

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЕЖЕГОДНИК 1978

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
СИСТЕМНОГО ПОДХОДА**

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД
К ИССЛЕДОВАНИЮ НАУКИ**

**СИСТЕМНЫЕ ИДЕИ
В ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКЕ**

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД
И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЕЖЕГОДНИК

1978



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1978

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

SYSTEMS RESEARCH

YEARBOOK

1978



PUBLISHING HOUSE «NAUKA»
MOSCOW 1978

В десятом выпуске ежегодника «Системные исследования» рассматриваются методологические проблемы системного подхода, возможности использования методов и средств системного подхода для анализа науки и научной деятельности, применение принципов системного исследования в психологии, педагогике, экономической и физической географии и для построения глобальных моделей. Особое внимание уделено анализу роли системных идей в методологии К. Маркса, соотношению между философским принципом системности и системным подходом; в ежегоднике также изложены результаты наукометрического анализа массива советской литературы по системным исследованиям.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**И. В. БЛАУБЕРГ, В. П. ЗИНЧЕНКО, В. Ж. КЕЛЛЕ, Н. И. ЛАПИН,
В. А. ЛЕКТОРСКИЙ, А. А. МАЛИНОВСКИЙ, Б. З. МИЛЬНЕР,
Д. А. ПОСПЕЛОВ, В. Н. САДОВСКИЙ, А. Л. ТАХТАДЖЯН,
А. И. УЕЛОВ, А. Д. УРСУЛ, К. М. ХАЙЛОВ**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск ежегодника «Системные исследования» — десятый по счету. Он подводит определенный итог первому десятилетию работы редколлегии ежегодника и сектора системного исследования науки Института истории естествознания и техники АН СССР, усилиями сотрудников которого готовится это издание.

Семидесятые годы XX в. имели важное значение для становления и развития системных исследований в нашей стране, для признания их роли в современной науке, технике и практической деятельности. Показательными для этого периода были следующие основные процессы: все расширяющийся поток литературы по проблемам системного подхода, системного анализа, общей теории систем и приложению системных идей в самых различных областях науки и техники; создание специализированных системных научно-исследовательских организаций, прежде всего Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований Государственного Комитета СССР по науке и технике и Академии наук СССР; международное научное сотрудничество по указанной проблематике, в частности в рамках Международного института прикладного системного анализа (г. Лаксенбург, Австрия), в работе которого активное участие принимают советские специалисты, а также ряд других явлений.

В развитии современных исследований по системному подходу, системному анализу и общей теории систем ежегодник «Системные исследования» призван выполнить вполне определенные функции — дать анализ философских и методологических оснований системных исследований, раскрыть роль марксистско-ленинской диалектики и, в частности, философского принципа системности для теоретического осознания их специфики и основных особенностей, исследовать становление, природу и концептуальный аппарат системного подхода и общей теории систем, разработать системные представления о науке и научной деятельности. Вы-

полняя эти задачи, редколлегия в 10 выпусках ежегодника опубликовала более 130 статей, написанных более чем 100 авторами. В соответствии с междисциплинарной природой системного подхода авторский коллектив ежегодника состоит по существу из представителей всех основных областей современных общественных, естественных и технических наук.

Завершая первое десятилетие своей деятельности, редколлегия и сотрудники сектора системного исследования науки прекрасно отдают себе отчет в том, как много еще предстоит сделать для выполнения основных задач ежегодника. Конкретная программа работы ежегодника была изложена в «Предисловии» к восьмому выпуску — «Системные исследования — 1976», и редколлегия и впредь будет руководствоваться этой программой.

Интенсивное развитие системной проблематики в последние годы постепенно приводит к важным изменениям дисциплинарной структуры современной науки и техники. Многие факты свидетельствуют о том, что исследования по системному подходу, общей теории систем и системному анализу идут в направлении формирования особой научной дисциплины. Одновременно с этим все шире становится проникновение системных идей в специальные области науки и техники. В этих условиях неизмеримо возрастает роль философского и методологического анализа системных исследований. Редколлегия выражает твердую уверенность в том, что ежегодник «Системные исследования» сможет внести дальнейший вклад в разработку этих проблем.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТИ, СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

В. Н. САДОВСКИЙ

В обширном комплексе методологических проблем, связанном с развитием современных системных исследований, имеется ряд ключевых вопросов, к обсуждению которых исследователи — философы и специалисты конкретных наук — возвращаются вновь и вновь. Это вопросы о взаимоотношении диалектики и методов исследования систем и структур, о статусе и способах построения общей теории систем, о природе системного подхода и формах реализации его принципов и т. п. Необходимость постоянного возвращения к теоретическому осмыслению этих вопросов вызвана прежде всего тем, что по мере прогресса специальных системных исследований открываются их новые аспекты и стороны. Сказанное особо справедливо для периода современной научно-технической революции, когда в орбиту системных исследований интенсивно вовлекаются все новые и новые области науки, техники и практической деятельности.

Из названных ключевых проблем методологии системного исследования мы в настоящей статье остановимся на следующих двух: 1) взаимосвязь диалектики и системного подхода, философский принцип системности и системный подход как существенно различные по своему методологическому уровню формы теоретической рефлексии о характере, специфике и основных особенностях системных исследований; 2) статус общей теории систем, системный подход и общая теория систем как особые формы внутринаучной рефлексии о системных исследованиях.

ДИАЛЕКТИКА И МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ. ПРИНЦИП СИСТЕМНОСТИ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

В результате первых, более или менее систематических попыток анализа предпосылок и основных проблем системных исследований, проведенных на основе диалектико-материалистических

философских принципов, в конце 60-х годов было сформулировано понимание *системного подхода как методологической концепции*, как одного из «трех крупных методологических направлений, связанных с изучением системных объектов» (наряду со структурно-функциональным анализом и структурализмом) [5, с. 17], как определенного «научно-исследовательского подхода» [5, с. 8], имеющего междисциплинарный характер и направленного на разработку «новой общенаучной стратегии» исследования целостных объектов (см. [3, с. 44]).

При такой трактовке системного подхода наиболее существенными были два момента: во-первых, фиксация междисциплинарной и общенаучной природы системного подхода и, во-вторых, вынесение его за рамки собственно философского знания. Последний момент, в частности, выражался в том, что в названных работах при выделении основных направлений развития современных системных исследований в качестве одного из таких направлений называлась «философская проблематика системного подхода» [3, с. 15], или «разработка философских проблем системного подхода», формирование «общих (мировоззренческих) принципов системного анализа» [4, с. 17]. В этом отношении, следовательно, системный подход не отличается от кибернетического, семиотического и других подходов, имеющих междисциплинарный характер.

Такое понимание системного подхода опиралось на убеждение в том, что современное методологическое знание не представляет собой некое однородное, гомогенное образование. Бурному развитию науки в XX в., усложнению ее структуры, существенному увеличению в ней роли теоретического, абстрактного рассуждения, широкой математизации и формализации современной науки и т. п. сопутствовал интенсивный процесс дифференциации методологического знания, разработки наряду с общеполитическими методологическими принципами конкретно-научных методологических понятий и концепций. Эта новая ситуация в методологии науки была подвергнута анализу в [13], [7, с. 65—84] и в других работах, в результате чего было выделено четыре основных уровня современного методологического знания.

1. Уровень *философской методологии* — анализ общих принципов познания и категориального строя науки в целом. Эта сфера методологии представляет собой раздел философского знания и разрабатывается специфическими для философии методами.

2. Уровень *общенаучных методологических принципов и форм исследования*, куда включаются как содержательные общенаучные концепции (методологические принципы кибернетики и т. д.), так и формальные методологические теории (логика науки, разрабатываемая на основе применения аппарата математической логики, и т. д.). Общенаучный характер методологических концепций второго уровня методологии по сути дела означает их междисциплинарную природу, т. е. их применимость для различных областей науки, на стыках традиционных дисциплинарных

члепений и принципиальную возможность перенесения средств и методов таких концепций из одной области научного или технического знания в другие. Поскольку общенаучные методологические концепции не претендуют на решение мировоззренческих, общепhilosophических задач, их разработка осуществляется в сфере нефилософского знания, а именно — в рамках современной логики и методологии науки.

3. Уровень *конкретно-научной методологии*, на котором анализируются методы, принципы и процедуры исследования, применяемые в специальных научных дисциплинах. Основная задача этого уровня методологии — выявление и описание совокупности методологических приемов и принципов, специфических для той или иной дисциплины — физики, биологии, химии, психологии, социологии и т. д., и эта задача решается в рамках этих дисциплин в результате деятельности методологически ориентированных исследователей.

4. Уровень *методики и техники исследования* — описание способов получения релевантной информации, условий проведения экспериментов, учета погрешностей, методов обработки экспериментальных данных и т. д. Методологическое знание на этом уровне смыкается с методическими требованиями и регламентациями. Как правило, такие регламентации тесно связаны со спецификой той или иной научной дисциплины и их разработка осуществляется в рамках конкретно-научного знания (подробнее об уровнях методологии см. [7, с. 68—72]).

Это разграничение уровней современного методологического знания позволило уточнить ранее сформулированное понимание статуса системного подхода и его отношения к философской методологии — диалектике. Такое уточнение было проведено в начале 70-х годов (см. [12], [7, с. 76—78, 92—99], [19, с. 44—50] и другие работы). При этом принципиальное положение о нефилософском характере системного подхода осталось без изменений: «системный подход не может быть отнесен как таковой к уровню философской методологии: сам по себе он не связан непосредственно ни с разработкой мировоззренческой проблематики (на что справедливо указывалось в работе [12]), ни с выполнением функции философской критики форм и принципов научного познания» [7, с. 77]; «системные исследования представляют собой одну из быстро развивающихся сфер современного конкретно-научного познания; их теоретическое описание в рамках системного подхода или общей теории систем также ограничено проблемами специально-методологического порядка и ни в коей мере не может претендовать на противопоставление и тем более на замену философской методологии» [19, с. 48].

В рамках такого общего понимания статуса системного подхода идея различных уровней методологии дала возможность охарактеризовать системный подход не только негативно (как нефилософскую методологию), но и позитивно (как общенаучное,

междисциплинарное методологическое знание). В соответствии с этим системный подход оказывается особым предметом исследования на втором из указанных нами уровней методологии, т. е. на уровне общенаучных методологических принципов и форм знания. Принципы системного подхода, таким образом, имеют большую общность, чем методологические утверждения, формулируемые и применяемые в конкретных областях научного и технического знания, но они при этом не выходят за рамки специально-научного знания и тем самым не претендуют на философскую общность.

Разграничение уровней методологии позволяет не только выделить различные типы методологического анализа, но и установить взаимосвязь между ними. В частности, оно предполагает, что философская методология — диалектика имеет основополагающее значение для любых форм методологического знания. Важным условием такого разграничения является также тезис о преимущественном влиянии методологии более общего уровня на уровни методологии, имеющие дело с менее обобщенными методологическими утверждениями. Так, например, общенаучные принципы и, в частности, системный подход оказывают несомненное воздействие на формирование методологического знания на уровне конкретно-научной методологии и на уровне методики и техники исследования. Учет этих связей между уровнями методологии дает возможность построить более детальную картину взаимоотношения диалектики и системного подхода, что и было осуществлено в упомянутых работах [7, 19 и др.] в начале 70-х годов. В этих работах утверждалось, что «системно-структурные принципы, оставаясь формой внутринаучной рефлексии, в своих философских основаниях всецело зависят от уровня философской методологии, причем ... наиболее адекватным фундаментом для них является философская методология диалектического материализма, развитие которой, собственно, и создало благоприятный «философский климат» для выдвижения и распространения этих принципов» [7, с. 98]. Таким образом, «диалектика является основой системно-структурной методологии, ее философским базисом; в свою очередь развитие системно-структурной методологии способствует обогащению и конкретизации методологического потенциала диалектики в тех ее разделах, которые связаны с философско-методологическими характеристиками сложноорганизованных объектов действительности — систем и структур» [7, с. 99].

Такое понимание взаимоотношения диалектики и системного подхода базировалось, в частности, на том, что философские идеи системности, целостности, структурности, универсальности и многообразия форм связи и т. д. «органически присущи диалектическому методу и пронизывают все его важнейшие понятия и принципы. Эти идеи лежат в основе и метода восхождения от абстрактного к конкретному, и принципа единства логического и исторического, и в диалектическом требовании при исследовании

объекта выявлять координацию и субординацию его связей, определять специфические связи анализируемого объекта, и в принципе единства генетического и структурного анализа и т. д.» [19, с. 48]. Эти же идеи, взятые с точки зрения их конкретно-научного содержания, «разрабатываются в рамках системного подхода и общей теории систем» [19, с. 48]. На этой основе был сформулирован общий вывод: «как системный подход не вправе претендовать на решение философских проблем метода научного познания, так и диалектика не стремится подменить собой конкретно-научную проблематику системного подхода и общей теории систем» [19, с. 48].

Изложенное понимание статуса системного подхода и его взаимоотношения с диалектикой, как нам представляется, достаточно полно учитывает и принципиальное для марксистской философии утверждение о примате философской методологии над другими формами методологического знания, и современный уровень теоретического осознания сущности и специфики методов системного подхода. Как мы уже отмечали, это понимание нашло широкое отражение в советской методологической литературе и, в частности, оно представлено во многих статьях ежегодника «Системные исследования», особенно в его последних выпусках.

Вместе с тем необходимо признать, что в той форме, в какой эта концепция была выражена в начале 70-х годов, она носила достаточно общий характер, некоторые ее положения не были подкреплены конкретным анализом, например, роли принципа системности в философской методологии и т. п. Это, по-видимому, явилось одной из причин того, что на страницах советской философской и методологической литературы вот уже добрый десяток лет не утихает (порой весьма резкая) дискуссия о системном подходе и его взаимоотношении с диалектикой. В этой дискуссии поднят большой круг проблем, из которых мы в данной статье рассмотрим только две, имеющие самое непосредственное отношение к изложенному и защищаемому нами пониманию статуса системного подхода.

1. В конце 60-х годов, по-видимому впервые в литературе, было высказано утверждение, что некоторые сторонники системного подхода, стоящие на марксистских философских позициях, пытаются подменить диалектику системным подходом, общей теорией систем, системной методологией или аналогичными концепциями. И хотя сразу же было показано, что это утверждение — результат очевидного недоразумения [6, с. 67], тезис о подмене диалектики системным подходом столь же бездоказательно воспроизводится вплоть до настоящего времени. Нам, однако, не известна ни одна работа автора-марксиста, содержание которой, хотя бы объективно, т. е. независимо от собственных устремлений ее автора, давало бы основание считать, что в ней происходит такая подмена. Что же касается явным образом сформулированных марксистских представлений о системном подходе, то ни в той

концепции, которую мы излагаем в настоящей статье и в которой диалектика и системный подход относятся к разным уровням методологии, ни в других концепциях, в которых системный подход рассматривается как органическая часть диалектики, как «одно из важнейших методологических требований марксистско-ленинской диалектики» [2, с. 99], «как одна из граней диалектико-материалистического мировоззрения, марксистско-ленинской теории и методологии» [10, с. 246], феномена подмены диалектики системным подходом просто не существует. Сама постановка такого вопроса бессмысленна, потому что для марксиста философия не может быть подменена специально-научным знанием. Тем не менее, даже трудно понять по каким причинам, опасения о подмене диалектики системным подходом все время высказываются в литературе.

2. Второй вопрос, поднятый в дискуссии по проблемам системного подхода и на рассмотрении которого мы сейчас остановимся, является гораздо более серьезным и глубоким. По мере развертывания системных исследований в Советском Союзе (о динамике и размахе этого движения см. [8]) естественным образом встал вопрос об оценке роли системных идей в историческом развитии философии. Среди теперь уже достаточно большого числа попыток ответить на этот вопрос (см., например, [1, 14, 15, 31] и др.) мы обратим внимание прежде всего на работу [14], в которой интересующий нас в данном случае вопрос об оценке вклада системных идей в философию нашел, пожалуй, наиболее резкое выражение.

Анализируя роль системного подхода в диалектике Гегеля, автор работы [14] пришел к выводу, что «вся совокупность категорий гегелевской логики есть не что иное, как категориальный строй системного подхода» [14, с. 98]. Такое утверждение, естественно, возможно лишь при вполне определенном понимании системного подхода, которое в рассматриваемой статье зафиксировано вполне однозначно: «Системность — наиболее важная черта диалектического метода» [14, с. 96], «противоречие между диалектическим методом и идеалистической философской системой в интересующем нас аспекте (анализе философии Гегеля. — В. С.) предстает как противоречие между системно-диалектическим подходом и системой идеализма» [14, с. 96]. На протяжении всей этой работы понятия «диалектика» и «системный подход» по сути дела употребляются как синонимы — автор, например, говорит о «диалектической, системной точке зрения» [14, с. 98], о «системном, т. е. диалектическом, подходе» [14, с. 103]. При такой интерпретации системного подхода тезис о тождестве категориального строя гегелевской логики и системного подхода не может вызвать каких-либо возражений. Однако насколько оправдана такая интерпретация?

Можно показать (и это убедительно сделано, в частности, в [15]), что философские идеи системности, целостности, структурности и т. д. сыграли существенную роль в истории философской

мысли. Для примера сошлемся на монадологию Лейбница, которую многие исследователи склонны рассматривать как первую грандиозную попытку построения универсальной теории целостности [25, с. 196—197]. Мир монад — это не механическая сумма или агрегат индивидов, а целое, или система; он содержит в себе особый закон порядка, который каждому индивиду указывает строго определенное место в системе, т. е., иначе говоря, мир монад есть вполне упорядоченная система. В описании Лейбницем этого мира легко усмотреть предвосхищение ряда методологических принципов системного исследования, например тезиса об иерархическом строении любой системы («Всякую часть материи можно представить наподобие сада, полного растений, и пруда, полного рыб. Но каждая ветвь растения, каждый член животного, каждая капля его соков — есть опять такой же сад или такой же пруд» [11, с. 356]); требования построения различных проекций системы для получения адекватного знания о ней («И как один и тот же город, если смотреть на него с разных сторон, кажется совершенно иным и как бы перспективно умноженным, таким же точно образом, вследствие бесконечного множества простых субстанций, существует как бы столько же различных миров, которые, однако, суть только перспективы одного и того же мира, соответственно различным точкам зрения каждой монады» [11, с. 352]); тезиса о взаимообусловленности причинного и целенаправленного описания функционирования системы («Я даже думаю, что многие действия природы могут быть доказаны двояким путем, именно — отправляясь от действующей причины, а затем — отправляясь от конечной причины... То и другое хорошо, то и другое может быть полезным... И тем авторам, которые следуют этими различными путями, не следовало бы враждовать друг с другом... Было бы лучше соединить ту и другую точки зрения» [11, с. 83—84]); и некоторых других (подробнее об этом см. [31]). Можно ли на этой основе утверждать, что категориальная структура монадологии Лейбница есть не что иное, как категориальный строй системного подхода в его современном понимании? Мы считаем, что такое утверждение было бы модернизацией, как модернизацией (во всяком случае в терминологическом плане) является приведенное ранее аналогичное утверждение о диалектике Гегеля.

