в отличие от мистической точки зрения, предполагающей выбор одной-единственной системы отсчета в силу особой прагматической связи наблюдателя с этой системой» [11, с. 140].

Наличие уже выработанной общей схемы перестраивает дальнейший характер типологической работы над отдельными типами. Они в соответствии с ней упорядочиваются и становятся объектами единообразного описания. Элементы общей схемы становятся принципами подобного описания. Характерный пример — типологические таблицы, распространенные первоначально в языкознании и начинающие употребляться в других гуманитарных науках. Столбцы и строки данных таблиц, конституируя конкретное эмпирическое содержание, сами являются продуктами и элементами ранее выработанной общей схемы. Отметить это обстоятельство необходимо, поскольку возможно неправомерное сведение

сути типологической работы только к выработке подобного рода таблиц, сведение, в котором опускаются как лежащие в основе составления таблиц онтологические представления, так и предшествующие составлению таблиц виды типологической работы.

Кратко суммируем намеченные в статье общие положения. Объекты типологии — сложные системы, взятые в отношении «целое — состояние целого». В рассмотренных нами случаях — это социокультурные системы, «деятельностные» объекты, по отношению к которым деятельность исследователя находится в особом отношении. «Равноправная» им как проекция, она сама (в понимании ее внутренней структуры и закономерностей) должна перестраиваться. Последним обстоятельством определяется специфика оперативно-процедурного аспекта типологического исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ленин В. И. Философские тетради. Полн. собр. соч., т. 29.
2. Амирова Т. А., Ольховиков Б. А., Рождественский Ю. В. Очерки по истории лингвистики. М., 1975.
3. Бахтин М. М. Поэтика Достоевского. М., 1965.
4. Бахтин М. М. Вопросы литературы и эстетики. М., 1975.
5. Блауберг И. В., Юдин Б. Г. Понятие целостности и его роль в научном познании. М., 1972.
6. Выготский Л. С., Лурия А. Р. Этюды по истории поведения. М.—Л., 1930.
7. Выготский Л. С. Развитие высших психических функций. М., 1960.
8. Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий.— В кн.: Психологическая наука в СССР, т. 1. М., 1959.
9. Дильтей В. Описательная психология. М., 1924.
10. Гордеева Н. Д., Девисвили В. М., Зинченко В. П. Микроструктурный анализ исполнительской деятельности. М., 1975.
11. Зализняк А. А., Иванов В. В., Топоров В. Н. О возможностях структурно-типологического изучения некоторых моделирующих семиотических систем.— В кн.: Структурно-типологические исследования. М., 1962.
12. Леви-Брюль Л. Сверхъестественное в первобытном мышлении. М., 1935.
13. Миклушинский С. Р., Родный Н. И. История науки и науковедение.— В кн.: Проблемы развития науки. М., 1969.
14. Опыт системного исследования психики ребенка. М., 1975.
15. Структурно-типологические исследования. М., 1962.
16. Шпенглер О. Закат Европы. М., 1923.
17. Шубаков А. Г. О назначении типологии.— В кн.: Общие проблемы методологии, вып. 5. М., 1974.
18. Юдин Э. Г. Системность и деятельность.— В кн.: Методологические проблемы исследования деятельности (Эргономика, вып. 10). М., 1975.
19. Юдин Э. Г., Огурцов А. П. Типология.— БСЭ, т. 25.
20. Weber M. Wissenschaft als Beruf. Berlin — Wien, 1922.
21. Toynbee A. J. A Study of History, V. 1—2. London, 1946—1957.
22. Spranger E. Kulturfragen der Gegenwart. 3. Aufl., Heidelberg, 1959.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ ДЕТСКОЙ ПСИХИКИ

А. М. КОЗУЛИН

У детской психологии в определенном смысле счастливая судьба — она по существу не переживала периода настоящего механицизма, который с трудом преодолевался другими областями психологии. Выделившись в качестве самостоятельной дисциплины достаточно поздно, детская психология с самого начала представляла свой объект как сложноорганизованную целостность. Вместе с тем надо отметить, что за столь удачным началом не последовало бурного расцвета. Разбор связанных с этим проблемы считаем целесообразным начать с анализа психологических идей Жана Пиаже — ученого, исследования которого (наряду с идеями Л. С. Выготского) во многом определили содержание и направление развития европейской детской психологии. Это представляется полезным не только в историко-научном плане, но и в плане анализа применимости системной методологии к исследованию психики ребенка.

Чтобы понять интерпретации, предлагаемые Жаном Пиаже для некоторых специфических проявлений детского интеллекта на уровне интуитивного (наглядного) мышления, необходимо, хотя бы кратко, пояснить ряд терминов, составляющих понятийный остов концепции женеевского психолога.

Прежде всего исходная пара: *ассимиляция* и *аккомодация*. Термин *ассимиляция* употребляется Пиаже для обозначения акта «наложения организмом на среду своей определенной структуры» (см. [7, с. 66]). Этот термин используется и более широко как «подчинение нового элемента системе». «Физиологически это означает, что организм, поглощая из среды вещества, перерабатывает их в соответствии со своей структурой. Психологически же происходит, по существу, то же самое, только в этом случае вместо изменений субстанциального порядка происходят изменения исключительно функционального порядка, обусловленные моторной деятельностью, восприятием и взаимовлиянием реальных или потенциальных действий» ([7, с. 66]).

Аккомодация в отличие от *ассимиляции* (имеющей несколько «консервативный» оттенок) указывает на своеобразное «обратное действие» среды на организм. «Живое существо никогда не испытывает обратного действия как такового со стороны окружающих его тел, но это действие просто изменяет ассимилятивный цикл,

аккомодируя его в отношении к этим телам» [5, с. 66]. Термин «аккомодация» употребляется также в общем смысле как «ориентированность на объект» и для обозначения прогрессивной изменчивости структуры поведения в зависимости от параметров объекта воздействия.

Второй существенной парой терминов являются «центрация» и «децентрация». Эти термины употребляются в основном при описании ранних стадий развития мышления — сенсомоторного периода и периода интуитивного (наглядного) интеллекта.

Центрация понимается как «внимание» (в самом широком смысле) к одной точке (или относительно одной точки) объекта при наличии одного ракурса. Данная точка зрения является привилегированной и в некотором смысле «единственной» таким образом, что предмет, рассматриваемый «с другой точки зрения», представляется другим, «не этим». Термин «центрация» обозначает нецелостный, точечный, эгоцентрический подход. *Децентрация* (сведение воедино многих ракурсов) приводит к ликвидации явлений, связанных с существованием привилегированной точки зрения. Децентрация употребляется в значении: «результат перцептивной деятельности», «регуляция многих точек зрения», «объективизация», «упразднение эгоцентризма» и т. п.

Наконец необходимо отметить такой характернейший для Пиаже термин, как «схема». Как справедливо замечает Дж. Флейвелл [8], у Пиаже отсутствует однозначное и инвариантное определение этого термина, однако отдельные, обильно рассеянные по его работам характеристики позволяют воссоздать следующие его значения:

1. Схема есть некий «функциональный, психологический орган», обеспечивающий ассимиляцию внешней среды и одновременно содержащий в себе способность к аккомодации (в этом своем значении «схема» Ж. Пиаже имеет ощутимые черты сходства с «функциональной системой» П. К. Анохина и «двигательной задачей» Н. А. Бернштейна).

2. Схема есть схема (план, эскиз) действия, т. е. нечто отличное от материально осуществленного действия и имеющее смысл только относительно него. «Схема есть содержание организованного и проявляющегося во вне поведения дающего ей название, но имеющее *структурное* (выделено мной.— А. К.) значение, отличное от этого конкретного содержания» [8, с. 79]. В этом смысле «схема» есть нечто подобное стратегии или плану поведения в духе Миллера, Галантера и Прибрама.

3. Существенным свойством схемы является ее целостность как «квазистабильной, воспроизводящейся психологической единицы». Пиаже пишет: «Что касается целостности, то мы уже подчеркивали, что каждая схема ассимиляции представляет собой истинную целостность, т. е. совокупность сенсомоторных компонентов, зависящих друг от друга или не способных существовать отдельно друг от друга» [8, с. 79].

4. Схема, являясь одновременно и «обобщающим портретом» и «ведущей стратегией» для ряда последовательных моментов действия или восприятия, представляет собой своеобразное «сенсомоторное понятие», некую «основную единицу поведения», опираясь на которую, осуществляется познавательная деятельность.

* * *

Спецификой интуитивного мышления, по Пиаже, является доминирование в рассуждениях и действиях ребенка опоры на наглядный образ объекта. Ниже приведем пример поведения, типичного для развития детского интеллекта на этой стадии.