Важный вклад в рассматриваемую нами дискуссию советских специалистов по проблемам системности был внесен, по нашему мнению, в книге [10], которая существенным образом восполнила имеющийся в нашей литературе пробел в анализе роли и способов реализации принципа системности в теории и методологии К. Маркса. Автор этой работы, для того чтобы избежать опасности модернизации, сознательно абстрагировался от современных споров вокруг системного подхода, общей теории систем и системного анализа и в исходном пункте своего исследования принял историческую, марксоведческую позицию. При этом принцип системности понимается им как философский принцип: «Принцип

системности означает, что явление объективной действительности, рассмотренное с позиций закономерностей системного целого и взаимодействия составляющих его частей, образует особую гносеологическую призму, или особое «измерение» реальности» [10, с. 10]. В соответствии с этим в книге обстоятельно раскрыты многие аспекты марксова учения о системности: специфика системного знания (переход от предметного к системному, а затем к метасистемному знанию), природа системного бытия и системных качеств, предпосылки и закономерности становления общества как социальной системы, развитие системных оснований и структур социального «организма», системные критерии управления обществом и многие другие. В итоге автор пришел к следующему общему выводу, доказательству которого по сути дела посвящена вся книга: *«Марксистская теория и методология включают в себя принцип системности в качестве одного из важнейших компонентов»* [10, с. 20].

Кроме решения своей основной задачи, содержание этой работы позволяет также, по нашему мнению, разрешить некоторые существенные спорные моменты в современной дискуссии по проблемам системного подхода, в частности дать адекватную интерпретацию тезису о тождестве диалектики Гегеля и категориального строя системного подхода.

В результате проведенного нами анализа становится совершенно очевидным, что понятие *«системный подход»* употребляется в настоящее время в литературе по крайней мере в двух существенно различных смыслах: во-первых, как *общенаучная, междисциплинарная методологическая концепция*, не выходящая за рамки специально-научного знания и поэтому не претендующая на философскую общность, и, во-вторых, как *философская методология*, что в рамках марксизма означает диалектику или во всяком случае одну из ее существенных граней, частей и т. д. С учетом этого различия исчезает основной предмет спора между разными интерпретациями (в марксистской литературе) сущности системного подхода и его отношения к диалектике. Действительно, если системный подход трактуется как философская методология, как существенная грань диалектического метода, то тогда вполне естественно, что во многих эпизодах истории философии, прогрессивно развивающейся в направлении создания диалектико-материалистической философии, были реализованы многие аспекты интерпретируемого таким образом системного подхода, который — в этом его понимании — нашел свое выражение у Спинозы и Лейбница, Шеллинга и Гегеля и высшим выражением которого является философия марксизма. Если же, однако, системный подход трактуется как определенная междисциплинарная специально-научная методологическая концепция, то его истоки не уходят в глубь веков; он зарождается лишь в конце XIX — начале XX в., развивается в форме различных вариантов общей теории систем, системного анализа, многочисленных си-

стемных разработок в современной науке и технике и относится к системному подходу в первом смысле как специальное методологическое знание к философской методологии. Более того, с учетом этого различения рассмотренные нами интерпретации системного подхода являются не противоположными друг другу, а хорошо согласуются между собой.

Вместе с тем мы считаем, что придание термину «системный подход» нескольких разных значений не оправдано. «Подход» («научно-исследовательский подход») — это понятие нефилософское; в философии принято говорить о «методах», «фундаментальных принципах исследования», об «основных способах формирования знания», а не о «подходах». Поэтому термин «системный подход» (как обозначение определенной междисциплинарной методологической концепции), введенный в философскую литературу в последнее десятилетие, нецелесообразно переносить, кардинально изменив его значение, в сферу философской методологии, где это понятие исторически никогда не употреблялось и где для обозначения соответствующего содержания используются традиционно философские термины — «принцип системности», «системный метод» (именно так в основном и сделано в работе [10]).

Теперь мы можем подвести итоги проведенного в этом разделе статьи рассмотрения статуса системного подхода и его взаимоотношения с марксистской диалектикой. Философские идеи системности, целостности, структурности, универсальности связей объектов действительности и т. д., объединенные в рамках *принципа системности*, представляют собой важный аспект философской методологии, существенную грань диалектического метода. Развитие этого принципа в ходе прогрессивного движения философского знания еще во многом предстоит проследить и детально исследовать, но уже сейчас можно уверенно утверждать, во-первых, что принцип системности органически присущ материалистической диалектике в качестве ее важнейшей стороны или грани, и, во-вторых, что философский принцип системности имеет фундаментальное методологическое значение для построения всех других форм теоретической рефлексии (специально-научного характера) относительно системных исследований. В соответствии с этим *системный подход* как общенаучная, междисциплинарная методологическая концепция в качестве своей философской основы базируется на принципе системности, а свою основную задачу усматривает в разработке специально-научных методологических понятий, методов и способов системного исследования объектов; по мере решения этой задачи он способен оказывать воздействие (как показывает практика, — весьма существенное) на решение актуальных научных, технических, производственно-практических и других социальных задач.

**РАЗЛИЧНЫЕ ФОРМЫ ВНУТРИНАУЧНОЙ РЕФЛЕКСИИ
О СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ**

Другой группой методологических вопросов системного исследования, интенсивно обсуждаемых в последнее время в марксистской литературе, являются проблемы статуса *общей теории систем* и методов построения такой теории. При всем многообразии различных интерпретаций общей теории систем, в подавляющем большинстве случаев задачи этой теории не выводятся за рамки обобщенного конкретно-научного знания и связанных с таким знанием нефилософских форм методологии. Поэтому проблема статуса общей теории систем по сути дела оказывается проблемой установления взаимосвязи между различными формами внутринаучной рефлексии о системных исследованиях, прежде всего взаимосвязи между системным подходом, как он был определен в предшествующем разделе статьи, и общей теорией систем.

Современные системные исследования — это обширный комплекс научных, технических и организационно-управленческих задач и специфических — конкретно-научных способов их решения. Именно такое понимание системных исследований изложено во многих статьях ежегодника «Системные исследования», а также в работах [7, 19] и др. Представляя, таким образом, определенную область современной науки и техники, системные исследования как одна из форм научно-технической деятельности нуждаются, вне всякого сомнения, в своем теоретическом обосновании. Философским основанием системных исследований, как мы уже об этом говорили, является диалектика, в частности философский принцип системности. Наряду с этим системные исследования нуждаются во внутринаучном обосновании, и в этой связи как раз и встает вопрос о системном подходе, общей теории систем, системном анализе и аналогичных формах внутринаучной рефлексии о системных исследованиях.

Вполне естественно, что столь сложный и многогранный феномен, каким выступают для нас современные системные исследования, не может быть всесторонне описан и донесен до сознания ученого и инженера в какой-либо одной теоретической форме. Обе названные задачи — описание теоретической структуры системных исследований и представление теории системных исследований научному сообществу — предполагают определенную иерархию форм теоретического осознания специфики, средств и методов системных исследований. Такое осознание в XX в. действительно развивается в виде множества различных, дополняющих друг друга, иногда пересекающихся, в некоторых случаях даже противоречащих друг другу и т. п. *внутринаучных теоретических системных концепций*.

Учитывая это многообразие, мы можем теперь внести еще одно уточнение в изложенное в данной статье понимание систем-

ного подхода. Системный подход, как было сказано ранее, это общенаучная, междисциплинарная системная методологическая концепция, однако системный подход как таковой не исчерпывает всей конкретно-научной методологической проблематики системных исследований. По отношению к методологии системных исследований в целом системный подход осуществляет лишь вполне определенные функции, из которых главными мы считаем следующие три:

1. Системный подход — это обобщенное конкретно-научное выражение методологических принципов, понятий и методов системных исследований, своего рода форма исторического (изменяющегося по мере развития научного знания) осознания общих особенностей методологии исследования систем, которая отнюдь не исключает, а, наоборот, предполагает необходимость дальнейшего специального теоретического анализа его понятий и методов (например, логики системного исследования, метатеории системных концепций и т. д.).

2. Системный подход — это такая форма представления общенаучной методологии системных исследований, с помощью которой научное сообщество воспринимает конкретно-научную системную проблематику и в случае соответствия установок этой методологии целям и задачам научного сообщества начинает вести свою научную работу в русле идей системного подхода (явная апелляция к системному подходу находит свое выражение даже в заглавиях соответствующих работ: см., например, [16, 20]).

3. Выполняя названные две функции, системный подход по сути дела выступает как одна из форм реализации принципов диалектики, в частности философского принципа системности, в конкретно-научном и техническом познании.

Обратим внимание на то, что специфика названных функций такова, что для их реализации системный подход постоянно нуждается в метатеоретическом анализе проблем методологии системного исследования (действительно, обобщение методов системного исследования возможно лишь тогда, когда мы все время пополняем материал, подлежащий обобщению; научное сообщество сможет найти в системном подходе некоторые «подсказки» для решения стоящих перед ним проблем только в том случае, когда в соответствующем описании методологии системного исследования будут учтены все последние достижения в этой области). Поэтому способом существования и развития системного подхода является его органическая взаимосвязь с другими формами внутринаучной рефлексии о системных исследованиях.

Одну из таких форм, на наш взгляд, и представляет общая теория систем. В наших предшествующих работах, и прежде всего в [19], изложено понимание общей теории систем как *метатеории различных системных концепций, разработок, специализированных теорий систем*. Такое понимание, которого, впрочем, придерживаемся не только мы, но и многие другие авторы (см., напри-

мер, [27, с. 10; 28, с. 10] и другие работы), не только позволяет провести четкое различие между задачами специализированных теорий систем и целями и проблемами общей теории систем, но и дает возможность, что нас, в частности, интересует в данном случае, более конкретно понять взаимоотношения различных форм теоретического осознания специфических особенностей системных методов исследования. Кроме того, трактовка общей теории систем как системной метатеории снимает очевидную неопределенность различных проектов создания такой теории, выдвинутых в свое время Л. фон Берталанфи, К. Боулдингом, У. Росс Эшби и некоторыми другими (см. [19, с. 62—71]).

Дело в том, что любая научная теория, описывающая определенный класс объектов, является общей, универсальной в том смысле, что если эта теория удовлетворяет принятым научным сообществом стандартам теоретического построения, то знание о любом объекте из этого класса содержится в данной теории. В этой связи характеристику «общая», «универсальная» можно с полным правом отнести к любому варианту теории систем — как к тем, которые существуют в настоящее время (например, теориям систем Л. фон Берталанфи, М. Месаровича, О. Ланге, Дж. Клира, Л. Заде, Р. Калмана, А. И. Умова, Ю. А. Урманцева и многих других), так и к тем, которые — в этом нет оснований сомневаться — будут построены в будущем. Однако в силу сказанного прилагательное «общая» — применительно к любому варианту теории систем — никакого дополнительного смысла, т. е. никакой дополнительной общности, данному варианту теории систем не придает. Если эта теория систем решает стоящие перед ней теоретические задачи, то она является общей для данного класса объектов и ее общность состоит в том, что она есть теория. Условимся называть универсальность (общность) любой теории систем, поскольку она является теорией, *универсальностью в первом смысле*.

Теоретики системных исследований, выдвигавшие различные проекты построения общей теории систем (начиная с А. А. Богданова — через Л. фон Берталанфи, М. Месаровича, Л. Заде и т. д. — вплоть до самых современных программ на этот счет), обращают внимание, однако, на соотношение по степени общности между разными системными теориями. По их мнению, наряду со специализированными теориями систем, такими, как теория кибернетических систем, теория биологических систем, теория автоматов, теория организационных систем и многими другими аналогичными концепциями должна быть построена некая общая теория систем, объединяющая первые и формулирующая системные принципы, приложимые ко всем возможным системам. Такая теория, если она будет создана, окажется, конечно, универсальной в первом смысле; кроме того, по мнению названных теоретиков, она должна быть еще *универсальной и во втором смысле*, т. е. содержать всю фундаментальную информацию об общих свой-

ствах, отношениях и связях всех существующих и возможных систем. В такой постановке проблемы общей теории систем мы усматриваем явную некорректность.

То, что различные теории систем могут различаться по степени их общности,— это, конечно, факт бесспорный. Не подлежит сомнению, например, что по сравнению с общей теорией систем Л. фон Берталанфи, которая по сути дела представляет собой лишь определенное обобщение теории открытых систем, т. е. обобщение теории только одного класса систем, и математическая теория систем М. Месаровича, и параметрический вариант теории систем, развитаемый А. И. Уемовым, и другие аналогичные построения являются более общими, охватывающими значительно более широкие классы системных объектов. Однако можно ли утверждать, что такие теории содержат всю фундаментальную информацию о системах, т. е. что они являются общими, универсальными во втором смысле?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, необходимо учесть, что системы — это не только те или иные материальные образования. Наряду с материальными системами существует большое многообразие абстрактных, идеальных систем. Системами, в частности, являются научные теории, логические и математические исчисления, относительно самостоятельные этапы научного исследования (например, эмпирическое исследование) и, наконец, методология науки в целом и ее отдельные области, например методология системного исследования. Поэтому требование формулирования в общей теории систем всей фундаментальной информации о всех возможных системах означает, что такая теория должна давать обобщенное знание не только о всех видах и типах материальных систем, но и знание об идеальных, концептуальных системах, в том числе и о методологии системного исследования. В таком понимании общая теория систем выходит за рамки конкретно-научного знания и ее проблематика по крайней мере должна пересекаться с проблемами философского анализа систем. Именно в таком синкретическом объединении задач конкретно-научного и философского, методологического исследования мы и видим некорректность рассматриваемых программ построения общей теории систем.

Действительно, весь опыт развития философии и науки убедительно показывает, что, хотя эти две сферы человеческого познания органически взаимосвязаны, каждая из них функционирует и развивается по своим собственным законам и их эклектическое объединение ничего, кроме теоретической путаницы, породить не может. Поэтому и при исследовании систем задачи философского системного анализа и задачи построения теории систем относительно независимы друг от друга. Отсюда следует принципиальная неосуществимость рассматриваемых проектов построения общей теории систем. В той мере, в какой при реализации этих проектов затрагивается философская проблематика

системного исследования, такие теории по сути дела представляют собой развитие философского принципа системности, и их построение должно осуществляться методами и средствами философского исследования. Однако и в этом случае ни сам по себе философский принцип системности, ни те или иные его дальнейшие уточнения и конкретизации не содержат в себе всю фундаментальную информацию о системах, так как здесь мы имеем дело только с философской проблематикой системного исследования, и поэтому не можем вторгаться в сферу конкретно-научного знания о системах. Аналогичным образом если задачи общей теории систем все же ограничить обобщенным конкретно-научным знанием о системах, то и в этом случае общая теория систем не содержит всю фундаментальную информацию о системах, так как при таком ее понимании она не включает в себя философского анализа системных исследований. Таким образом, универсальность во втором смысле принципиально недостижима в общей теории систем.

Этот вывод находит свое подтверждение и в реальной практике осуществления различных программ построения общей теории систем. Большинство из них имеет своим результатом то или иное обобщение определенных фрагментов специального знания о системах, которое строится, как правило, в математической форме и не выходит за рамки конкретно-научного знания (наиболее яркими примерами в этом отношении могут служить теории систем М. Месаровича, О. Ланге, Дж. Кэлира, А. И. Умова, Ю. А. Урманцева и др.). В некоторых случаях под общей теорией систем имеют в виду прежде всего философскую проблематику системного исследования (это характерно главным образом для западных авторов), но, не говоря уже о том, что так понимаемая общая теория систем не способна дать обобщенное знание о конкретных, специальных системах, само употребление термина «общая теория систем» для обозначения соответствующей области философского исследования по меньшей мере не оправдано терминологически. Наконец, когда в программах построения общей теории систем синкретически объединяют философско-методологические и специально-научные задачи (примером этого является «общая теория систем» Л. фон Берталанфи), фактически нереализуемыми оказываются ни те, ни другие цели, и такие программы справедливо подвергаются резкой критике как с философской, так и с конкретно-научной точки зрения.

Учитывая сказанное, мы считаем необходимым — при решении вопроса о статусе общей теории систем — отказаться от требования, чтобы эта теория была универсальной во втором смысле. В таком случае, определяя специфику общей теории систем, мы можем или видеть цель этой теории в получении все более обобщенного знания о различных конкретных системах (и в результате получать разные варианты теории систем, которые будут различаться между собой и по степени их общности), или же

перенести задачу обобщения из плоскости содержательных утверждений о конкретных системах в плоскость схем и принципов построения теоретического знания о системах и считать основной целью этой теории построение системной метатеории. В принципе оба эти пути вполне допустимы, однако ряд соображений заставляет нас предпочесть второй путь.

Основные возражения против отождествления общей теории систем с каким-либо обобщенным вариантом теории систем мы сформулировали ранее: такая теория не может содержать всю фундаментальную информацию о всех возможных системах, и максимально, что она может достигнуть, — это построение более общего по сравнению с какими-либо другими теориями систем знания о системах. В силу этого все теории систем, описывающие те или иные классы систем, принципиально не различаются между собой — некоторые из них могут быть более общими, чем другие, но ни одна из них не может быть действительно общей теорией систем. В то же время если считать задачей общей теории систем построение системной метатеории, то такая теория, по крайней мере в принципе, должна содержать знание о способах построения всех возможных системных теорий, и в этом смысле она способна более полно реализовать цель общей теории систем. В системной метатеории мы получаем обобщение второго уровня — не только знания о конкретных системах, но и принципов построения системных теорий. Поэтому, хотя такая теория, конечно, также не может содержать всей фундаментальной информации о всех возможных системах, она все же по сравнению с различными обобщенными вариантами теории систем ближе стоит к тому, чтобы выполнять функции общей теории систем.