«Два небольших сосуда A и A_2 , имеющие равную форму и равные размеры, наполнены одним и тем же количеством бусинок. Причем эта эквивалентность признается ребенком, который сам раскладывал бусинки: он мог, например, помещая одной рукой бусинку в сосуд A , одновременно другой рукой класть другую бусинку в сосуд A_2 . После этого, оставляя сосуд A в качестве контрольного образца, пересыпем содержимое сосуда A_2 в сосуд B , имеющий другую форму. Дети в возрасте 4—5 лет делают в этом случае вывод, что количество бусинок изменилось, даже если при этом они уверены, что ничего не убавилось и не прибавилось. Если сосуд B тоньше и выше, они скажут, что «там больше бусинок, чем раньше», потому что «это выше», или что их там меньше, потому что «это тоньше», но во всяком случае все они согласятся с тем, что целое не осталось неизменным» [7, с. 183—184].

Пиаже связывает такую особенность оценки с ориентацией на перцептивный образ бусинок в сосудах A и B . «Рассмотрим тот вариант, когда ребенок считает, что в сосуде B бусинок больше, чем в сосуде A , потому что поднялся уровень; в этом случае он центрирует свою мысль или свое внимание на отношении между высотами A и B и оставляет без внимания ширину сосудов. Начнем, однако, пересыпать содержимое сосуда B в сосуды C и D и т. д., еще более тонкие и более высокие; в конечном счете обязательно наступит момент, когда ребенок скажет: «Это меньше, потому что это слишком узко». Отсюда можно заключить, что имеет место корректировка центрации на высоте путем децентрации внимания на ширине. В противоположном варианте, когда испытуемый считает количество бусинок в B меньшим, чем в A , из-за уменьшения толщины, пересыпание в C , D и т. д. приведет его, напротив, к изменению суждения в пользу высоты» [7, с. 185].

Таким образом, децентрация или организация центраций возможна на этой стадии развития интеллекта лишь в виде «интуитивной регуляции», заключающейся в переходе от центрации на одном параметре к центрации на другом. Это несовершенство интуитивной организации Пиаже сравнивает с операциональными

структурами зрелого интеллекта, подчеркивая, что для последнего характерно сохранение инвариантного объекта (в данном случае числа бусинок). Интуитивный интеллект и отличается от операционального отсутствием такого сохранения. На фиксации самого факта «скачкообразности» интуитивной регуляции Пиаже, однако, и останавливается, не пытаясь более глубоко раскрыть механизма отсутствия организованной децентрации.

Представляется целесообразной попытка рассмотреть описанный Пиаже феномен в рамках системных представлений, позволяющих предположительно богаче раскрыть как саму логику интуитивного (наглядного) мышления, так и его взаимоотношения с другими формами интеллекта.

Для описания восприятия ребенка на стадии интуитивного интеллекта Ж. Пиаже использует в основном термины «центрация» и «децентрация», формулируя системную ситуацию типа «весов». В зависимости от перевеса признака *A* или *B* «чашечки весов» склоняются в сторону той или иной центрации. Децентрация же возникает при равновесии. Очевидно, что при увеличении количества признаков, а следовательно, и возможных центраций, ситуация весов сохранится. Иначе говоря, Ж. Пиаже предлагает описывать перцептивную деятельность ребенка как *корпускулярную* (А. А. Малиновский [6]) или *популяционную* (В. А. Геодакян [3]) систему, где различные центрации конкурируют за определяющее место в процессе восприятия. В зависимости от победы той или иной, ребенок дает тот или иной ответ. Нам, однако, представляется, что более адекватно для описания перцептивной деятельности другое понятие, а именно схема.

Как было уже отмечено, единство ассимиляции и аккомодации на стадии интуитивного (наглядного) мышления еще весьма несовершенно. Это выражается в том, что аккомодация существует здесь лишь в виде *скачка* от одной ассимилятивной схемы к другой. Единственной формой преобразования является, таким образом, замена схемы. Принципиально и то, что на данной стадии схематизм «выбирается» в зависимости от центрации внимания на той или другой наглядной характеристике. При решении задачи о количестве бусинок обнаруживается своеобразный круг взаимозависимостей: объект (бусинки в сосуде) ассимилируется схематизмом (схема определения количества), который в свою очередь «выбирается» в зависимости от центрации на той или иной наглядной характеристике.