Программу построения общей теории систем как *системной метатеории* мы сформулировали в работе [19], где также ответили на ряд критических замечаний, высказанных в адрес такой трактовки общей теории систем [19, с. 195—203]. В последнее время, однако, в печати были опубликованы новые критические аргументы, краткий анализ которых даст нам возможность четче изложить предлагаемую интерпретацию общей теории систем.

В рецензиях на работу [19] М. В. Попович [17], В. М. Солнцев [21], П. Ф. Йолон [9] и некоторые другие отмечали, что в книге [19] нам не удалось провести последовательную метатеоретическую позицию при рассмотрении системных проблем, что предложена скорее метатеоретическая программа, чем реально создана системная метатеория, и т. п. В основном все эти замечания совершенно справедливы, и мы их с благодарностью принимаем. Существенный вопрос, однако, состоит в том, что понимать под метатеорией вообще и системной метатеорией в частности. Когда, например, А. Бендман, цитируя Л. фон Берталанфи, утверждавшего, что теория открытых систем имеет не только научное, но и метанаучное значение, делает отсюда вывод, что Л. фон Бер-

таланфи рассматривал предлагаемую им общую теорию систем как метанаучную теорию [26, с. 226], нам представляется, что этот вывод не обоснован. Когда мы говорим, что нечто имеет не только научное, но и метанаучное значение, то мы тем самым утверждаем, что это нечто имеет определенный, выходящий за рамки науки, т. е. философский, смысл. Теория открытых систем, несомненно, имеет определенное философское значение, но иметь философское значение и быть метатеорией — это вещи существенно различные. Метанаучное знание является научным, а не философским знанием; метанаучный же смысл некоторой теории — это ее философское значение. Поэтому, по крайней мере в приведенном утверждении Л. фон Берталанфи, отсутствует тезис о том, что общая теория систем представляет собой системную метатеорию. Можно сказать и более определенно — такая трактовка общей теории систем вообще не соответствует тому пониманию этой теории, которое было выдвинуто Л. фон Берталанфи (по этому поводу см. [19, с. 62—71, 163—184]).

Интересные соображения об интерпретации общей теории систем как системной метатеории высказаны В. М. Солнцевым. Он считает, что «по-видимому, трактовка общей теории систем только как метатеории в указанном смысле (т. е. устанавливающей принципы построения специальных системных теорий.— В. С.) несколько сужена» [21, с. 78]. Основание для этого утверждения В. М. Солнцев усматривает в том, что, «поскольку общая теория систем не может обойтись без общего понятия системы (и соответствующего «системного» понятийного аппарата), эта теория неизбежно должна включать и обобщенное знание о системах вообще, которое в абстрактной форме должно отражать существенные свойства любой системы любого класса» [21, с. 78]. Несомненно, что в системной метатеории должно быть сформулировано общее понятие системы и разработан соответствующий «системный» понятийный аппарат. Также очевидно, что при разработке принципов построения различных специализированных теорий систем мы не можем абсолютно абстрагироваться от тех конкретных систем, которые описываются в таких теориях. Однако из этого, на наш взгляд, не следует, что системная метатеория должна в абстрактной форме отражать существенные свойства любой системы любого класса. Впрочем, с этим, по-видимому, согласен и В. М. Солнцев, который считает, что в силу того, что системная метатеория не в состоянии этого сделать, нельзя отождествлять с ней общую теорию систем. Но ведь эта задача — отразить в теории существенные свойства любой системы любого класса — и есть по сути задача достижения универсальности во втором смысле, и именно потому, что такой универсальности не может достичь ни одна теория, мы пришли к выводу ограничить цели общей теории систем построением системной метатеории.

Аналогичные критические аргументы в адрес трактовки общей теории систем как системной метатеории были выдвинуты и

В. Н. Сагатовским, который не согласен с нашим пониманием общей теории систем потому, что метатеория «хотя и является теорией, но теорией, лишенной всякой онтологической основы» [18, с. 70]. По его мнению, принцип единства онтологии и гносеологии и принцип единства теории и метода должны быть положены в основу категориального аппарата системного подхода, попытку построения которого он предпринимает в работе [18]. Здесь вновь возникает вопрос о том, что следует понимать под метатеорией. Если буквально следовать логике В. Н. Сагатовского, то никакая метатеория вообще невозможна, поскольку она лишена всякой онтологической основы, а принцип единства онтологии и гносеологии является фундаментальным для любого процесса познания. Как же быть в таком случае с металогикой и метаматематикой? Мы ни в коей мере не собираемся подвергать сомнению принцип единства онтологии и гносеологии — этот принцип обоснован всей историей развития философии и науки. Ошибка же В. Н. Сагатовского, по нашему мнению, заключается в том, что при построении системной метатеории он считает возможным абсолютно абстрагироваться от предметного (онтологического) содержания тех теорий, относительно которых строится соответствующая метатеория. Реальная практика метатеоретических исследований, в том числе существующие системы металогии и метаматематики, противоречат такому пониманию метатеории, и в силу этого аргументы В. Н. Сагатовского против системной метатеории нам не кажутся убедительными.

Проведенный краткий анализ некоторых критических замечаний, высказанных относительно трактовки общей теории систем как системной метатеории, позволяет сделать вывод о том, что по крайней мере в настоящее время не сформулировано принципиальных возражений против такой интерпретации общей теории систем. Отмеченные же ранее положительные стороны такого понимания дают возможность с надеждой смотреть на перспективность исследований в этом направлении.

Общая теория систем, рассматриваемая как определенная метатеория, является существенным дополнением и конкретизацией некоторых аспектов системного подхода. Внутринаучная рефлексия о системных исследованиях не исчерпывается какой-либо одной теоретической формой. Функции системного подхода в этом отношении, как мы отмечали ранее, состоят прежде всего в обобщенном описании теоретической структуры системных исследований и в представлении теории системных исследований научному сообществу. Вместе с тем само понимание системного подхода, которое не может быть раз навсегда данным, а изменяется по мере прогресса конкретных системных исследований, требует своего внутринаучного обоснования, и эту функцию призвана выполнить прежде всего общая теория систем. Кроме того, существуют еще и другие формы внутринаучной рефлексии о системных исследованиях — логика системного исследования, системный анализ

и т. д., которые связаны разнообразными отношениями с системным подходом и общей теорией систем (этот вопрос кратко рассмотрен в [19, с. 21—32]). В итоге, таким образом, мы приходим к выводу о сложном внутреннем строении сферы внутринаучной рефлексии о системных исследованиях; иначе говоря, эта область сама представляет собой *сложную систему*, дальнейшее теоретическое исследование которой — актуальная задача современной науки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аверьянов А. Н.* Система: философская категория и реальность. М., 1976.
2. *Афанасьев В. Г.* О системном подходе в социальном познании.— Вопросы философии, 1973, № 6, с. 98—111.
3. *Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности. М., 1969.
4. *Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Системные исследования и общая теория систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1969. М., 1969, с. 7—29.
5. *Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Системный подход в современной науке.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970, с. 7—48.
6. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Философские проблемы исследования систем и структур.— Вопросы философии, 1970, № 5, с. 57—68.
7. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
8. *Дорошенко С. И.* Наукометрические показатели массива советской литературы по системным исследованиям.— В наст. сб.
9. *Йолон П. Ф.* Логико-методологічний аналіз загальної теорії систем.— Філософська думка, 1975, № 3, с. 131—133.
10. *Кузьмин В. П.* Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М., 1976.
11. *Лейбниц Г. В.* Избранные философские сочинения. М., 1908.
12. *Лекторский В. А., Швырев В. С.* Актуальные философско-методологические проблемы системного подхода.— Вопросы философии, 1971, № 1, с. 146—153.
13. *Лекторский В. А., Швырев В. С.* Методологический анализ науки (типы и уровни).— В кн.: Философия. Методология. Наука. М., 1972, с. 7—44.
14. *Науменко Л. К.* Диалектика Гегеля и системный подход.— Философские науки, 1974, № 4, с. 95—103.
15. *Озурцов А. П.* Этапы интерпретации системности научного знания. (Античность и Новое время).— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1974. М., 1974, с. 154—186.
16. *Поздняков Э. А.* Системный подход и международные отношения. М., 1976.
17. *Попович М. В.* Общая теория систем: состояние и перспективы.— Природа, 1975, № 5, с. 119—120.
18. *Сагаховский В. Н.* Опыт построения категориального аппарата системного подхода.— Философские науки, 1976, № 3, с. 67—78.
19. *Садовский В. Н.* Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М., 1974.
20. Системный подход и психиатрия. Под ред. П. П. Волкова. Минск, 1976.
21. *Солнцев В. М.* Рецензия на книгу [19].— В кн.: Вопросы истории естествознания и техники, вып. 3(52). М., 1975—1976, с. 77—78.
22. *Тюлтин В. С.* Отражение, системы, кибернетика. М., 1972.

23. *Тюхтин В. С.* Теория автоматического опознавания и гносеология. М., 1976.
24. *Уемов А. И.* Методы построения одного из вариантов общей теории систем.— Труды XIII Междунар. конгр. по истории науки. Секции IA и II. М., 1974, с. 158—160.
Anderle O. F. Die «Monadologie» G. W. Leibniz' in ganzheitstheoretischer Interpretation.— Akten des I. Internationalen Leibniz-Kongresses. Hannover, 14—19. November 1966, Bd. I. Wiesbaden, 1968, S. 182—197.
26. *Bendmann A.* Dialektische und undialektische Momente in der General System Theory von L. von Bertalanffy.— In: Weltanschauliche und methodologische Probleme der materialistischen Dialektik. Berlin, 1976, S. 226—257.
27. *Caws P.* Science and systems: on the unity and diversity of scientific theory.— General Systems, 1968, v. XIII, p. 3—12.
28. *Klir G. J.* The polyphonic general systems theory.— In: Trends in general systems theory. G. Y. Klir (Ed.) N. Y., 1972, p. 1—18.
29. *Laszlo E.* The meaning and significance of general system theory.— Behavioral Science, 1975, v. 20, N 1, p. 9—24.
30. *M'Pherson P. K.* A perspective on systems science and systems philosophy.— Futures, June 1974, p. 219—239.
31. *Sadovsky V. N.* Leibniz and development of general systems ideas.— Akten des II. Internationalen Leibniz-Kongresses. Hannover, 17—22. Juli 1972. Bd IV. Wiesbaden, 1975, S. 105—113.

СИСТЕМНЫЕ ОСНОВАНИЯ И СТРУКТУРЫ В МЕТОДОЛОГИИ К. МАРКСА

В. П. КУЗЬМИН

ВВЕДЕНИЕ

В работе [5] мы рассмотрели роль принципа системности в теории и методологии К. Маркса. В ходе этого анализа нам удалось сформулировать следующие принципиальные выводы.

1. Утверждение в XIX в. материалистического понимания истории (Маркс, Энгельс) и раскрытие закономерностей эволюции живой природы (Дарвин) способствовали осознанию специфики форм индивидуального и «видового» бытия, индивидуального и «видового» развития. Благодаря этим разграничениям изменились научная картина реальности и масштаб представлений о мире. Наука стала отчетливо различать *системные, предметные и элементарные объекты*, и на этой основе давать более широкое и расчлененное представление о действительности. Образно выражаясь, она предстала теперь перед человеком не «миром предметов», а «миром систем», притом развивающихся систем. Все это имеет огромное мировоззренческое значение, стало важным компонентом диалектико-материалистической картины мира.

2. Сравнительный анализ понимания форм и ступеней теоретического познания Марксом и Гегелем убедительно показывает преимущества материалистической гносеологии, дает возможность сформулировать представление о содержательных различиях *предметного, системного и метасистемного знания*. Учет специфики различных форм теоретического познания и вычленение системного знания как конкретной формы и определенной «призмы» видения действительности позволяет определить место системного знания в ряду других форм и его преемственность с прежними формами сущностного знания, устранить мистику идеалистических представлений о «высших субстанциях», а вместе с тем способствует преодолению расширительного толкования роли системного подхода и его места в арсенале методов науки.

3. К. Марксу принадлежит открытие и конкретно-научное доказательство существования особого класса качественных определенностей — *системных* («общественных»). Философско-методологический анализ марксовской теории стоимости, денег, двойственного характера труда, морального износа техники, товарного фетишизма позволяет вычленить фактически лежащее в их осно-

во представление о «совокупных системных качествах», характеризующих интегральные свойства вещей и явлений. Точно таким же образом философско-методологический анализ исследования Марксом специфики капиталистической собственности, форм товарного производства, законов народонаселения и т. п. позволяет вычленил специфические системные качества, раскрывающие «формационную» (феодалную, капиталистическую и т. д.), качественную специфику явлений, их социально-экономический системный тип. Без отчетливого методологического понимания этого открытия К. Маркса трудно раскрыть действительную природу сложных общественных явлений, законы их детерминации и субординации, трудно преодолеть упрощенчество, механицизм, редукционизм в их изучении.

4. Выявление использованных Марксом в «Капитале» методологических приемов исследования *общества как системы* позволяет глубже понять общественно-историческую теорию Маркса, обогащает арсенал методологических средств, используемых в общественных науках, открывает путь к введению в широкий научный оборот ряда таких приемов и методов исследования, которые до сих пор отчетливо не осознавались. Все это дает возможность более правильно и четко осмыслить историю становления общества, качественные изменения общества в процессе его исторического развития, диалектику производительных сил, взаимодействие системных критериев в управлении обществом и т. п. Специфика системного изучения общественных явлений и процессов заключается в том, что фокусом исследования, его логическим центром становятся закономерности общества как целостного организма, как системы, а также системные функции, основания и структуры, внутрисистемные взаимодействия и системообразующие факторы.

5. Маркс предстает перед нами как основоположник научных представлений о системности общественных явлений, как ученый, впервые осуществивший широкую конкретно-научную разработку принципа системности. Материалистическое понимание истории, учение об общественно-экономических формациях, базисе и надстройке, стоимости, двойственном характере труда, заключенного в товаре, — таковы лишь некоторые, наиболее яркие проявления успешного применения системного метода К. Марксом. В целом принцип системности выступает как одна из граней диалектико-материалистического мировоззрения, марксистско-ленинской теории и методологии.

В целях дальнейшего развития и углубления содержания этих выводов мы обратимся к одной из наиболее важных сторон марксова понимания системности, а именно к проблеме системных оснований и структур социального «организма». В общеметодологическом плане исследование системных оснований тесно связано с проблемой системных качеств и развивает ее дальше [5, с. 67—114], однако теперь эта проблема рассматривается в дру-

гом аспекте — центральной становится задача выявления *методологических принципов*, обеспечивающих построение многокачественных, многосистемных, многоуровневых теоретических представлений о сложных объектах действительности.

Именно сложность объектов, изучаемых современной наукой, оказывается фокусом возникающих в ней методологических проблем. Минувшее столетие (от середины XIX в. до наших дней) было в научном познании эпохой революционной. Наука, переходя от изучения отдельных предметов к их множествам, комплексам и системам, к более развернутому исследованию процессов развития и функционирования, внутренних и внешних взаимодействий, открыла для себя новый мир сложности: всеобщую диалектику и всеобщую связь явлений, особые закономерности макро- и микросистем, реальные континуумы взаимодействующих факторов, специфические виды причинности, качеств, оснований, закономерностей и т. п.

Бурное развитие науки, ее интенсивная дифференциация и интеграция привели к тому, что знание стало более сложным, «многоэтажным» и разнопорядковым. Ныне почти в каждой науке созданы свои макро- и микроэтажи (уровни), прикладные и метанаучные разделы, разрабатываются пограничные области и комплексные проблемы. Немаловажное значение в этом процессе возрастания сложности имеет и то, что в самой структуре научного знания значительно увеличивается удельный вес исследований живой природы и общества, имеющих дело с объектами, на несколько порядков более сложными, чем объекты неорганической природы. Все это соответственно требует более развитого и адекватного современным задачам методологического аппарата, ибо средства познания оказываются неэффективными, если они не дают возможности четко дифференцировать различные качественные определенности исследуемых явлений, не состыкованы и не привязаны к ним. В целом развитие методологических средств обеспечивает переход от предметного уровня исследования к системному, от однозначного к многозначному, от линейного к нелинейному, от одномерного к многомерному, от преимущественного изучения явлений координации — к изучению субординации и других сложных форм взаимодействия.

При исследовании сложных объектов (социальных и биологических), обладающих множеством оснований, имеющих, как правило, несколько линий развития и специфических рядов качественных определенностей, первым условием их адекватного познания являются расчленение их на качественно однородные узлы и элементы и познание «простого». Только после детального качественного препарирования сложного объекта у исследователя появляется уверенность, что разнопорядковые явления не свалены в кучу. И только на этой основе становятся возможными правильный синтез и познание интегральных закономерностей системного целого. Так, однокачественный анализ, в центре которого

оказывались проблемы качественной однородности, дополняется многокачественным анализом, исследованием проблем качественной разнородности, полиструктурности, многомерности, многосистемности.

Благодаря эпохальным достижениям науки XIX—XX вв. окружающий нас мир предстал как мир многосистемный. Он полисистемен и структурно, и историко-генетически. Более того, полисистемными являются его отдельные части, сферы, «элементы». В результате любое явление мира оказывается как бы многочленным различных систем действительности, в каждой из которых оно ведет себя в соответствии с законами данной системы.

В такой познавательной ситуации одним из важных исходных методологических средств выступает *анализ оснований объекта* и, в частности, *анализ множественности оснований*.

ЛЕСТНИЦА СИСТЕМНЫХ ОСНОВАНИЙ

Выявляя специфику конкретных явлений, мы вынуждены брать изучаемые предметы не целиком, а некими «слоями», уровнями, сферами. Наиболее часто такое выделение этих сфер осуществляется путем указания специфического способа материального существования или высшей формы движения, присущей изучаемому объекту. Такой подход достаточно широк для того, чтобы выявить и «природу» явлений, и его *differentia specifica*, но им не охватываются все основания объекта, вся глубина реальных явлений. От некоторых из оснований познание вынуждено при таком подходе абстрагироваться. Конечно, подобное отвлечение возможно и даже во многих случаях необходимо. Оно составляет специфику *моносистемного анализа* и есть по своему существу определенный гносеологический прием, опирающийся на предположение, что нижестоящие основания выступают в виде некоторого «неизменного условия».