Для «разворачивания» этого «круга» необходимо провести следующее рассуждение. Объект в данном случае выступает как бы в двух лицах — во-первых, как *объект ассимиляции* (объект, который ассимилируют), а во-вторых, как *основание, по которому идет выбор схематизма* (т. е. объект, определяющий схему ассимиляции). В своем первом «лице» объект выступает как целостный, во всем единстве своих параметров; во втором же «лице» он редуцирован до уровня «перцептивного варианта», является

«частичным объектом», совпадающим с одной из своих характеристик. Такому раздвоенному бытию объекта соответствует наличие двух схематизмов — высшего и низшего. Схематизм низшего порядка осуществляет операцию вычленения «перцептивного варианта» объекта. Таким схематизмом может быть схема восприятия высоты и ширины. Затем полученный «вариант» ложится в основание схемы, ассимилирующей объект в целом. Неполнота, ошибочность наглядного мышления проистекает от того, что исходным, определяющим звеном при разворачивании взаимодействия оказывается *абстрактный образ*¹ объекта — его «перцептивный вариант».

Схематизм высшего и низшего порядка здесь рядоположены так, что схематизм низшего порядка становится определяющим. В данном случае абстрактное определение объекта совпадает с его «перцептивным вариантом». Хороший пример того, что отвлеченность, абстрагированность совершенно необязательно должна быть непременно связана с уходом от наглядных характеристик. Напротив, «перцептивный вариант» является типичным примером абстрактного (содержательно бедного) бытия объекта.

До тех пор пока схематизм низшего порядка будет определяющим, сохранятся и все неадекватности наглядного мышления. Стоит, однако, этому схематизму стать *моментом* в схеме более высокого порядка, как все ошибки исчезнут.

Поскольку схематизм низшего порядка занимает «абсолютное место» и в этом смысле не регулируется структурой целого, то аккомодация может осуществляться *только* в виде замены одного схематизма на другой, дающий столь же абстрактное основание. Переход к *конкретному*, всестороннему описанию объекта идет через организацию *системной иерархии*, в которой схематизм низшего порядка (вне зависимости от того, схемой какого действия он является) займет свое «адекватное место». В рассматриваемом примере иерархическая система определения количества будет основываться на отождествлении количества с объемом (занимаемым бусинками в сосуде), а последний будет пониматься как трехмерный, причем схема определения каждого из измерений будет подчинена доминирующему и организующему представлению об объеме.

Иначе говоря, если Ж. Пиаже считает, что переход от неадекватного восприятия, имеющего место на стадии интуитивно-го интеллекта, к адекватному восприятию происходит как построение популяционной системы уравновешенного типа, то нам представляется более полной модель с переходом от популяционной системы к *организмической* ([3]). Процесс совершенствования перцептивной деятельности идет по линии построения жесткой, иерархизованной системы, в которой роль и место того или

¹ Абстрактность образа означает его односторонность и неполноту описания [5], [4].

инного схематизма определяется структурой целого, т. е. в конечном счете ведущим системным отношением.

Таким образом, механизм «уравновешивания» центраций (центрация на высоте уравновешивается другой центрацией на ширине), выдвигаемый Жаном Пиаже как основной объяснительный принцип возникновения инвариантного целого, является в действительности лишь *одним*, хотя и весьма общим, типом взаимоотношений схематизмов одного уровня внутри иерархической системы.

* * *

Если при описании восприятия на уровне интуитивного интеллекта Ж. Пиаже по существу пользовался моделью популяционной системы конкурирующих центраций, то при переходе к обсуждению такого явления, как «группа перемещений», ему приходится иметь дело с проблемой кооперирования и координирования, т. е. с проблемой становления системы организмического типа.

Точкой, вокруг которой завязывается узел рассматриваемой проблемы, является вопрос о взаимоотношении (координации) схематизмов. В такой специфической сфере, как двигательная деятельность, нетривиальная координация схем движений возникает весьма рано. На уровне «пространственного поля» (конец сенсомоторного периода) проблема координации становится, судя по всему, кульминационной.

Вопрос координации схем Пиаже решает при помощи введения представления о «*реципрокной ассимиляции*». Такого рода ассимиляции в нерасчлененном, а следовательно, и неконструируемом виде могут быть обнаружены еще на ранних уровнях развития ребенка, однако активное конструирование подобных координаций наблюдается лишь на четвертом уровне сенсомоторного периода, что выражается в характерной координации «движений-средств» и «движений достижения цели».