В действительности же каждое явление представляет собой не только феномен определенной ступени эволюционной лестницы (в смысле исторического происхождения одного из другого), но имеет и *целый набор оснований*, в котором каждый слой не может существовать без предыдущего, составляющего его фундамент. В результате получаются «пирамиды» оснований, более или менее высокие в зависимости от положения явления на эволюционной лестнице.

Первой такой пирамидой, или лестницей, оснований является уже самое крупное деление объективной действительности на сферы, или на «природы». В нем отношения космогонические (Вселенная, галактики, Солнечная система) составляют первое общее основание, от которого зависят все остальные. Планета Земля и ее физико-химическое состояние дают второе основание, которое хотя во многих существенных параметрах и определяется деятельностью Солнца, но вместе с тем имеет и собственный

базис, обусловливаемый массой планеты, ее «возрастом», условиями температуры и давления, атмосферы, геологической структуры и т. д. На каком-то этапе истории Земли на базе неорганической природы возникает жизнь, биосфера, которая образует третье основание для всего живого, существующего на нашей планете. Социальная жизнь, имеющая свои собственные законы и основания, возникает на базе первых трех и составляет четвертое основание, охватывающее весь мир человека и оказывающее определенное обратное влияние на органическую и неорганическую природу Земли.

Как материалисты, мы учитываем, что каждое явление действительности — социальное, биологическое, физико-химическое — имеет все нижележащие (в материально-структурном плане) и предшествующие ему (в историко-генетическом плане) основания. Однако мы от них обычно абстрагируемся, принимаем их за «постоянное условие», в частности, еще и ввиду того, что их изменения во времени просто несоизмеримы по масштабу с системой, стоящей выше на эволюционной лестнице. Временные масштабы существования и развития космогонических процессов, явлений неорганической живой природы и общества разнятся друг от друга на несколько порядков. Причем, конечно, самые высокие темпы развития присущи самой молодой и сложной системе — обществу.

Учитывая это обстоятельство, при решении мировоззренческих вопросов важно помнить, что это теоретически допустимое «постоянство» нижележащих оснований относительно. Так, например, по расчетам современной науки наше Солнце через 12 млрд. лет погаснет, а снижение его энергетической активности наступит значительно раньше. Какие это вызовет изменения во всех системах и не придется ли человеку осваивать в связи с этим другие планеты? Можно представить себе и некоторые другие крупные системные изменения (в принципе очень маловероятные, но не исключенные), например глобальную водородную войну, катастрофический экологический кризис и т. п., при которых развитие жизни и социальный прогресс окажутся ограниченными со стороны более «низких» оснований.

Словом, «лестница оснований» существует, и этот факт означает, что реальные макросистемы действительности как бы входят одна в другую: низшая по уровню организации система является исходным пунктом, предпосылкой и основанием более высокой, которая в свою очередь выступает основанием еще более высокой, и т. д. При этом они не просто рядоположены и независимы друг от друга, а взаимосвязаны и субординированы, оказывают друг на друга определенное влияние. Совершенно очевидно, что это влияние нельзя рассматривать только «сверху вниз» или «снизу вверх». Между разнопорядковыми основаниями существуют отношения различного характера, в частности отношения зависимости и взаимозависимости, координации и субординации. В этом смысле

прав был Гегель, когда говорил в «Философии природы»: «...одна ступень есть власть над другой ступенью, и это — взаимно...» [4, с. 37]. Чтобы проиллюстрировать сложность этих связей, достаточно указать на взаимодействие между, например, биологическим и социальным в человеке. Современная наука накопила обширный материал, доказывающий, что взаимодействия и взаимозависимость между основаниями различных уровней являются значительно более широкими, чем предполагалось ранее. Об этом, в частности, говорят современные исследования влияния солнечной активности на погоду, условия радиосвязи и даже на такие явления, как протекание сердечно-сосудистых заболеваний.

Понимание многосистемности и многослойности оснований еще большее значение имеет при анализе конкретных явлений, рассматриваемых внутри какой-то одной сферы. Это наглядно выступает на современном уровне развития таких естественных наук, как геология, биология, палеонтология. Но наибольшую методологическую роль идея «лестницы» оснований играет при анализе самых сложных явлений — при изучении процессов социальной действительности. Это легко понять, поскольку здесь сама качественная определенность явлений оказывается двойственной — природно-социальной, причем высокий уровень интеграции этих явлений придает им еще одну «двумерность» — предметно-системную. К тому же наряду с этой, так сказать, «вертикальной» многослойностью, многоуровневостью и многосистемностью общественным явлениям присуща огромная внутренняя многокачественность, принимающая характер «горизонтальной» многослойности и полисистемности. Таковы, например, классовые, политические, национальные, культурные, профессиональные, половозрастные и другие качества людей, которые не поддаются выстраиванию их в линейную вертикальную «лестницу» оснований. Общие основания этой многослойности качеств общественного человека коренятся вне его, в соответствующих системах (подсистемах) общества.

В последнее столетие особенно бурно разрабатывался историко-генетический аспект проблемы оснований. Интерес к этому аспекту проблемы обусловлен успехами целого ряда естественных наук, а также осознанием их глубокой взаимосвязи в построении единой картины мира. Наиболее значительный вклад в постановку проблемы оснований как общенаучной методологической проблемы внесла марксистская теория исторического развития общества, которая четко обозначила определенные конкретно-исторические ступени в жизни человечества, различающиеся по своему базисному основанию — по способу производства. Благодаря теории Маркса история общества предстала как бы восходящим маршем, лестницей сменяющих друг друга оснований, причем она выступает в таком виде не только чисто хронологически, но и реально, системно. В. И. Ленин выразил эту суть социально-исторической концепции К. Маркса следующими словами: «...систе-

ма производственных отношений является, по теории Маркса, особым социальным организмом, имеющим особые законы своего зарождения, функционирования и перехода в высшую форму, превращения в другой социальный организм» [2, т. 1, с. 429]. После выхода в свет «Капитала» К. Маркса стало ясно, что историю человечества в целом, как и ее части и разделы, историю общественного производства, техники, науки, культуры, религии и т. д., нельзя понять, не поняв общих движущих сил естественноисторического процесса, не уяснив себе законов смены общественно-экономических формаций.

Вместе с тем было бы неверно теорию Маркса истолковывать так, что сменяющие друг друга исторические ступени и основания как бы разрывают исторический процесс. Совсем нет. Новый базис рождает новые формы и модифицирует старые, но в любом случае историческая преемственность является одной из главных особенностей естественноисторического процесса в обществе. Преемственность в сферах общественного производства, форм социальной организации, традиций в развитии науки и культуры и т. д. играет значительную роль. В живом организме общества многие явления живут столетиями и тысячелетиями. Правильное и глубокое понимание жизни общества включает в себя анализ его истории, понимание всей этой лестницы оснований, сменности социальных структур и их преемственности, позволяющей накапливать достижения труда, знаний, социального опыта, неуклонного расширения самого общего основания (базиса) человеческой цивилизации.

В связи с исследованием множественности оснований обнаруживаются некоторые противоречия между тенденцией к дифференциации наук, приводящей к утверждению *моносистемного* анализа как главного метода познания конкретных наук, и потребностями синтеза современного научного знания, требующего более широкого, более глубокого и более комплексного изучения действительности и соответственно развития *полисистемного* анализа. Для науки второй половины XIX — первой половины XX в. моносистемные представления были главной методологической платформой раскрытия макро- и микрзакономерностей отдельных сфер реальной действительности. Ныне идут активные процессы корректировки и дополнения моносистемного знания знаниями смежных наук, развития междисциплинарного знания, все более глубокого проникновения в механизм влияния неспецифических оснований на изучаемые явления. Научное знание в целом развивается в направлении полисистемного знания. Продуктом этого процесса должно быть раскрытие сложных полисистемных закономерностей мира (физико-химических, биофизических, геобиофизических, психофизиологических, социально-экономических, социально-культурных и социально-психологических и т. п.). Такая тенденция ныне, можно сказать, определилась достаточно четко.

Переход к комплексному изучению действительности предполагает решение широкого круга сложнейших методологических и научно-организационных вопросов. Организация науки должна сознательно помочь ей ускорить выработку нового подхода к построению научного знания. В связи с этим большая, важная и сложная задача ложится на плечи философии: она должна подготовить «идеологию» изменений, внести в методологию науки необходимые коррективы, подчеркивающие полисистемный характер устройства мира и соответственно самого научного знания. Рассмотренные общие соображения о многосистемности и множественности оснований явлений и процессов реального мира послужат нам отправной точкой для перехода к рассмотрению более конкретных вопросов общественного развития, в которых без понимания множественности и сменности оснований разобраться трудно.

СИСТЕМА С РАСШИРЯЮЩИМСЯ ОСНОВАНИЕМ И СМЕННЫМИ СТРУКТУРАМИ

Человеческое общество представляет собой системы с прогрессивно развивающимся (расширяющимся) основанием и сменными структурами. Обе эти характеристики составляют специфические черты развития общественных систем, и в основе обеих лежат принципиально новое качество — способность человеческого общества к целенаправленному *накоплению* преимуществ своего рода. Маркс видел в этом одно из существенных различий между эволюцией природы и историей общества. Он писал: «Животные не могут складывать вместе различные свойства своего вида; они не могут ничего сделать для *общей* пользы и для *общих* удобств своего вида. Иное дело человек. Здесь самые разнообразные дарования и виды деятельности оказываются (благодаря совместности, разделению труда и обмену.— В. К.) полезными друг другу, *потому что* люди умеют собирать свои *различные* продукты в одну общую массу...» [1, т. 42, с. 143].

Накопление человеческих знаний о мире, накопление опыта производства и опыта социальной жизни, достижений культуры, материальных ценностей — словом, накопление любых долгосрочных материальных и духовных богатств — в этом состоит главный секрет прогресса человеческой цивилизации. И как прогресс всего живого нельзя понять и представить себе без наследственности, без биологического механизма накопления элементов прогресса, так и прогресс человеческой истории нельзя понять без социального способа накопления достижений цивилизации.

В своих работах К. Маркс указывает, что труд и сознание, деятельность сделали человека человеком [1, т. 20, с. 486; т. 21, с. 306]. Но одновременно К. Маркс постоянно подчеркивает, что и труд, и сознание, и язык есть *совместный* труд,

совместное знание, средство общения людей между собой. Именно совместность, коллективность жизни, труда, производства, знания и сознания, языка и человеческого мышления представляют собой сверхбиологическое основание человеческого бытия, такое качество, которое не вытекает прямо и непосредственно из биологических потребностей.

Животное, конечно, тоже «познает» мир, высшим животным тоже свойственно элементарное «мышление», оно тоже «производит» [1, т. 42, с. 92, 93] и действует, но все это не выходит за рамки биологического образа жизни и приспособления к условиям внешней среды. Биологическая «призма», через которую животное воспринимает окружающую действительность, дает ему не столько знания о мире самом по себе, сколько знания о различных факторах — вредных и полезных, опасных и неопасных, необходимых и безразличных для жизни [4, с. 98].

В обществе происходит качественное изменение познания. Из ограниченной формы приспособления к внешней среде и специфически биологического ее восприятия познание превращается в могучее средство изучения предметов и явлений объективного мира самих по себе, овладения ими в практической деятельности. В основе этих перемен лежат коренное изменение способа существования и жизнедеятельности (переход к активным, социальным формам жизни) и огромное расширение средств познания на базе второй сигнальной системы — языка и человеческого мышления. Великий русский физиолог И. П. Павлов, отмечая роль возникновения и развития у человека второй сигнальной системы, говорил, что в этом состоит собственно человеческая «прибавка» и «прирост» социального над биологическим [6, с. 568]. Понятно, что в более широком смысле проблема к этому не сводится: человеческое познание, становясь всеобщим по своему объекту и преодолевая узость «биологического знания», приобретает и совершенно особые черты, которые делают его собственно социальным знанием. В центре социального знания, как и в центре «биологического знания», стоят проблемы жизни, но теперь уже не в ее биологической ипостаси, а во всем общественном богатстве и разнообразии.

Человеческая «прибавка», однако, имеет место не только в сфере сознания — сама она обязана коренному изменению базиса прогресса. Это достаточно очевидно уже при самом общем сравнении биологической и социальной эволюций, особенно же при сравнительном анализе характера деятельности человека и животного. Существенным моментом качественной эволюции человеческого общества является тот составляющий коренное различие с биологической эволюцией факт, что способ жизнедеятельности человека определяется как *активный*, деятельный и целеустремленный, как *овладение* природными и общественными условиями своего существования. В противоположность этому жизнь животного всегда есть только приспособление к наличным

условиям существования и потребление готовых продуктов природы.

Правда, животное тоже активно, деятельно, а при известных условиях даже способно «производить». Но это чисто биологическая активность, она всегда направлена на удовлетворение основных биологических потребностей, на защиту организма и т. д. «Животное,— пишет К. Маркс,— правда, тоже производит. Оно строит себе гнездо или жилище, как это делают пчела, бобр, муравей и т. д. Но животное производит лишь то, в чем непосредственно нуждается оно само или его детеныш; оно производит односторонне, тогда как человек производит универсально; оно производит лишь под властью непосредственной физической потребности, между тем как человек производит даже будучи свободен от физической потребности, и в истинном смысле слова только тогда и производит, когда он свободен от нее; животное производит только самого себя, тогда как человек воспроизводит всю природу; продукт животного непосредственным образом связан с его физическим организмом, тогда как человек свободно противостоит своему продукту. Животное строит только соответственно мерке и потребности того вида, к которому оно принадлежит, тогда как человек умеет производить по меркам любого вида и всюду он умеет прилагать к предмету присущую мерку; в силу этого человек строит также и по законам красоты. Поэтому именно в переработке предметного мира человек впервые действительно утверждает себя как *родовое существо*» [1, т. 42, с. 93—94]. Отсюда следует, что в основе формирования сверхбиологического производства, познания, мышления, средств общения и обретения ими человеческой универсальности лежит преодоление их непосредственной подчиненности биологическим потребностям.

В далекие времена предистории общества наши предки в тяжелой борьбе за существование на опыте осознали преимущества и необходимость *совместной охоты, совместной жизни, совместной защиты, совместного создания жилищ и стоянок* и т. д. Постепенно это привело их к определенному разделению «труда» и превращению деятельности в *деятельность на сообщество* (а не только на себя и своего детеныша). Уже этим шагом открывается путь к преодолению прямой подчиненности поведения биологическим потребностям. Из такого труда, или деятельности на сообщество, и вырастают постепенно целенаправленный *труд и общественное производство*, ставшие исходным пунктом всей человеческой цивилизации. С самого начала они несли в себе новый базис и новые принципы прогресса — господство «человека над силами природы... и над силами его собственной природы...» [1, т. 46, ч. 1, с. 476].

Проводя различие между биологическим прогрессом и прогрессом социальным, следует учитывать еще и то обстоятельство, что животное, образно говоря, носит свой «вид» и «род» в себе, а родовая субстанция человека заключена *вне его*, в обществе.

Соответственно и накопление достижений труда, знаний и культуры создает некий «родовой», надиндивидуальный механизм их аккумуляции, механизм, который уже не зависит от жизни и смерти отдельных индивидов и передается последующим поколениям как достояние «рода» — всей цивилизации. В конечном счете отличие человеческой истории от биологической, ее «узловатость», ее сменяющие друг друга «общественные организмы», ее постепенно расширяющееся основание и база прогресса — все это основывается на накоплении производительных сил общественно-го человека, на том, что человек овладевает силами природы, собственной природой и общественными условиями своего существования, на накоплении богатства в широком смысле слова.

«На самом же деле, — пишет К. Маркс, — если отбросить ограниченную буржуазную форму, чем же иным является богатство, как не универсальностью потребностей, способностей, средств потребления, производительных сил и т. д. индивидов, созданной универсальным обменом? Чем иным является богатство, как не полным развитием господства человека над силами природы, т. е. как над силами так называемой «природы», так и над силами его собственной природы? Чем иным является богатство, как не абсолютным выявлением творческих дарований человека, без каких-либо других предпосылок, кроме предшествовавшего исторического развития, делающего самоцелью эту целостность развития, т. е. развития всех человеческих сил как таковых, безотносительно к какому бы то ни было *заранее установленному* масштабу» [1, т. 46, ч. 1, с. 476].

Изучение взглядов К. Маркса по проблемам исторического прогресса производительных сил общества позволяет выявить две основные линии анализа. Одна из них раскрывает общую системную социально-экономическую (так сказать, формационную) их историю, другая — историю отдельных факторов развития производительных сил и их доминантных структур. Первая из этих линий хорошо известна и всесторонне исследована в марксистской литературе, она изложена в учении Маркса об общественно-экономических формациях, раскрыта им в диалектике взаимодействия производительных сил и производственных отношений. Другая же линия исследования исторического развития производительных сил, связанная с раскрытием их эндогенной истории, в систематическом виде Марксом изложена не была.

В «Капитале» и подготовительных работах к нему К. Маркс не раз говорит о необходимости исследовать общественное производство само по себе «в его односторонней форме», положив в основу анализ развития производительных сил. «Дарвин, — пишет Маркс, — интересовался историей естественной технологии, т. е. образованием растительных и животных органов, которые играют роль орудий производства в жизни растений и животных. Не заслуживает ли такого же внимания история образования производительных органов общественного человека, история этого

материального базиса каждой особой общественной организации» [1, т. 23, с. 383]. В другом месте Маркс говорит, что экономические эпохи «различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими средствами труда» [1, т. 23, с. 191]. При этом он подчеркивает, что «в более широком смысле к средствам процесса труда относятся все материальные условия, необходимые вообще для того, чтобы процесс мог совершаться» [1, т. 23, с. 191].

В «Капитале» и связанных с ним работах содержится целый ряд высказываний Маркса по этим вопросам, существо которых кратко сводится к следующему. Производительные силы общества и характер общественного производства с точки зрения их социально-экономической специфики определяются в целом природой соответствующей общественно-экономической формации. В этом плане мы рассматриваем их как первобытнообщинные, рабовладельческие, феодальные, буржуазные, социалистические (коммунистические), акцентируя внимание при этом на общественных отношениях в производстве и в связи с ним на их социальном системном качестве. Именно производительные силы (трудящиеся и средства производства) представляют собой концентрированное выражение всех достижений цивилизации и выступают наиболее революционным элементом развития общественного производства. Их прогресс, по Марксу, есть первопричина и наиболее фундаментальное основание смены общественно-экономических формаций. Естественно, что развитие производительных сил, рассматриваемое непосредственно через призму материально-технической базы производства, приобретает вид некой «технологической» истории [1, т. 47, с. 461]. В фокусе такого рассмотрения оказывается уже не господствующий тип общественных отношений в производстве, а как бы господствующий тип «технологии» производства.

Согласно теории Маркса, существует несколько коренных факторов развития всякого производства — *труд, средства производства, знания* (наука и опыт). Помимо этого, весьма значительное, хотя и не столь непосредственное, воздействие на производство оказывают *природные* и *социальные условия*. Все эти условия и факторы в их конкретно-историческом сочетании определяют внутреннюю структуру производительных сил на всех этапах развития общественного производства. При этом в различные исторические периоды то одно, то другое коренное условие выступает, как говорит Маркс, господствующим над производством фактором. Иными словами, значение этого фактора на данном конкретном историческом отрезке развития общественного производства оказывается преобладающим. Динамика соотношения факторов и условий в ее конкретных модификациях приводит к утверждению определенных *доминантных структур* развития производительных сил, а само производство, рассматриваемое в этом плане, выступает на разных этапах то как по преимуществу «природное», то

как детерминированное «живым трудом», то так машинное, индустриальное, олицетворяющее господство «труда овеществленного», и т. п.

Следовательно, в общественном производстве любой исторической эпохи в качестве его важнейших компонентов, предпосылок и условий выступают *труд, средства производства, знания* (наука и опыт), *природные условия* и *социальные условия*, хотя реальная роль каждого из этих «вечных» факторов различна на разных этапах истории. Существенно различны также степень их развитости и реальное соотношение друг с другом.

В первоначальный период становления человеческого общества на первый план выступает его зависимость от *природных условий*. Первобытный человек многие тысячелетия в основном пользуется дарами природы. Добыча готовых природных продуктов и изготовление простейших орудий труда и оружия являются основной формой производства того периода. К. Маркс следующим образом характеризует такое производство: «...первоначально производство индивида ограничивается воспроизводством его собственного тела путем присвоения им готовых предметов, приготовленных самой природой...» [1, т. 46, ч. 1, с. 481]. Подобный характер производства — то что мы при оценке древнейших состояний человеческого рода называем «присваивающей экономикой», обусловлен очень низким уровнем развития производительных сил общества, несовершенством орудий труда первобытного человека. Практически в тех условиях никакая другая экономика была и невозможна. Поэтому высокая степень зависимости человека от природы здесь есть следствие неразвитости его общественных сил. «Люди,— продолжает Маркс,— начинают трудиться на определенной основе — сперва на естественно возникшей, затем создается историческая предпосылка труда. Но потом сама эта основа, или предпосылка, уничтожается или к ней относятся как к временной предпосылке, ставшей слишком узкой для того, чтобы на ней могла развиваться прогрессивная человеческая масса» [1, т. 46, ч. 1, с. 486—487].

С развитием скотоводства и земледелия, с превращением их в основную базу общественного производства и удовлетворения потребностей человечество вступает в новую фазу производительной истории, когда господствующим становится *живой труд* в его собственно человеческом смысле. Изменение, которое здесь фиксируется, связано с возрастанием уровня развития производительных сил, с тем, что целенаправленный, систематический труд становится *всеобщей* формой и базой общественного производства, обеспечивая переход от присваивающей экономики к экономике производящей. Первобытные, полуживотные формы удовлетворения потребностей при этом заменяются социальными.

Еще многие и многие столетия будут сохраняться природное единство и сращенность труда с его всеобщими природными предпосылками: земля будет великим базисом, лабораторией и арсе-

налом, который доставляет человеку и сырье, и средства труда, и место для жительства, а само производство будет носить характер натурального, обусловленного по преимуществу самой природой. Вся хозяйственно-производственная деятельность людей будет строиться на этой природной основе. Будут меняться исторические предпосылки, формы собственности и уровни развития производительных сил, однако базисом общественного производства будет оставаться земля, основными орудиями труда — средства ее обработки и переработки ее продуктов, а главной производительной силой и господствующим фактором производства — непосредственный, живой труд. Эта фаза развития производительных сил — господство живого труда — охватывает почти полностью историю человечества: первобытнообщинный строй, рабство и феодализм. Смена «лидирующего» фактора (условия) происходит только в буржуазном обществе.

Какой же из «вечных» факторов общественного производства на этой исторической ступени становится следующим его «господствующим» условием, новым определяющим его структуру генеральным принципом? К. Маркс говорит, что в производстве, основанном на машинах, присвоение живого труда посредством овеществленного «положено как характер самого процесса производства... и его вещественного движения» [1, т. 46, ч. II, с. 204]. «Процесс производства, — пишет он, — перестал быть процессом труда в том смысле, что труд перестал охватывать процесс производства в качестве господствующего над ним единого начала. Наоборот, труд выступает теперь лишь как сознательный орган, рассеянный по множеству точек механической системы в виде отдельных живых рабочих и подчиненный совокупному процессу самой системы машин, как фактор, являющийся лишь одним из звеньев системы, единство которой существует не в живых рабочих, а в живой (активной) системе машин, выступающей по отношению к единичной незначительной деятельности рабочего, в противовес ему, как могущественный организм. В системе машин овеществленный труд противостоит живому труду в самом процессе труда как господствующая над ним сила, каковою капитал в качестве присвоения живого труда является по своей форме. Включение процесса труда в процесс увеличения стоимости капитала в качестве всего лишь его момента также и с вещественной стороны обусловлено превращением средства труда в систему машин, а живого труда — всего лишь в живой придаток этой системы машин, в средство для ее деятельности» [1, т. 46, ч. II, с. 204].

Итак, развитое капиталистическое производство, производство машинное, массовое, основанное на коллективном труде и крупной частной собственности, приводит к тому, что господствующим условием процесса производства становится *овеществленный труд* — накопленный труд и накопленное богатство, сконцентрированное в *средствах массового производства*. «Сам овеществлен-

ный труд, — пишет Маркс, — непосредственно выступает в системе машин не только в форме продукта или продукта, применяемого как средство труда, но в форме самой производительной силы» [1, т. 46, ч. II, с. 205].

В условиях капиталистического общества эта господствующая роль средств производства над живым трудом резко усиливается экономическим господством капитала, противоположностью между трудом и капиталом. Здесь «накопление всеобщих производительных сил общественного мозга» [1, т. 46, ч. II, с. 205], сконцентрированное в системе машин, выступает уже не столько само по себе, сколько в виде узурпации общественных сил, как антагонист непосредственного труда, как чуждая ему сила.

При социализме это противостояние живого и овеществленного труда в одном кардинальном пункте существования меняется: в социально-экономическом отношении противоречие живого и овеществленного труда как антагонистическое противостояние интересов труда и капитала уничтожается. Накопленное общественное богатство в условиях господства общественной собственности и социалистического строя перестает быть силой, чуждой и противостоящей труду; наоборот, оно становится средством развития жизненных сил трудящихся масс и прогресса общественных производительных сил. В «Коммунистическом манифесте» К. Маркс и Ф. Энгельс писали: «В буржуазном обществе живой труд есть лишь средство увеличивать накопленный труд. В коммунистическом обществе накопленный труд — это лишь средство расширять, обогащать, облегчать жизненный процесс рабочих» [1, т. 4, с. 439].

Вместе с тем с чисто вещественной стороны дело остается принципиально тем же при любом социально-экономическом строе, если только одинаков общий уровень промышленно-экономического развития. Живой труд в условиях развитого индустриального производства выступает как «подчиненный» в процессе производства овеществленному труду, той концентрации общественного знания, опыта, навыков, которая реализована в современной технике и выступает как *система машин*. К. Маркс следующим образом характеризует эту сторону дела: «Развитие основного капитала (т. е. прежде всего средств производства, системы машин. — В. К.) является показателем того, до какой степени всеобщее общественное знание... превратилось в *непосредственную производительную силу*, и отсюда — показателем того, до какой степени условия самого общественного жизненного процесса подчинены контролю всеобщего интеллекта и преобразованы в соответствии с ним; до какой степени общественные производительные силы созданы не только в форме знания, но и как непосредственные органы общественной практики, реального жизненного процесса» [1, т. 46, ч. II, с. 215].

Иными словами, превращение общественного труда, основного капитала, системы машин в господствующее условие обществен-

ного производства, исторически возникающее прежде всего как проявление экономического господства капитала над трудом, затем проявляет себя все более с другой, всеобщей стороны как господство концентрированных сил труда и знания в производительном богатстве общества и вместе с тем как предпосылка господства новых интегральных сил общественного производства.

Следовательно, в процессе своего становления капитал застаёт производство в таком виде, когда живой труд охватывает весь процесс производства в качестве господствующего над ним начала [1, т. 46, ч. II, с. 204]. При этом орудия труда выступают прямо как средства труда, опосредующие деятельность человека, направленную на объект. Рабочий превращает их в органы своего тела, в продолжение самого себя. Он одушевляет процесс производства своим мастерством и своей собственной деятельностью. Но это не адекватные капиталу средства труда и условия производства, это средства труда и общественные отношения докапиталистического способа производства. Капитал на базе укрупненного совокупного процесса производства и объединения труда все более развивает новые, адекватные ему условия производства и средства труда, которые образуют особенный способ его существования — основной капитал, промышленный капитал.

Происходит коренное изменение производственного базиса, которое предполагает «полную революцию в развитии материального производства» [1, т. 46, ч. I, с. 228]. Во-первых, разрушается вековая сращенность человека-производителя с природными условиями. Впервые возникает общественное производство, основанное на всеобщем общественном разделении труда и охватывающее все сферы общественной жизни. Отныне, говорит К. Маркс, «все отношения выступают как обусловленные обществом, а не как определенные природой» [1, т. 46, ч. I, с. 228], наемный труд распространяется в обществе во всю ширь и становится «вместо земли той почвой, на которой базируется общество...» [1, т. 46, ч. I, с. 228]. Во-вторых, на смену натуральному хозяйству как господствующей форме общественного производства приходит промышленное производство, которое становится главной, ведущей и всеобщей формой общественного производства. В-третьих, земледелие и земельная собственность как основной базис общественного производства в докапиталистических формациях становится слишком узкой предпосылкой его дальнейшего развития. Происходит, как говорит К. Маркс, «ускользание природной почвы из-под всякой отрасли хозяйственной деятельности и перенесение условий ее производства в находящуюся вне этой отрасли всеобщую связь... Всеобщей основой всех отраслей производства становится сам всеобщий обмен, мировой рынок, а потому и совокупность деятельностей, общений, потребностей и т. д., из которых состоит обмен» [1, т. 46, ч. II, с. 19].

Это капиталистическое «превращение всех продуктов и деятельностей в меновые стоимости предполагает как разложение

всех прочных (исторических) отношений личной зависимости в сфере производства, так и всестороннюю зависимость производителей друг от друга. Производство каждого отдельного лица зависит от производства всех других; точно так же превращение его продукта в жизненные средства для него самого стало зависеть от потребления всех остальных» [1, т. 46, ч. I, с. 99]. В этих условиях даже возделывание земли, которое по своей природе является непосредственным источником существования, превращается в опосредованный источник существования, целиком зависимый от общества и общественных отношений, взятых как целое.

Во всех общественно-экономических формациях, основанных на эксплуатации и угнетении трудящихся масс, то меньшинство населения, которое составляет его господствующую, привилегированную часть, является таковым потому, что оно держит в своих руках коренные условия общественного производства. Ибо ясно, что тому, кто владеет средствами производства, достается и значительная часть его результатов. В докапиталистических формациях коренным условием общественного производства является земля и соответственно главным видом собственности является собственность на землю. Когда же в силу бурного развития производительных сил ведущей силой общественного производства становится промышленность, а коренным условием общественного производства становятся концентрированные индустриальные средства производства, тогда соответственно главным видом собственности (буржуазной) становятся основной капитал, собственность на индустриальные средства производства.

Следовательно, новым коренным условием общественного производства и главной формой частной капиталистической собственности становятся промышленные средства производства, которые самим прогрессом развития производительных сил превращаются из мелких орудий труда (находящихся в собственности производителя) в крупные, специализированные машины с энергетическими установками и системы машин, заводы, фабрики и т. д.

В связи с этим коренным изменением в способе производства возникает и ряд других важных явлений. Создается новый (по степени своей развитости) вид накопления — производительное накопление. Образуется новое качество обобществления труда, значительно возрастает степень его специализации, кооперации и интеграции, применяемая в производстве сила становится по преимуществу массовой силой. Складываются новые отношения между трудящимися и владельцами условий и средств производства, наемный (свободный от собственности) труд становится всеобщим видом труда. Возникает новое соотношение в производстве средств потребления и средств производства, значительно увеличивается удельный вес последних. Изменяется характер продукции общественного производства: из производства, основу

которого составляет естественное производство, использующее, как говорит К. Маркс, «природную машину» [1, т. 46, ч. II, с. 85] и производящее по преимуществу естественные продукты, оно превращается в производство, производящее преимущественно искусственные продукты. В результате этих изменений в способе производства живой, непосредственный труд перестает быть господствующим над производством единым началом [1, т. 46, ч. II, с. 204] и новым господствующим над производством началом становится труд овеществленный.

Капитал пытается удержать это выгодное для него состояние, когда все силы труда, науки и накопленного общественного богатства, т. е. все силы общественной системы, становятся его силами, силами капитала. Однако это не в его воле. Это состояние исторически преходяще, и оно разлагается тем самым прогрессом развития производительных сил, который вызван к жизни капиталистическим производством.

К. Маркс видит в этом имманентное противоречие капитала, противоречие между буржуазной формой господства над производством и прогрессом производительных сил общества. «В той самой мере, — пишет он, — в какой рабочее время — простое количество труда — полагается капиталом в качестве единственно определяющего элемента, в той же самой мере непосредственный труд и его количество исчезают в качестве определяющего принципа производства, созидания потребительных стоимостей; и если с количественной стороны непосредственный труд сводится к менее значительной доле, то качественно он превращается в некоторый, хотя и необходимый, но второстепенный момент по отношению к всеобщему научному труду, по отношению к технологическому применению естествознания, с одной стороны, точно так же как и по отношению к той всеобщей производительной силе, которая вырастает из общественного расчленения труда в совокупном производстве и выступает как природный дар общественного труда (хотя и является историческим продуктом). Капитал, таким образом, работает над разложением самого себя как формы, господствующей над производством» [1, т. 46, ч. II, с. 207—208].

СМЕННЫЕ СТРУКТУРЫ В ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ

Как видим, уже в 50-х годах прошлого столетия К. Марксу было очевидно, что непосредственный «единичный труд как таковой вообще перестает быть производительным», что производительным в новых исторических условиях он является «лишь в рамках совместного труда многих», что происходит «превращение процесса производства из простого процесса труда в научный процесс, ставящий на службу силы природы и заставляющий их действовать на службе у человеческих потребностей...» [1, т. 46,

ч. II, с. 208]. К. Маркс показывает, что производство прибавочной стоимости, являющееся абсолютным законом буржуазного способа производства, наиболее адекватно привязано к непосредственному (живому) труду и его количеству, ибо источником прибавочной стоимости является именно живой труд, неоплаченный живой труд.

Вместе с тем развитие капиталистического производства с неизбежностью ведет к росту основного капитала и уменьшению доли живого труда, к господству овеществленного труда, к применению науки в производстве и т. д. Все это, говорит Маркс, делает живой труд «второстепенным моментом по отношению к всеобщему научному труду». Так капитал «работает над разложением самого себя как формы, господствующей над производством». В то же время развитие таких живых «сил» общественного производства, как применение науки и выгоды «общественного разделения труда в совокупном производстве», более адекватны социализму и коммунизму. Ибо первое (развитие науки) при этом строе общества не ограничено пределами капиталистической выгоды от нее, а второе составляет коренное преимущество коммунистической общественной системы, опирающееся на общественную собственность, единое, централизованное народнохозяйственное планирование и управление, социалистический общественный строй.

В итоге мы приходим к выводу, что производительные силы, вызываемые к жизни капиталистическим производством, для своего широкого и полного развития требуют иного социально-экономического базиса, оказываются соответствующими иной общественной системе. Но буржуазный строй обнаруживает в своем развитии не только *экономические* ограничения и противоречия, одновременно он обнаруживает свое несоответствие историческому прогрессу развития производительных сил в *социальном и гуманистическом* отношении.

«Капиталистическое производство,— пишет Маркс,— выступает как наиболее экономичное... но отношению к *овеществленному труду*... И в то же время капиталистическое производство в большей мере, чем какой-либо другой способ производства, является расточительным по отношению к человеку, к живому труду, оно расточает не только плоть и кровь человека, его физическую силу, но и его умственную и нервную энергию. Действительно, только ценой величайшего ущерба, наносимого развитию каждого индивида в отдельности, достигается их общее развитие в те исторические эпохи, которые являются прелюдией к социалистической организации человеческого общества» [1, т. 47, с. 186].

Следует обратить внимание на сам характер смены, отрицания одного «господствующего над производством» фактора другим. Как явствует из всех исследований К. Маркса, подобное отрицание означает лишь то, что эффективность общественного производства на данном этапе развития производительных сил опреде-

ляется по преимуществу господствующим фактором, ибо такова общая структура всей системы общественного производства. Но этим отмечаются только структура действующих в производстве сил и роль ведущего, или «лидирующего», фактора. Это несколько не принижает самостоятельного значения для функционирования общественного производства его «вечных» факторов (природных условий, живого труда, средств производства, знания, т. е. науки и опыта, социальных условий). Более того, их роль абсолютно возрастает в связи с непрерывным и всесторонним историческим развитием материального и духовного производства. Сама же смена факторов происходит по законам диалектического отрицания, т. е. снятия и одновременно сохранения: предыдущее господствующее условие (фактор), выражаясь языком гегелевской диалектики, «уходит в основание». При этом происходит закономерный процесс *расширения общего основания* (базиса) человеческой цивилизации, ибо теперь оно содержит в себе *в развитом виде* еще один фактор, или условие, общественного производства.

Обрисованное выше положение имело место в эпоху, когда жили и работали К. Маркс и Ф. Энгельс. С тех пор прошло более ста лет, и ныне человечество вступает в новую фазу развития общественного производства, которая ознаменована величайшей в истории научно-технической революцией, являющейся революцией в развитии общественных производительных сил и объединяющей в себе революционные перевороты в науке, технике и производстве. Еще более существенно, что современная научно-техническая революция происходит на фоне коренного социального переустройства мира и острой борьбы двух противоположных мировых социально-экономических систем.