Заметим, что понятие «реципрокной ассимиляции» задано у Пиаже сугубо интуитивно и феноменологически. Пиаже пишет: «...Но над всем этим имеется еще и общая организация, т. е. координация между различными схемами ассимиляции. Как мы видели, эта координация образуется подобно каждой отдельной схеме с тем исключением, что каждая из них поглощает другую в результате реципрокной ассимиляции... Короче говоря, соединение двух циклов или двух схем следует понимать как создание нового целого, замкнутого в себе» [9, с. 142—143]. Таким образом, Пиаже предоставляет читателю самому содержательно определять, что такое взаимокоординация различных схем, пользуясь понятием «ассимиляция» в описанном выше смысле и руководствуясь, по существу, никак не оговоренным термином «реципрокность».

Можно составить целый список возможных взаимоотношений, по Пиаже, между координирующимися схемами (схема как ассимилируемый стимул, схемы, сцепленные во времени, и т. п.), однако это не дает необходимого результата, поскольку в его концепции на нашлось места определению понятия координации. Это представляется не случайным, а вполне закономерным, так как у Пиаже отсутствует идея иерархичности, в рамках которой только и может быть дано определение координации. Однако об этом дальше.

Попробуем теперь, оставив на время вопрос о *содержании* явления координации схем и припав эту координацию всецело как феномен, представить себе то «пространственное поле», которое является *ставшей* действительностью, рождением своим обязанной этим самым координациям.

Пространственное поле — это часть пространства, причем пространства единственного и неизменного, в котором отдельно существуют некоторые тела, обладающие собственным движением, а также собственное тело ребенка, которое он осознает как тело наряду (на-ряду) с другими телами. С этими другими телами он может вступать в отношения действия, однако иные тела вполне «самостоятельны» и не исчезают при отсутствии активности с его стороны.

Каким же образом ребенок за счет координации своих схем действий приходит к такой конструкции мира? Путь этот представляется приблизительно следующим.

Специфическим для ранних уровней развития схем действий, схем, еще по существу не координированных, является нерасчлененность субъекта действия, самого действия и результатов действия. Все характеристики привязаны на этих уровнях к контексту ситуации. «...Нельзя даже говорить о пространстве, общем для различных полей восприятия: здесь имеется столько разнородных между собою пространств, сколько и качественно различных полей (вкусовое, осязательное, визуальное и т. д.)» [7, с. 169].

Вследствие координации схем действия сначала внутри качественно однородного поля (координация между различными схемами «внутри» зрения, «внутри» схватывания и т. д.), а затем и для качественно различных полей происходит «редукция» количества различных пространств. Одновременно идет постепенная объективизация предмета действия. Будучи «участником» действия, включающего координированную работу разнокачественных схем, предмет универсализуется — обретает субстанциональность. Изменяется и сам комплекс координированных схем действий. Они все более и более принимают форму «группы перемещений», со всеми соответствующими группе свойствами. «...Эта последняя (группа перемещений. — А. К.) вырабатывается постепенно и является конечной формой равновесия моторной организации: именно последовательные координации (композиция), возвраты (обратимость), отклонения (ассоциативность) и сохранение позиций (идентич-

ность) постепенно порождают группу как фактор необходимого равновесия действий» [7, с. 169].

Таким образом, к концу сенсомоторного периода моторные схемы ребенка обретают черты, присущие структуре группировки, а окружающий его мир предстает как пространственное поле, «населенное» неисчезающими объектами, поле, которое дано ребенку посредством освоения его с помощью групп перемещений.

В этой строгой на вид последовательности экспериментально подтвержденных доводов имеется, на наш взгляд, существенный дефект. Для того чтобы выявить его, обратимся к одному из основных методологических моментов концепции Пиаже. А именно к вопросу о взаимоотношении логики и психологии или проблеме: «что такое наука психология?» Ответ Пиаже следующий: «Логика — это аксиоматика разума, по отношению к которой психология интеллекта — соответствующая экспериментальная наука».

При таком утверждении, если свойства группировки — это аксиоматика (а Пиаже не оставляет в этом сомнения), а экспериментально выявленное и описанное поведение детей того или иного возраста относится к экспериментальной науке, то имеет место любопытная «несовместимость». Дело в том, что коль скоро содержательно не определена координация схем, то генезис группы перемещений как производного от моторных действий неясен. Но тогда как утверждать, что группы перемещений — это *группы* (т. е. аксиоматика), *соответствующие* реальным действиям (области экспериментальной науки)? Отсутствие анализа механизма координаций подрывает основы концепции, ибо данные опыта (описание) никак *непосредственно* не могут быть соотнесены с чистыми формулами (группировка), а посредствующее звено (принцип координации) содержательно не раскрыто.

* * *

Так как нашей целью является доказательство плодотворности, — а в определенном смысле и необходимости — системного подхода к описанию детской психики, то представляется целесообразным оставить на время критический анализ работы Ж. Пиаже и рассмотреть собственно проблему.

Суть ее в следующем. Если предположить за ребенком некоторую исходную сенсомоторную активность, организованную в виде примитивных схем действий, то в плане исследования развития возникает проблема: каким образом развивающиеся сенсомоторные комплексы приобретают смысловую, поведенческую адекватность. Иначе говоря, основным для невербального поведения является вопрос о предметном (сенсомоторном) обеспечении социальных, целенаправленных поведенческих актов. Он должен исследоваться с двух сторон. Во-первых, относительно общей координационной структуры, в которую складываются отдельные сенсомоторные схемы, составляющие осмысленное поведение.

В этом плане должны быть определены те необходимые черты, без которых координационная структура окажется не в состоянии реализовать собственно смысловое поведение. Во-вторых, должны быть выявлены такие черты самих схем, которые пролили бы свет на координирование как имманентный их природе процесс. Подобное исследование выявило бы, по нашему мнению, достаточное условие существования координированной структуры.

При постановке проблемы нам представляется целесообразным обратиться к работам Н. А. Бернштейна, исследователя, для которого проблема координации моторных функций явилась основой всей системы описания двигательной активности.

Прежде всего следует удостовериться, что объект исследования у Н. А. Бернштейна в основном совпадает с таковым у Ж. Пиаже. Если Пиаже ограничивает сенсомоторный период вторым годом жизни ребенка и венцом этого периода считает формирование понятия «пространственное поле», то у Бернштейна мы читаем следующее: «...следует упомянуть, что класс движений уровня пространственного поля образует собой «потолок» моторных возможностей... у человека в его раннем онтогенезе — приблизительно до второго года жизни...» [1, с. 83]. Буквально «на поверхности» можно видеть предельную близость представлений Бернштейна и Пиаже по поводу «пространственного поля». Вот несколько характерных цитат.

«Самый замечательный по резкому отличию от афферентации предыдущего уровня признак пространственного поля — это его объективность. Оформившееся пространственное поле полностью соотносено к внешнему миру и освобождено от неотрывной связи с собственным телом, которая так сковывает и обесценивает пространственный синтез уровня синергий» [1, с. 82]. «Пространство... отнюдь не пустое: оно заполнено объектами, имеющими размер, форму и массу, и силами, действующими между этими объектами. Эти силы тоже относятся нами к внешним координатам; они исходят от внешних тел и привязаны к ним, а не к нашему телу: мы и силовое поле проецируем во внешнее пространство» [1, с. 83]. Таким образом нет сомнений, что и Пиаже и Бернштейн, говоря об уровне «пространственного поля», имеют в виду одни и те же феномены.

Но тогда в каком смысле решена у Бернштейна проблема координации? Им выявлено *необходимое условие* осуществления любой координации. Этим «условием» является знаменитая «иерархическая система уровней», предложенная Бернштейном: «...двигательный навык есть *координационная структура*, представляющая собой освоенное умение решать тот или иной вид *двигательной задачи*» [2, с. 175].

Итак, координационная структура рождается в решении задачи, а решение это предполагает наличие *иерархической структуры* с ведущим уровнем, фоновыми уровнями, системой коррекций и всеми прочими компонентами, которые представлены в

концепции Бернштейна: «...постепенно, в результате ряда последовательных переключений и скачков, образуется сложная многоуровневая постройка, возглавляемая *ведущим уровнем*, адекватным *смысловой структуре* двигательного акта и реализующим только самые основные, решающие в смысловом отношении коррекции. Под его дирижированием в выполнении движения участвуют далее ряд *фоновых уровней*, которые обслуживают фоновые или технические компоненты движения: тонус, иннервацию и деиннервацию, реципрокное торможение, сложные синергии и т. п.» [1, с. 36].