Мы, видимо, живем в начале этого периода, т. е. в ту переходную эпоху, когда господствующим условием общественного производства еще продолжает оставаться труд, овестьвленный в основном капитале, в средствах массового производства. Однако уже сегодня очевидно, что предсказания К. Маркса сбываются: основанием самых революционных сдвигов в общественном производстве становится *наука*. Теперь, вероятно, уже недалеко то время, когда она *de facto* станет господствующей или как минимум одной из господствующих предпосылок и условий общественного производства. Конечно, роль науки в общественном производстве несколько иная, чем роль живого труда и средств производства. Последние суть непосредственные факторы материального производства, тогда как наука является его идеальным компонентом¹. Ее влияние на общественное производство может быть

¹ «Уже одного развития науки — т. е. наиболее основательной формы богатства, являющейся как продуктом, так и производителем богатства — было достаточно для разложения этих обществ. Но развитие науки, этого

даже решающим (в смысле стимулов прогресса общественного производства), но оно все-таки остается опосредованным.

Орудия труда, продукты труда всегда были воплощением труда и знания. Правда, многие века главенствующее место в этом соотношении принадлежало труду как таковому, труду самому по себе. Однако по мере возрастания его сложности, дифференциации, освоения все более сложных и тонких закономерностей природы и общества главенствующая роль во влиянии на эффективность и качественный прогресс производства постепенно переходит к знанию — к научному знанию, научному труду, науке в целом.

В условиях, когда наука развита слабо, когда научные открытия редки и производство еще очень слабо развито для того, чтобы осваивать многие достижения науки, она, естественно, не могла стать главным ускорителем технического прогресса производства и его общественным мерилом. В конкуренции, в соревновании производителей выигрывала та сторона или то объединение, которое обладало большими капиталами, которое могло развернуть более крупное и специализированное производство. Так дело обстоит на протяжении последнего столетия, таким во многом оно продолжает оставаться и в современном буржуазном обществе. Однако сейчас уже просматриваются и некоторые новые моменты, говорящие о новой роли науки в общественном производстве и общественной жизни в целом.

Раньше соревновались труд менее напряженный и труд более напряженный, труд менее длительный и труд более длительный, труд менее квалифицированный и труд более квалифицированный, труд менее кооперированный и труд более кооперированный, труд менее специализированный и труд более специализированный, труд менее механизированный и энерговооруженный и т. д. и из соотношения и усреднения этих элементов и образовались общественно необходимый уровень затрат труда и вся «арифметика» более или менее рентабельного и эффективного производства. Эти условия, конечно, всегда будут играть свою роль в производстве и стремлении организовать его наиболее эффективно. Но сейчас наряду с ними начинают играть немалую, а чем дальше, тем все более решающую роль другие условия, обстоятельства, непосредственно связанные с развитием науки.

Современная, индустриально организованная наука в состоянии быстро решать сложнейшие проблемы качественного преобразования производства. Создается возможность ускоренно получать принципиально новые типы таких машин, приборов, веществ, технологий и т. д., которые способны вызывать «перевороты» в

идеального и вместе с тем практического богатства, является лишь одной из сторон, одной из форм, в которых выступает развитие производительных сил человека, т. е. развитие богатства» [1, т. 46, ч. II, с. 33].

различных областях производства и тем самым отбрасывать конкурентов на много лет назад. Все чаще возникают такие ситуации, когда наибольшая эффективность общественного труда и высшая рентабельность производства являются следствием не обычных факторов экономии, а результатом принципиально новых научных решений. И подобно тому как равные затраты труда крестьянина в урожайный и неурожайный годы или одно и то же качество труда в богатых и бедных рудниках доставляет разные по эффективности результаты, так же и работа по различным научно-технологическим схемам может давать результаты, прямо не определяемые затратами труда и количеством применяемых машин.

Сами коренные условия общественной экономики (средний уровень общественно необходимых затрат труда и средний уровень техники производства) в этих случаях оказываются существенно зависящими от эффективности научных решений. Наука, таким образом, становится чем-то высшим, более значимым по отношению к прочим условиям. Иными словами, фактическая эффективность труда все более начинает зависеть от того, какими более высокими системными обстоятельствами она опосредована. С тех пор как орудия труда рабочего превращаются в средства массового производства, они и служат таким системным условием, которое опосредует эффективность труда рабочего. Ныне над самой техникой массового производства появляется еще одно системное условие — прогрессивность научного решения всей системы производства. Понятно, что большинство научных достижений в той или иной форме воплощается в технику и в этом смысле как бы усиливает значение фактора «овеществленного труда» (средства производства и накопленное богатство). Но это только одна сторона дела. Другая заключается в том, что главным фактором и действительным стимулятором прогресса общественного производства на нынешнем уровне развития производительных сил уже является не просто «техническая вооруженность», а *научная база технического прогресса*. Так, через ряд опосредований наука становится господствующим над производством системным фактором.

Специфика современного этапа развития производительных сил, видимо, заключается в том, что наука выступает не единственным господствующим над производством фактором, а в союзе с факторами «овеществленного труда» и «социальных условий».

В соответствии с новыми потребностями и новыми возможностями общественного производства наука бурно развивается, ныне уже миллионы людей в мире заняты профессионально научной деятельностью. Эффективность применения науки в производстве в целом уже не требует доказательств. Научная и проектно-конструкторская подготовка промышленного производства превратилась в самостоятельную сферу производства, причем такую, которая по масштабам и стоимости в ряде случаев превышает размеры соответствующего материального производства. Научно-производственные фирмы и объединения, институты, обслужи-

вающие отрасли и направления, целая система академических, учебных и прикладных научных организаций охватывают ныне не только материальное производство, но практически все сферы жизни общества. Так наука идет к своему апогею, к тому положению, которое К. Маркс определил как «господствующее начало, охватывающее все общественное производство».

В современных условиях наука действительно выступает наиболее революционным элементом развития производительных сил, но рядом с ней важнейшим фактором общественной экономики остается «природный дар общественного труда», на максимальной реализации которого в определяющей степени основываются преимущества социалистической системы хозяйства. Выдвинутая XXIV и XXV съездами партии историческая задача соединения достижений научно-технической революции с преимуществами социализма еще раз подчеркивает необходимость создания полного простора действию обеих главных тенденций развития производительных сил, а также тот факт, что наивысшая эффективность производства достигается только при их органическом сочетании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы проследили, как один за другим «вечные» факторы и условия общественного производства — природные условия, живой труд, овеществленный труд, аккумулированный в средствах производства, и, наконец, наука — развивались и в определенных исторических условиях становились ведущими факторами, «господствующими» над производством. При этом самое интересное с методологической точки зрения, как уже отмечалось, заключается в том, что всякое восхождение того или иного фактора к своему апогею и последующее «погружение в основание» приводят к тому, что само общее основание расширяется и обогащается. «Вечные» факторы остаются вечными, но история их расцвета и смены рассказывает нам о структуре и общих закономерностях общественных систем, дает наглядный пример «сменных структур». Из этого анализа вместе с тем, несомненно, вытекает и вывод о том, что общество в известном смысле существует не только как данная конкретно-историческая реальность, но и как некая общепроизводственная реальность, суммирующая и органически сочетающая в себе все действительные достижения исторического развития. Достигнутая обществом ступень развития (общественно-экономическая формация) является вместе с тем носителем неких итоговых качеств и свойств цивилизации в целом.

Анализируя те или иные общественные процессы, наука может сосредоточивать свое внимание в одних случаях на накоплении элементов материальной и духовной культуры, а в других случаях, наоборот, на смене одних исторических форм другими,

прежнего содержания новым. Однако различие этих аспектов или разная степень их изученности отнюдь не меняет того факта, что в реальных явлениях то и другое существуют всегда вместе. В данном случае мы стремились выявить исторические структуры развития основных факторов производительных сил и в связи с этим подчеркивали значение исторически меняющегося ведущего фактора. Иными словами, здесь был сделан акцент на выделении новых форм и специфике этапов, а соответственно — и на понимании общей структуры систем явлений и субординации действующих факторов. Конечно, более детальный анализ, раскрывающий не только общие этапы развития, но и саму динамику соотношения этих факторов между собой на каждом историческом этапе, покажет и много других интересных явлений, однако это уже задача специального исследования.

Для полноты общей картины необходимо также рассмотреть вопрос о том, как *социальный фактор* (социальные условия), являющийся одним из «вечных», постоянных условий функционирования и прогресса общественного производства, достигает своего наивысшего развития и становится на определенном историческом этапе господствующим условием восходящего движения производительных сил. Здесь мы опять сталкиваемся с двумя аспектами рассмотрения проблемы. С одной стороны, она должна быть рассмотрена в плане взаимодействия производительных сил и производственных отношений, когда выясняется, как и на каких этапах данная общественная система способствует или препятствует развитию производительных сил. Это традиционный в марксизме общесоциологический аспект проблемы. И марксистско-ленинская теория, и социальная практика неопровержимо доказали, что общественные условия играют огромную стимулирующую или, напротив, тормозящую роль в развитии производительных сил на каждом историческом этапе, в каждой общественно-экономической формации; в периоды же революционных переходов от одной формации к другой эта сторона дела становится решающей. Другой аспект проблемы — тот, который мы в данном случае и имеем в виду, связан с анализом изменения роли социального фактора, и, в частности, с выяснением вопроса о том, в какую общественно-историческую эпоху этот фактор достигает своего высшего развития, становясь универсальным условием прогресса общественных производительных сил и впервые в истории превращаясь в фундаментальное внутреннее условие развития главной производительной силы — человека.

Люди во все исторические эпохи представляют собой основную производительную силу. Но только социалистическое, коммунистическое общество, обращая все достижения труда и знания на благо и всестороннее развитие человека, делая развитие человеческих сил (см. [1, т. 25, ч. II, с. 387]) своей главной целью, осуществляет освобождение труда, устраняет его коренное социальное противоречие, превращает труд из тяжелой обязанности

и источника средств существования в дело творчества, в способ высшего самовыражения человека. Именно таким образом социалистический, коммунистический общественный строй становится господствующим системным условием прогресса производительных сил. Благодаря этому при коммунизме обе линии развития производительных сил — и «социально-экономическая», и «технологическая» — сходятся и взаимодополняют друг друга. Формулируя этот принцип, В. И. Ленин говорил, что только социализм даст возможность широко распространить науку и постоянным образом подчинить общественное производство и распределение социалистическим научным принципам, обращающим все достижения экономики, науки и культуры на службу интересов трудового народа. В понимании этой истины, подчеркивал он, заключается «вся трудность марксизма и вся сила его» [2, т. 36, с. 381].

Социализм и коммунизм создают для развития новых черт общественного производства более адекватные условия и тем самым превращают их в свои системные преимущества. Подобно тому как силы труда в условиях капиталистического производства становятся силами капитала, так и наоборот, в условиях социализма все силы общественного развития становятся силами социализма, силами, работающими на новую общественную систему социализма. Вполне естественно и закономерно, что роль социального фактора, социальных условий достигает своего апогея только при социализме и коммунизме, так как именно для этого строя и типа общества планомерное решение действительных, коренных социальных проблем становится возможным и посильным, превращается в главную цель. Не подлежит сомнению, что ни в какую из предшествующих эпох человеческой истории, ни при каких других общественных порядках это было невозможно.

Из всех «вечных» факторов, обуславливающих эффективность общественного производства, социальный фактор (условия) является самым «непроизводительным», «нетехнологическим», самым, казалось бы, несвязанным с производством непосредственно. И тем не менее он становится при коммунизме фактором, «господствующим над производством». Дело здесь в том, что к этому периоду коренным образом меняется ситуация в общественном производстве. Теперь уже практически все главные, так сказать, «технологические» факторы, обуславливающие его эффективность, выступают в своих развитых формах. Благодаря этому складывается совсем новое их соотношение, существенно меняется характер взаимодействия. Именно в этих условиях социальный фактор и становится, как говорил Маркс, витающей над производством более высокой предпосылкой [1, т. 46, ч. II, с. 34].

Новый социальный строй утверждает общественную собственность на средства производства, социальное равенство и коммунистические общественные отношения. Этот строй опирается на такой базис, сама природа которого требует целесообразных форм

централизованного хозяйства и управления. Этот строй осуществляет освобождение труда и обращает все достижения труда, науки и культуры на благо народа, на улучшение жизни и всестороннее развитие человека.

Такой социальный строй, строй коммунистический, преобразует и труд, и средства производства, и науку, он преобразует их содержание и взаимоотношения. В этом отнюдь не технологическом смысле он и становится фактором, «господствующим над производством», ускоряющим развитие всей общественной системы. Именно благодаря коммунистическим общественным условиям обеспечивается «свободное, ничем не стесненное», прогрессивное и универсальное развитие производительных сил...» [1, т. 46, ч. II, с. 33]. В этом и состоит в конечном счете одна из глубочайших идей коммунистического учения.

Мы рассмотрели лишь самые общие аспекты этой важной и интересной проблемы, делая акцент прежде всего на ее системном содержании. Нет сомнения, что более детальное и всестороннее осмысливание взглядов Маркса на историю производительных сил, более глубокая современная разработка этих вопросов позволят существенно обогатить наши представления о современной научно-технической революции, точнее определить соотношение социального и научно-технического прогресса, обстоятельнее раскрыть естественноисторическую необходимость порождения коммунизма самим прогрессом развития производительных сил.

Но рассмотренный здесь материал имеет и более широкое методологическое значение. Анализ исторически сменяющихся друг друга общественно-экономических формаций или, более узко, сменяющихся друг друга доминантных структур в развитии производительных сил отчетливо обнаруживает очень своеобразный феномен, который мы обозначили как «сменные структуры». В неорганической и даже органической природе подобные явления — исключение. В обществе же они образуют одну из наиболее типичных черт диалектики общественного развития. Следует подчеркнуть, что именно принцип системности помогает выявить некоторые характерные черты такого рода явлений. Это, во-первых, тот факт, что всякая реальная общественная система опирается на свое специфическое базисное начало (тип производства) или ведущий фактор (господствующее условие) развития, которые определяют место и удельный вес всех других явлений и отношений системы, модифицируют их с точки зрения общесистемного целого. Иными словами, каждая исторически конкретная общественная структура отражает господствующие отношения данной системы, общую природу и детерминацию происходящих в ней процессов. Вместе с тем она преходяща и под напором сил исторического прогресса преобразуется в новую системную целостность, в рамках которой утверждается иное «генеральное» системное качество. В этом и состоит феномен сменных структур: общество развивается, качественно меняя свою внутреннюю структуру.

Принцип системности позволяет вскрыть тот факт, что общественное развитие осуществляется также и по законам расширения и накопления оснований человеческой цивилизации. Поэтому социально-исторический анализ, фиксируя сменяющие друг друга общественные структуры, призван отмечать не только историческую необходимость замены социально-экономических органов низших ступеней более высокоразвитыми, но и момент преемственности, в соответствии с которыми каждая ступень развития общества вносит определенный вклад в развитие производительных сил, в общественно-исторический опыт человечества, в «копилку» культуры и научного знания.

Таким образом, принцип системности, подчеркивая эти аспекты диалектики общественного развития, тем самым помогает исследователю выявить их закономерный и типичный характер, а в конечном счете — органически соединить синхронический структурный анализ с конкретно-историческим подходом, более объемно и точно воссоздать картину изучаемых явлений и процессов во всем богатстве их реальных проявлений и теоретических описаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч.
2. Ленин В. И. Полн. собр. соч.
3. Анохин П. К. Опережающее отражение действительности.— Вопросы философии, 1962, № 7.
4. Гегель Г. В. Ф. Соч., т. II. М., 1934.
5. Кузьмин В. П. Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М., 1976.
6. Павлов И. П. Соч., т. 3. М.—Л., 1949.

ОБ ИСХОДНЫХ ПОНЯТИЯХ ФОРМАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ЦЕЛОСТНОСТИ

Г. А. СМИРНОВ

В статье [8] мы ввели различие двух типов целостных объектов: единого и цельного. Единый объект — это идеальный объект, каждый элемент которого не содержит определенностей, независимых от определенностей других элементов; элемент цельного объекта, напротив, может иметь определенность, независимую от определенностей других элементов. Наряду с независимыми определенностями все элементы цельного объекта должны обладать определенностями, зависимыми друг от друга. Взаимозависимые определенности цельного объекта образуют *связь* независимых определенностей.

Как мы выяснили в указанной статье, решение проблемы определения идеального целостного объекта требует прежде всего введения объектов особого типа — единых объектов. В данной статье мы попытаемся более тщательно проанализировать типологическую характеристику идеальных целостных объектов, что даст нам возможность затем сформулировать особенности и принципы построения формальной теории целостных объектов. Завершим мы статью построением элементарного фрагмента этой теории, содержащего универсум единых объектов.

* * *

Задачу определения типа целостного идеального объекта облегчит сопоставление с хорошо известными идеальными объектами-множествами. Анализируя в [8] понятие множества, мы пришли к выводу о том, что объекты типа множества являются таким многообразием самостоятельных определенностей, которое имеет внешнее основание своего единства в виде некоторого объекта, выполняющего функцию связи.

Попробуем дать более отчетливое представление о том способе объединения многообразия в единство, которое позволяет получить объекты типа множества. Разъясняя способ образования множества, Н. Н. Лузин прибегает к такому наглядному образу: «Представим себе некоторую прозрачную непроницаемую оболочку, нечто вроде плотно закрытого мешка. Предположим, что внутри этой оболочки заключены все элементы e данного множества M и что, кроме них, внутри оболочки никаких других предметов

не находится. Эта оболочка с предметами e , паходящимися внутри нее, и может служить образом множества M , составленного из элементов e . Самая же эта прозрачная оболочка, охватывающая все элементы (и ничего другого, кроме них), довольно хорошо изображает тот акт объединения элементов e , в результате которого создается множество M » [6, с. 8]. Этот образ весьма точно выражает представление о том, что множество формируется путем простого акта объединения, собирания вместе объектов, включаемых в него в качестве элементов. «Множество есть многое, мыслимое нами как единое» (6, с. 8) — это канторовское определение множества, выраженное Н. Н. Лузиным в лапидарной форме, утверждает, что множество есть не что иное, как многообразие, каким-то образом отграниченное от всего остального. Так ли это на самом деле?

Многообразие состоит из таких объектов, которые не могут иметь одни и тот же вид. В многообразии нет никаких средств, позволяющих отличить один объект вида A от другого объекта, имеющего тот же вид A .