Представляется целесообразным понимать «реципрокность» Ж. Пиаже, исходя из более общего понятия «координационной структуры» Н. А. Бернштейна: взаимная ассимиляция двух различных схем идет *по основанию*, определенному как *задача*. В этом случае координации вторичных круговых реакций четвертого уровня сенсомоторного периода и задача о нахождении схемы-средства для достижения цели выступают как два имени одного и того же явления. Однако трудность заключается в том, что само понятие «задача» в рамках концепции Пиаже оказывается каким-то странным эпифеноменом. Если Бернштейн, опираясь на данные филогенетического развития и соответствующие случаи патологии, приурочил «уровни построения движений» к тем или иным функциональным структурам, то это значит, что он выявил необходимое условие (иерархичность), без которого движение не будет построено, но это значит также, что должно существовать и некое «*достаточное*» условие. И это «достаточное» условие должно обусловить механизм взаимодействия схем как их *имманентного* свойства. Иными словами, отличие «необходимого» условия от «достаточного» в том, что если иерархическая структура («необходимое» условие) — это *ставшее*, то «достаточное» условие должно быть определено как проблема *становления* координаций.

Имеет место довольно своеобразная ситуация. Бернштейн, поставив проблему координации в непосредственную зависимость от наличия иерархической системы, смог продемонстрировать форму (структуру) координации. Благодаря этому с задачей как смысловой основой действий оказались сопоставлены формы ее воплощения, однако процесс образования самих этих форм — *формообразование* оказался в них снятым, застывшим, как лава. Пиаже, напротив, собственно, и начал с постановки вопроса о преемственности (генезисе) форм. Однако выбранное им исходное понятие — схема, оказалось внутренне не способным проявить свойство координированности и вследствие этого понятие «задача» явилось *внешним* относительно «схемы». Следствием этого и явилась невыевленность иерархичности («необходимого» условия).

В заключение можно сказать, что наиболее интересным результатом применения системного подхода к изучению невербального интеллекта ребенка является, несомненно, построение системы *уровней* развития. В работах Ж. Пиаже эта уровневая система описывается как своеобразная «лестница», устремленная к логической структуре группировки и отражающая эволюцию (данную как последовательность ступеней) логики детского поведения. В работах Н. А. Бернштейна мы имеем по существу также систему уровней, но описывающих уже конкретную форму существования координаций, обеспечивающих сенсомоторную деятельность, логические (интеллектуальные) формулы которой пытался выявить Ж. Пиаже.

Что же касается основных трудностей, то представляется, что они лежат в сфере изучения процесса *формирования* сенсомоторных комплексов. Не формульная (логическая) сторона дела и не состав организмической системы координаций являются камнем преткновения, но *процесс синтеза* (координации) отдельных сенсомоторных схем. Этот процесс должен быть описан не как внешний, а как имманентный. Используя терминологию В. А. Геодакяна, можно сказать, что и Ж. Пиаже и Н. А. Бернштейн сосредоточили свое внимание на «пространстве реализаций» системы поведения. В то же время сам процесс «пересечения» пространства способностей с пространством возможностей системы не является тривиальным. Возникает общий вопрос: возможно ли описание этого процесса в рамках качественного формализма системного подхода? Ответ на него не очевиден.

Думается, что специальный анализ применимости системного подхода к изучению содержательной динамики систем позволит более четко обозначить и истинные границы, и реальные возможности данного подхода применительно к конкретно-научной проблематике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернштейн Н. А. О построении движений. М., 1947.
2. Выготский Л. С. Избранные психологические исследования. М., 1956.
3. Геодакян В. А. Организация всех систем — живых и неживых. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1970. М., 1970.
4. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. М., 1972.
5. Ильенков Э. В. Понимание абстрактного и конкретного в диалектике и формальной логике. — В кн.: Диалектика и логика. Формы мышления. М., 1962.
6. Малиновский А. А. Общие вопросы строения систем и их значение для биологии. — В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
7. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М., 1969.
8. Флейнвелл Д. Генетическая психология Жана Пиаже. М., 1967.
9. Piaget J. The Origins of Intelligence of Children. N. Y., 1952.