Два объекта, имеющие один и тот же вид, должны различаться по крайней мере местом в некотором пространстве, в наличной сумме мест. В противном случае они будут неотличимыми друг от друга объектами. Но объекты, характеризующиеся определенным местом в данной сумме мест, представляют уже не многообразие отдельных объектов, а некоторое единство этого многообразия, создаваемое за счет суммы мест. *Чистое многообразие отдельных объектов не может включать два тождественных по своему виду объекта, так как в нем нет средств различения и соотношения этих объектов.* Многообразие объектов — это отличные друг от друга независимые определенности, никак не соотносящиеся друг с другом.

Более того, в многообразии вообще нет средств различения отдельных объектов. Объединение объектов в множество, т. е. такое единство, в котором можно различить отдельные элементы, невозможно, если в каждом элементе наличны только безотносительные определенности и нет характеристик, указывающих на любой другой элемент, как отличный от данного. *Элементы множества всегда обладают признаками, отличающими их друг от друга.* Эти признаки задают отрицательную, соотносительную определенность каждого элемента, отличающую и соотносящую его с другими элементами данного множества. Каждый элемент множества является сопряжением положительной и отрицательной определенности, имеет две характеристики — безотносительную к другим элементам и соотносительную с ними.

Поэтому множество *не есть* многое, не есть многообразие объектов, выделенное путем указания его границы. Образование множества объектов никоим образом нельзя представлять как простое объединение объектов из некоторого многообразия. Акт объединения в одно множество невозможен без осуществления

процедуры различения, задающей соотносительные различия безотносительных определенностей. Предметы, находящиеся в мешке (если воспользоваться образом Н. Н. Лузина), будут представлять не один предмет (единство, неразличенное само по себе), но будут отличными друг от друга элементами данной совокупности за счет того, что они занимают разные места в соотносительной сумме мест, наличной в этом мешке.

Существование соотносительных различий элементов любого множества проявляется не только в возможности образования множества — единства элементов, различие которых полагается как нечто объективно присущее им самим. Все те операции над множествами, которые используются в теории множеств в качестве средств образования и преобразования объектов, предполагают наличие соотносительных различий элементов каждого множества. Рассмотрим для примера операцию объединения двух множеств.

Множество M_s будет суммой множеств M_a и M_b , если множество M_s состоит из элементов множеств M_a и M_b и только из них. Пусть $M_a = \{x, y\}$, $M_b = \{z, w\}$, тогда $M_s = \{x, y, z, w\}$.

Каким образом мы устанавливаем, что M_s является суммой M_a и M_b ? Мы вычленим из M_s один из элементов, например обладающий положительной определенностью z , и сопоставим ему элемент множества M_a . Если элемент M_a обладает той же самой положительной определенностью, то мы переходим к установлению соответствия других элементов M_s элементам M_a . Если же элемент M_a имеет положительную определенность, не совпадающую с z , то мы выбираем другой элемент M_a и сопоставляем его с элементом M_s , обладающим определенностью z . При этом вычленении и сопоставлении z_{M_s} (элемент z из множества M_s) не изымается из множества M_s , он берется как сохраняющий свое отличие и свое соответствие с x_{M_s} , y_{M_s} , w_{M_s} .

Если бы x_{M_s} , y_{M_s} , z_{M_s} , w_{M_s} были объектами, обладающими только безотносительной определенностью, ограниченным многообразием, то вычленение объекта z_{M_s} из многообразия в качестве элемента совокупности $M_u = \{z_{M_s}, x_{M_a}\}$, образование которой необходимо для сопоставления указанных элементов двух множеств, приводило бы к разрушению как M_s , так и M_a , поскольку изымало бы z_{M_s} и x_{M_a} из их границ.

С другой стороны, множество, образованное из этих элементов, состояло бы не из z_{M_s} и x_{M_a} , а из безотносительных определенностей z и x . Задание такого множества $M'_u = \{z, x\}$ не привело бы к сопоставлению элементов M_s и M_a , поскольку в множестве M'_u различны не элементы M_s и M_a , а безотносительные к этим множествам определенности. Тот факт, что сопоставление элементов множеств, установление соответствия их положительных определенностей не приводит к разрушению сопоставляемых множеств, свидетельствует о наличии не внешнего объединения положительных определенностей, а такого объединения, которое осуществляется путем

наделения положительных определенностей соотносительными признаками. Эти признаки не исчезают при любых сопоставлениях этих элементов. Множество $M_u = \{z_{M_s}, x_{M_a}\}$ имеет элементы с безотносительными друг по отношению к другу определенностями z_{M_s} и x_{M_a} . Как z_{M_s} , так и x_{M_a} остаются в соотношении с другими элементами своих множеств и в то же время входят в состав элементов нового множества M_u . Только в силу этого множество M_u выполняет функции множества, сопоставляющего элементы M_s и M_a . Возможность образования множества из элементов разных множеств (а не только из положительных определенностей, характеризующих элементы) выявляет внутреннюю соотношенность элементов множества, наличие в каждом элементе признака, соотносящего его с другими элементами множества.

Соотносящие признаки являются признаками различающими и не только потому, что они позволяют отличить элементы, имеющие одинаковую безотносительную определенность. Для сопоставления элементов разных множеств, например M_a и M_s , необходимо всем элементам M_a сопоставить все элементы M_s . Установив соответствие x_{M_s} элементу x_{M_a} , мы должны установить соответствие других, отличных от x_{M_s} , элементов M_s другим, отличным от x_{M_a} , элементам M_a . Необходимо перейти от x_{M_s} к другим, отличным от него, элементам M_s . Такой переход предполагает наличие признака, отличающего элемент x_{M_s} от других элементов множества M_s и только от них.

Таким образом, множество есть такое единство безотносительных определенностей, которое задается путем сопряжения этих определенностей с определенностями, соотносительными друг с другом. Все элементы характеризуются отрицательными определенностями, наличием признаков, различающих их в качестве элементов одного объекта.

Различающие признаки составляют связь безотносительных определенностей. Наличие такой связи является предпосылкой образования объектов теории множеств и оперирования с ними, проявляющейся в различении ранее неразличенных объектов в качестве разных элементов одного множества и в возможности установления соответствия между элементами разных множеств. Нельзя образовать множества из многообразия безотносительных определенностей, если нет связи, нет набора различительных признаков, конституирующих соотносительную определенность элементов множества. В объектах многообразия нет различительных признаков. Выделение ряда объектов из многообразия посредством внешнего отграничения не приводит к возникновению этих признаков. Если соотносительные признаки не содержатся в многообразии, они должны быть чем-то независимым от него. Если можно из многообразия объектов образовать множество, то должно быть нечто независимое от многообразия, могущее выступить в качестве основания единства.

Образование объекта предполагает, что те сущности, из кото-

рых он образуется, независимы друг от друга. Если в объекте могут быть выделены только взаимозависимые определенности, эти определенности нельзя рассматривать в качестве тех начал, из которых образуется данный объект; в этом случае объект является простым (неделимым). Множество представляет собой сложный объект, образованный из многообразия, поскольку безотносительные определенности, наличные в множестве, задаются независимо от множества в качестве условия его образования. В теории множеств принимается принцип экстенциональности, согласно которому всякое множество определяется его элементами, более точно — безотносительными определенностями входящих в него элементов. Множества, рассматриваемые в этой теории, являются объектами, образуемыми из таких определенностей, которые не соотносятся друг с другом, в частности, из элементов различных множеств.

Либо мы полагаем множество как сложный объект, образованный из многообразия не соотносящихся друг с другом объектов, и тогда для получения множества необходимо начало, определяемое независимо от многообразия, либо мы должны рассматривать множество как простой и неделимый объект. Объекты теории множеств полагаются как сложные, образуемые из многообразия. Поэтому полагание независимо от многообразия определяемой связи составляет необходимую предпосылку образования множеств.

Наличие связи как объекта, состоящего из отрицательных определенностей, проявляется в актах образования множеств; наличие связи как необходимой характеристики множества, как основы единства уже образованного множества проявляется, как мы показали, в способах оперирования с объектами теории множеств. Однако полагание связи является такой предпосылкой теории множеств, которая не фиксируется и не анализируется в рамках этой теории. Теория множеств ограничивается исследованием соответствий между положительными определенностями элементов разных множеств, оставляя в стороне вопрос об основании возможности такого сопоставления, равно как и вопрос о предпосылках образования самих объектов типа множества.

Таким образом, проблема определения целостного идеального объекта является прежде всего проблемой определения объекта-связи, т. е. основания единства сложного объекта. Связь — это единый объект, содержащий соотносительные определенности, различительные признаки. Целостный объект любого типа содержит в составе определенностей своих элементов отрицательные определенности. Мы теперь непосредственно перейдем к рассмотрению возможности полагания такого объекта.

Каждый элемент единого объекта должен обладать только такой определенностью, которая не является независимой от определенности другого элемента. Элементы единого объекта должны быть не безотносительными, самостоятельными определенностями,

а соотносительными, взаимно предполагающими друг друга. Анализ «Парменида» Платона, проведенный в статье [8], убедил нас в том, что если в объекте в качестве его элементов можно выделить по крайней мере две сосуществующие определенности, то такой объект распадается на многообразие независимых объектов. Действительно, если определенность A существует наряду с определенностью B , то это говорит о том, что существование A не предполагает существования B . B могло быть предпосылкой образования A ; но, будучи образованной, определенность A не нуждается в B в качестве условия своего существования. Определенность B будет предпосылкой существования A , A будет предполагать B , если полагание определенности A будет результатом предшествующего полагания определенности B . A и B будут взаимно предполагать друг друга, если полагание одной определенности будет следствием предшествующего полагания другой. Только в том случае, если одна определенность (A) исчезает, сменяясь другой (B), существование A составляет предпосылку существования B . A и B будут иметь соотносительную, отрицательную определенность, если полагание определенности A не просто предшествует полаганию определенности B (и наоборот): сами определенности A и B должны существовать только в процессе перехода друг в друга. *A и B должны являться определенностями, конституируемыми в процессе различения и не существующими вне этого процесса.* Наличие конститутивной процедуры различения, состоящей в смене определенностей, полагаемых этой процедурой,— необходимое условие образования единого объекта. Только в качестве моментов такой процедуры каждый элемент обладает не безотносительной определенностью, а такой, которая указывает на определенность других элементов, соотносится с ними.

Целостный идеальный объект любого типа возможен только как процесс конститутивного различения элементов, в котором никакие два элемента не сосуществуют друг с другом. Элементы могут иметь не только соотносительные признаки, но за счет соотносительных признаков конституируется само членение целостности на элементы. Элементы целостности — определенности, возникающие в результате исчезновения друг друга.

Таким образом, элементы единого объекта, подобно элементам любой целостности, характеризуются не только тем, что они такое (эссенциальная характеристика), но и способом их существования (экзистенциальная характеристика). Нельзя определить, что такое элемент A , не указывая на элемент B , в котором A исчезает; поскольку определенность A существует только в процессе различения, эссенциальная определенность A не отделима от экзистенциальной определенности этого элемента. Только для безотносительных определенностей возможно отделить то, что они есть, от последовательности актов их полагания, которая и является предпосылкой полагания этих определенностей, а явля-

отся внешне задаваемой последовательностью актов, независимых друг от друга. Одна безотносительная определенность (A) может быть дана независимо от другой (B), поэтому A и B могут как сосуществовать, так и следовать друг за другом. Взаимоотношение A и B будет определяться чем-то иным, какой-то другой определенностью C , задающей экзистенциальную характеристику, способ взаимотносительного полагания A и B , имеющих независимую друг от друга определенность.

Соотносительные элементы, таким образом, должны конституироваться в процедуре различения, не отделимой от процесса их взаимоотношения. Почему мы рассматриваем чисто логическую процедуру — процедуру различения — в качестве экзистенциальной характеристики единого объекта?

Целостный идеальный объект должен представлять собой такое единство многообразия, которое имеет основание в нем самом. И единство, и различия, выделяемые в целостном идеальном объекте, должны быть наличны в нем самом. В противном случае вместо внутренне обусловленного единства многообразия (целостности) мы будем иметь внешне обусловленное единство многообразия (множество). Если единство теоретико-множественных объектов, соотносительные различия элементов, проявляется только в тех актах различения и соотнесения, которые производит субъект в ходе выполнения операций над этими объектами, не фиксируется в самих объектах, то образование целостного объекта требует постулирования основы единства в качестве характеристики самого целостного объекта. Процедура различения должна быть не логической, субъективной процедурой, а объективной процедурой полагания соотносительных различий; эта процедура и есть сам объект. В отличие от множества — многообразия данных независимо друг от друга положительных определенностей, объединяемого за счет внешней процедуры, целостный объект представляет процедуру конституирования различий, не могущих иметь места вне этой процедуры. В этом случае многообразие различенного будет результатом такой процедуры, которая в то же время является основанием единства этого многообразия; не потребуются задания никакого внешнего способа объединения этих различий.

Логическое определение типа единого объекта как целостности, содержащей только взаимопредполагающие, взаимообуславливаемые определенности в качестве характеристик своих элементов, превращается в объективное определение, в процедуру конституирования элементов, если это определение задает способ существования элементов, способ их данности. В том случае, когда единый объект состоит из двух элементов, логическому выражению « A и B взаимоотношают друг друга» соответствует процедура возникновения и уничтожения определенностей как процесс конституирования A и B , в котором A возникает за счет исчезновения B (и наоборот); A и B исключают друг друга,

одна определенность полагается как отличная от другой, как не-другая, но один элемент не внешне отличен от другого, он находится в процессе различения, поэтому A исчезает и возникает B . В процессе возникновения и уничтожения A и B являются исключаящими и предполагающими друг друга.

Поскольку A и B сами включены в объективный процесс соотношения, в процесс возникновения и уничтожения определенностей как моментов процедуры конститутивного различения, они затем могут быть и логически соотносены друг с другом.

Построение теории идеальных целостных объектов требует включения всех предпосылок логических процедур, могущих быть осуществленными над этими объектами, в качестве характеристик объектного универсума. Логические процедуры — это определенный способ соотношения. Если соотносительность определенностей является внешней, если процедура соотношения рассматривается как выходящая за рамки универсума объектов теории, то такая теория будет не теорией целостных объектов, а теорией внешне объединенных, независимо друг от друга данных определенностей. Объектный универсум теории целостных объектов должен быть завершённым; единые объекты — это процедуры соотношения, не отделяемые от соотносимых элементов; в цельных объектах и то, что соотносит (связь), и то, что соотносится (независимые определенности), равным образом должно принадлежать самому универсуму.

Формальная теория целостного объекта рассматривается нами как теория, формулирующая правила сопряжения простых процедур конститутивного различения в более сложные. Результат любого сопряжения должен представлять процедуру различения, конституирующую свои собственные элементы. Сложные процедуры различения будут включать разные типы соподчинения, иерархии простых процедур. При этом возникает естественный вопрос: что может рассматриваться в качестве эмпирической интерпретации такого рода конститутивных процедур? Прежде чем приступить к формальному построению самого элементарного фрагмента этой теории, необходимо указать реальные образования, репрезентирующие по крайней мере исходные идеальные объекты теории.

Любое полное изложение теории множеств начинается с указания примеров, иллюстрирующих исходную интуицию множества: кучи камней, стаи птиц и т. п. (см., например, [1, с. 13], [6, с. 7]). Наличие подобных примеров не означает, что в математической теории будет идти речь о птицах или камнях, их назначение — путем указания реальностей, которые даны или могут быть даны любому человеку и обладают непосредственной достоверностью, задать изначальную интуицию идеального объекта, расчленение и развертывание которой и является задачей данной теории.

Какие реальные образования мы можем указать в качестве

эмпирического примера простейшего единого объекта — процедуры конститутивного различения двух элементов (диады)? Очевидно, что интуицию диады нельзя задать путем указания объекта, данного в чувственном восприятии. В чувственном восприятии мы всегда имеем многообразие, состоящее из отдельных, независимых друг от друга определенностей. Мы можем, например, воспринимать реальные определенности *A* и *B* в качестве сосуществующих или имеющих последовательное существование; такое восприятие включает восприятие *A*, восприятие *B* и восприятие их пространственного и временного отношения. Необходимость наличия *A* для возникновения *B*, данность *A* и *B* как моментов одного процесса не является предметом восприятия. В восприятии любая последовательность и сосуществование, любое соотнесение выступают как пространственно-временное соотнесение, не конституирующее моменты соотнесения, а сопологающее какие-то сами по себе наличные определенности. Не было бы нужды ни в какой науке, если бы необходимость соотношения была предметом восприятия.

Простейшая процедура конститутивного различения — диада может быть репрезентирована не в актах восприятия, а в актах жизнедеятельности. Человек есть существо не только познающее и воспринимающее, он характеризуется прежде всего сменой различных состояний, внутренне присущих ему. Примерами подобных состояний являются процессы дыхания и движения — те процессы, которые характеризуют человека как живое существо. Человек жив, пока дышит. Дыхание — это смена вдоха и выдоха, двух состояний, каждое из которых не может существовать без другого. Соотнесенность вдоха и выдоха как моментов одного процесса осознается каждым человеком с такой же достоверностью, как и различие этих моментов. Аналогично этому движение человека — это непосредственно сознаваемая смена соотносящихся моментов мускульного напряжения и расслабления. Дыхание может рассматриваться в качестве реального образования, репрезентирующего диаду; вдох исключает и предполагает выдох (и наоборот), возникновение одного элемента возможно только при исчезновении другого. Вдох и выдох не могут существовать вне процесса дыхания; дыхание конституирует вдох и выдох в качестве своих моментов.

Дыхание как смена вдоха и выдоха, движение как смена напряжения и расслабления при таком подходе рассматриваются как первичные, исходные конститутивные процедуры; жизнедеятельность человека при таком способе рассмотрения предстает как сопряжение этих процедур, как некоторая *n*-арная процедура, включающая и дыхательные, и мускульные процессы, и многие другие репрезентации бинарных процедур различения.

Подобным образом и другие реальные целостные образования можно представить как состоящие из диад сложные процедуры различения. Мы ограничимся сказанным, поскольку наша цель —

дать такой пример простейшего целостного объекта, который обладал бы непосредственной достоверностью, т. е. задать исходную интуицию формальной теории целостности, тип объектов этой теории,— является выполненной. Дальнейшее уточнение этой интуиции должно опираться на формальные построения, эксплицирующие способы сопряжения простых процедур в сложные.