АВТОРЫ ВЫПУСКА

АЛЕКСЕЕВ НИКИТА ГЛЕБОВИЧ — кандидат психологических наук, старший научный сотрудник ВНИИТЭ (Москва).

БЛАУБЕРГ ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ — кандидат философских наук, заведующий сектором системного исследования науки Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

ГАСПАРСКИЙ ВОЙЦЕХ — доктор технических наук, заведующий лабораторией методологии проектирования отдела праксеологии Института философии и социологии Польской Академии наук (Варшава).

ГУТНОВ АЛЕКСЕЙ ЭЛЬБРУСОВИЧ — кандидат архитектуры, заведующий отделом перспективных исследований Института генерального плана Москвы (Москва).

КОЗУЛИН АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ — аспирант Института общей и педагогической психологии АПН СССР (Москва).

КУРКИН КОНСТАНТИН АЛЕКСАНДРОВИЧ — доктор биологических наук, Мещерская зональная опытно-мелiorативная станция Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова (п. Солотча Рязанской обл.).

МИЛОВИДОВ ГРИГОРИЙ МИХАЙЛОВИЧ — кандидат философских наук, старший научный сотрудник Института экономики АН УССР (Одесса).

МИРСКИЙ ЭДУАРД МИХАЙЛОВИЧ — кандидат философских наук, старший научный сотрудник сектора системного исследования науки Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

ОЛИЦКИЙ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ — кандидат философских наук, старший преподаватель кафедры философии Северо-Западного политехнического института (Ленинград).

САДОВСКИЙ ВАДИМ НИКОЛАЕВИЧ — доктор философских наук, старший научный сотрудник сектора системного исследования науки Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

СМИРНОВ ГЕОРГИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ — научный сотрудник сектора системного исследования науки Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

СТАРОСТИН БОРИС АНАТОЛЬЕВИЧ — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник сектора системного исследования науки Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

УЕЛОВ АВЕНИР ИВАНОВИЧ — доктор философских наук, профессор, заведующий сектором Одесского филиала Института экономики АН УССР (Одесса).

УРСУЛ АРКАДИЙ ДМИТРИЕВИЧ — доктор философских наук, профессор, заведующий сектором Института философии АН СССР (Москва).

ЦОФНАС АРНОЛЬД ЮРЬЕВИЧ — кандидат философских наук, доцент кафедры философии Одесского политехнического института (Одесса).

ЧАЙКОВСКИЙ АЛЕКСАНДР ВЛАДИСЛАВОВИЧ — ассистент кафедры философии Одесского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета им. И. И. Мечникова (Одесса).

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

И. В. Блауберг	
Целостность и системность	5
А. Д. Уреул	
Общенаучный статус и функции системного подхода	29
В. Гаспарский	
Системная методология. Некоторые замечания о ее природе, структуре и применении	48
Г. А. Смирнов	
К определению целостного идеального объекта	61
А. А. Олицкий	
Целевой анализ и многоцелевые понятия	86

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ НАУКИ

В. Н. Садовский	
Методология науки и системный подход	94
Б. А. Старостин	
Системообразующие факторы в истории науки	112
Э. М. Мирский	
Массив публикаций и система научной дисциплины	133

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ

А. И. Уемов	
Планирование эксперимента и параметрическая теория систем	159
А. В. Чайковский	
Системное композирование и декомпозирование	167
Г. М. Миловидов	
Некоторые принципы аппроксимации общесистемных закономерностей логическими функциями	174
А. Ю. Цоффас	
О парадоксальности в определении понятия «система»	189

ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

К. А. Куркин	
Системный подход в экологическом исследовании	195
А. Э. Гутнов	
Город как объект системного исследования	212
Н. Г. Алексеев	
Типологическая проблематика в изучении целостных образований	237
А. М. Кошулин	
Системный подход в изучении детской психики	250
Авторы выпуска	261

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ежегодник. 1977

Утверждено к печати

*Институтом истории естествознания и техники
АН СССР*

Редактор издательства Л. М. Тарасова
Художественный редактор С. А. Литвак
Технический редактор Ю. В. Рылина
Корректор Н. С. Биргер

Сдано в набор 13/IV 1977 г.
Подписано к печати 2/IX 1977 г.
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага М 1.
Усл. печ. л. 16,5. Уч.-изд. л. 18,1
Тираж 5700. Т-16802. Тип. зак. 2123
Цена 1 р. 20 к.

Издательство «Наука»
117485, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 94а

2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10