В этой связи отметим, что понимание целостного идеального объекта как процедуры конститутивного различения, равно как и представление о теории целостного объекта как включающей все предпосылки образования и преобразования объектов в качестве характеристик самого универсума, связано с определенной логико-философской и научной традицией. Учение о противоположностях, лежащих в основании всего сущего, со времени античности и до наших дней составляет ключевой момент любой диалектической системы. Как известно, это учение представляет собой не только учение о сущем, не только онтологию; оно задает способ образования идеальных объектов, логику теоретических построений. Мы рассмотрим некоторые логические аспекты этого учения с целью их сопоставления с характеристиками идеальных объектов формальной теории целостности. Естественно, мы не претендуем в этой логико-математической теории выразить все богатство диалектического учения о единстве и борьбе противоположностей в наиболее развернутой форме представленного в философии диалектического материализма. Мы укажем лишь, в чем состоят сходство и отличие формальных построений теории целостностей и тех диалектических систем, в которых особое внимание уделялось изложению логической стороны учения о противоположностях,— систем Платона и Гегеля.

Исходной интуицией этих систем является представление не об отдельных определенностях, а о парах определенностей (противоположностях), в каждой из которых одна определенность взаимообусловлена другой. При этом можно выделить два разных понимания противоположностей. При одном понимании противоположности рассматриваются как определенности, различные друг от друга; каждая определенность не содержит в себе другую, а соотносится с другой. Такого взгляда придерживается Платон: «Сама противоположность никогда не перерождается в собственную противоположность» (Федон, 103 в) [7, с. 74—75], поэтому очевидно, что «противоположность никогда не будет противоположна самой себе...» (Федон, 103 Е) [7, с. 75].

Иную позицию в этом вопросе занимает Гегель. В любом понятии, как утверждает в гегелевской «Науке логики», «должно быть показано, что оно как таковое уже есть своя противоположность, что в него, взятого в нем самом, уже проникла его противоположность, что оно уже само по себе есть нечто вышедшее за пределы самого себя — определенность» [4, с. 88]. В каждой определенности есть отрицание ее самой, задающее переход от данной определенности к другой. «Тем, с помощью чего по-

пятие ведет само себя дальше, является то... отрицательное, которое оно имеет в самом себе...» [4, с. 35].

Гегель настаивает не только на наличии противоположностей; он утверждает наличие противоречия в любой определенности: «в одном и том же отношении существует нечто в самом себе и его отсутствие, отрицательное его самого» [4, с. 521].

Поскольку введенное нами определение бинарной процедуры различения задает фиксированное различие соотносящихся определенностей, то в нем можно усмотреть некоторую аналогию с платоновским пониманием противоположностей. Однако в другом аспекте, а именно в понимании соотношения этих определенностей как экзистенциальной характеристики противоположных определенностей, наше определение бинарной процедуры различения отличается от платоновской. Платон устами Сократа задает вопрос: «Если существуют две противоположные вещи, необходимо ли, чтобы одна непременно возникла из другой, ей противоположной?» (Федон, 70e) [7, с. 30]. Отвечает он на него как будто бы положительно: «на деле это непременно так: противоположности возникают одна из другой и переход этот обоюдный» (Федон 71в) [7, с. 31]. Однако для Платона такой ответ имеет силу только в отношении противоположных вещей, а не противоположностей самих по себе. Только то, что причастно определенностям, а не определенности как таковые могут переходить друг в друга. Определенность различий, как и всякая определенность, связывается Платоном с отсутствием изменения любого типа; изменчивость, по Платону,— начало всякой неопределенности.

Единственный способ сохранения определенности, по мысли Платона,— это ее отграниченность, независимость, отдельность от любой другой определенности. Для отдельной, независимой определенности всякое изменение означает исчезновение этой определенности, перерождение ее в другую.

Оставляя в стороне анализ философских и гносеологических предпосылок такого утверждения, мы укажем чисто логическую несостоятельность этого взгляда. Платон исходит из представления, что всякое изменение неопределенно, что в нем отсутствует какая бы то ни было регулярность. Если изменение полагать таким образом, то тогда, действительно, сохранить определенность можно только путем полагания неизменных и независимых сущностей. По такому пути пошел Платон; этот же способ фиксации определенностей характерен и для математики. Если мы хотим построить математически точную и ясную теорию, то мы должны иметь дело с определенностями, имеющими четкое различие, мы не можем в рамках этой теории иметь дело с противоречивыми определенностями, по самой своей сути не обладающими ясно полагаемыми различиями.

Однако в математической теории наряду с тем, что понимается как объекты ее универсума, формулируются процедуры,

способы преобразования объектов, способы их регулярного, определенного изменения. Эти процедуры являются способами оперирования с объектами, фиксируемыми в языке теории или принимаемыми в качестве предпосылки осуществления тех или иных операций. В основе этих процедур преобразований объектов, как мы показали, лежат процедуры различений, задания соотносительных различий.

Не неизменность независимых определенностей (результатов различения), а неизменность процесса различения может быть основой полагания ясно очерченных различий. Если процедура изменения является первичной по отношению к определенностям, имеющим место в этой процедуре, если различия конституируются самой процедурой, то постоянство процедуры — основа четкой определенности соотносительных различий. Если же процесс изменения вторичен, если то, что изменяется, дано независимо от этого процесса, то изменение тогда будет состоять в элиминации определенности, вовлеченной в этот процесс. Либо мы должны вслед за Платоном отказаться от полагания изменений — и в этом случае универсум идеальных объектов будет представлять такое многообразие неизменных определенностей, которое в принципе нельзя объединить в одно целое, либо должны постулировать конституирующие определенности регулярные процедуры в качестве первичных объектов нашего универсума.

Построение такого универсума, как мы отмечали, предполагает включение в него всех предпосылок образования целостных объектов. Если в теории множеств то, что соотносено, является объектом, а то, что соотносит, — процедурой соотносения, осуществляемой субъектом, и отчасти фиксируется в языке теории, то в формальной теории целостности нет и не может быть такого разделения. В ней может быть либо отдельная процедура с соотносящимися элементами, либо одна процедура может выступать в качестве процедуры соотносения других процедур в рамках одной сложной процедуры, задающей членение на элементы. В любом случае и процедура, являющаяся основанием соотносения, и соотносимые процедуры принадлежат к объективному универсуму и являются частями одной процедуры, конституирующей соотносительные элементы — определенности, существующие только в рамках этой процедуры.

Целостные идеальные объекты могут быть заданы в рамках такой теории, в которой образование и преобразование объектов не апеллирует к существованию субъекта, к наличию тех или иных субъективных способностей. Теория множеств, как мы показали, неявно предполагает наличие субъекта, соотносящего и различающего элементы одного множества и элементы разных множеств.

Наиболее развернутое теоретическое обоснование такой концепции научной теории, как универсума идеальных объектов, образование и функционирование которых опирается на деятель-

ность субъекта, дано, как известно, в философии Капта. Необходимость отказа от представления о субъекте как о начале, порождающем различия внутри содержания теории, была ясно осознана Гегелем. В «Феноменологии духа» он противопоставляет дискурсивному мышлению, находящемуся вне предмета, внешне его расчленяющему, мышление в понятиях как единственно возможный способ полагания целостности. «...Как само дискурсивное мышление в своем негативном поведении... есть самость, в которую возвращается содержание, так самость, напротив того, в своем положительном познании есть представляемый *субъект*, к которому содержание относится как акциденции и предикат. Этот субъект составляет базис, к которому прикрепляется содержание и на котором то тут, то там совершается (его) движение. Иначе обстоит дело с мышлением в понятиях... это мышление не есть покоящийся субъект, неподвижно несущий акциденции, а есть понятие, которое само приводит себя в движение и принимает в себя обратно свои определения. В этом движении пропадает сам упомянутый покоящийся субъект; он проникает в различия и в содержание и скорее составляет определенность, т. е. как различаемое содержание, так и движение его, а не противостоит неподвижно этой определенности» [3, с. 33].

Введение процедур различения как исходных объектов формальной теории целостности опирается не только на логико-философскую традицию, но и на трактовку проблемы целостности в рамках системного исследования. Разбирая вопрос о способах членения целостности, о соотношении элементов внутри целого, И. В. Блауберг и Э. Г. Юдин пишут: «Как показала практика исследования сложных объектов, между их частями (а также и между частями и целым) существует не простая функциональная зависимость, а гораздо более сложная совокупность связей, в рамках которой причина одновременно выступает как их следствие, полагаемое как предпосылка. Иными словами, взаимозависимость частей здесь такова, что она выступает не в виде линейного причинного ряда, а в виде своеобразного замкнутого круга, внутри которого каждый элемент связи является условием другого и обусловлен им. Это обстоятельство было указано К. Марксом при анализе системы буржуазных экономических отношений и распространено на все органичные системы (см. K. Marx, Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie (Rohentwurf). В., 1953, S. 189)» [2, с. 125].

Таким образом, при системном подходе к исследованию сложного объекта наличие циклической процедуры, в которой элементы целого выступают как взаимопредполагающие друг друга, считается, вслед за Марксом, характерным признаком целостного образования.

Эти же авторы отмечают и другой необходимый признак, присущий целостным объектам. Системное исследование сложных объектов связано с вычлениением структуры, характеризующей

строение этих объектов. И. В. Блауберг и Э. Г. Юдин отмечают, что строение целостного объекта нельзя установить, не обращаясь к способу функционирования, к выявлению динамики существования изучаемого объекта. «Структура — не мертвый слепок с застывшего объекта, а характеристика тех инвариантных его аспектов, которые выявляются лишь в процессе анализа его реальной динамики. Следовательно, структурная характеристика — это, помимо всего прочего, характеристика динамическая» [2, с. 139]. Это обстоятельство делает «необходимым привлечение временных характеристик, благодаря чему время оказывается обязательным компонентом структурно-функционального описания. Но совершенно очевидно, что это не то историческое время, с которым имеет дело исследователь при анализе развития объекта, а особый тип времени, который можно было бы назвать временем функционирования» [2, с. 139].

Полагание идеального целостного объекта как процедуры конституирования элементов позволяет зафиксировать в идеальном объекте важнейшую характеристику целостности — а именно, что элементы целостного объекта даны в процессе, в динамике их взаимообусловленного существования. Необходимо с самого начала ввести в идеальный объект динамическую характеристику, задать объект как определенный процесс, процедуру, если мы хотим получить целостное идеальное образование.

Мы не будем останавливаться на анализе способов полагания идеальных объектов в различных науках, отметим лишь тот факт, что процедура различения выступает во многих из них в качестве процедуры полагания соотносительных определенностей. В наиболее явной форме это имеет место в лингвистике и семиотике, где выделение основных объектов производится на основе двоичного признака (см., например, статью Вяч. В. Иванова [5]).

В заключение статьи изложим формальное описание универсума единых объектов. Для этого введем символику, обозначающую определенные характеристики этого универсума, объекты, входящие в него, и способы образования этих объектов. С помощью символа D с нижними индексами будем фиксировать формальное введение комбинации символов, относящейся к универсуму теории единых объектов.

$D_1. U_e$ — универсум единых объектов.

Универсум U_e включает универсумы первичных объектов (диад) и универсум производных объектов (энад).

$D_2. U_d$ — универсум диад; $D_3. U_e$ — универсум энад.

Все объекты U_e имеют тип единых объектов, представляют целостности, содержащие n элементов. Каждый элемент обладает определенностью, соотносительной с определенностями других элементов.

$D_4. [E_{i_1}] \leftrightarrow \dots \leftrightarrow [E_{i_n}]_n$ (сокращенное обозначение γ_n) — объект универсума, содержащий $[E_{i_1}], \dots, [E_{i_n}]$ в качестве элементов; E_{ij} — определенность элемента.

После этих предварительных определений перейдем к описанию U_d и U_E .

1. Универсум диад U_d .

Универсум диад U_d включает начала, с помощью которых производится образование (определение) объектов, процедуру определения, а также результаты определения — объекты-диады.

D_5 . Ω_1 — начало бинарного различения;

D_6 . $\{S_i\}$ — конгломерат неопределенных субстратов.

Необходимость введения Ω_1 и $\{S_i\}$ связана с тем, что мы не можем просто постулировать такое многообразие отличных друг от друга объектов, каждый из которых является процедурой различения двух элементов, т. е. имеет нечто тождественное со всеми остальными объектами (расчлененность на два элемента). В соответствии с критериями построения теории, включающей все предпосылки, наличие различия и тождества первичных объектов требует постулирования начал, лежащих в основании тождества и различия.

D_7 . $\Omega_1(S_i) = [\alpha_{i_1}]_1 \leftrightarrow [\alpha_{i_2}]_2$ — процедура определения диад (процедура сопряжения начал Ω_1 и S_i).

D_8 Диада $[\alpha_{i_1}]_1 \leftrightarrow [\alpha_{i_2}]_2$ будет сокращенно обозначаться Δ_i .

В результате D_7 образуется определенный объект, имеющий тип D_i , т. е. состоящий из элементов.

Диада $[\alpha_{i_1}]_1 \leftrightarrow [\alpha_{i_2}]_2$ содержит два элемента, обладающие соотносительными определенностями. Следует подчеркнуть, что только Δ_i является определенным объектом, что α_{i_1} и α_{i_2} не есть результат разделения уже наличной определенности S_i на две части, ибо S_i — неопределенный субстрат. Определенности α_{i_1} и α_{i_2} возникают внутри Δ_i , а наличие разных субстратов сказывается в отличии Δ_i от Δ_j .

2. Универсум энад U_E .

В универсуме U_E в качестве начал определения объектов выступают уже определенные процедуры различения.

Все многообразие объектов, могущих быть определенными в U_E , разделяется на такие классы энад, в каждом из которых содержатся энады одного уровня, а все классы отличаются друг от друга уровнем своих объектов.

D_9 . $\{\gamma_k\}$ — класс энад, имеющих уровень k .

D_{10} . $\{\Delta_i\} = \{\gamma_{0i}\}$. Все объекты универсума диад входят в нулевой класс объектов универсума энад.

D_{11} . Ω_2 — начало сопряжения процедур различения, начало процедуры определения.

Начало Ω_2 выбирает некоторый объект $\gamma_k = [E_{i_1}]_1 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow [E_{i_k}]_k$ из класса $\{\gamma_k\}$ в качестве основного начала, элемент $[E_{i_j}]_j$ — из γ_k в качестве конститутивного элемента, и одну из диад $\Delta_u = [\alpha_{u_1}]_1 \leftrightarrow [\alpha_{u_2}]_2$ — в качестве подчиненного начала и производит сопряжение этих начал.

D_{12} . $\Omega_2([E_{i_1}]_1 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow [E_{i_k}]_k, [E_{i_l}]_l, [\alpha_{u_1}]_1 \leftrightarrow [\alpha_{u_2}]_2) = [E_{i_1}]_1 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow [E_{i_k \alpha_{u_1}}]_k \leftrightarrow [E_{i_l \alpha_{u_2}}]_{l+1} \leftrightarrow \dots \leftrightarrow [E_{i_k}]_{k+1}$, — процедура опреде-

ления объекта γ_{k+1} , принадлежащего классу объектов уровня, непосредственно следующего за уровнем объекта γ_k .

Результатом D_{12} является процедура различения γ_{k+1} , включающая иерархию процедур γ_k и Δ_u .

В γ_{k+1} существование процедуры γ_k обуславливает существование процедуры Δ_u следующим образом. Δ_u существует уже не сама по себе, а только при наличии элемента $[E_{ii}]$. Существование элемента процедуры $[E_{ii}]$ влечет за собой существование процедуры Δ_u в целом; уничтожение $[E_{ii}]$ приводит к уничтожению Δ_u .

Если существование одной процедуры (γ_k) является условием существования другой (Δ_u), то мы имеем иерархию процедур, иерархию экзистенциальных характеристик целостных объектов. Помимо экзистенциальной характеристики элементов целостности, рассмотренной выше, мы вводим теперь представление об экзистенциальной характеристике объектов в целом. Процедура γ_i в целом может иметь либо независимое существование, либо ее существование обусловлено существованием элемента процедуры γ_j .

γ_{k+1} — это не просто задание иерархии процедур γ_k и Δ_u . Δ_u в этой иерархии выступает в качестве процедуры, различающей определенность элемента $[E_{ii}]$. В γ_{k+1} дано такое членение на элементы, при котором сосуществование E_{ii} с α_{u_1} выступает как элемент, отличный от элемента, имеющего определенность $[E_{ij}\alpha_{u_2}]$. Определенность E_{ij} , входящая в один из этих элементов, отлична от той же определенности, входящей в другой элемент; в смене существования элементов γ_{k+1} определенность E_{ii} дважды возникает и дважды уничтожается в качестве определенностей двух элементов. Процедура Δ_u задает такое различие внутри определенности E_{ii} , при котором различные моменты E_{ii} не сосуществуют друг с другом.

Процедура определения γ_{k+1} , в основе которой лежит начало Ω_2 , задает не только иерархию процедур; она задает способ сосуществования элементов сопрягаемых процедур в качестве определенностей элементов новой процедуры. При другом способе сопряжения элементов определенности элемента E_{ii} процедуры γ_k может не различаться при помощи элементов Δ_u , а наоборот, специфицироваться Δ_u в целом. В этом случае переход от α_{u_1} к α_{u_2} и обратно не будет сопровождаться возникновением и уничтожением E_{ij} , а будет осуществляться при пребывании E_{ij} . Соотносительная определенность E_{ij} приобретает безотносительную (по отношению к другим элементам γ_k) характеристику. В сопряженной процедуре будет элемент $[E_{ij}\Delta_u]$, в котором процедура Δ_u , подчиненная определенности E_{ij} , будет процедурой, специфицирующей один и тот же элемент. Пребывание определенности E_{ij} будет при этом основанием тождества этого элемента. Такой способ специфицирующего сопряжения даст в результате не единый объект, а цельный.

Построение целостного объекта, отличного от единого, приведено здесь с целью разъяснения способа полагания как иерар-

хия самих процедур, так и различных видов сопряжения элементов сопрягаемых процедур в качестве определенностей элементов определяемой процедуры. Задача нашей статьи ограничивалась описанием только элементарного фрагмента формальной теории целостности, содержащего универсум единых объектов. Введение процедуры определения D_{12} дает возможность последовательного образования все более сложных процедур различения из простых. Все объекты, полученные на основе D_{12} , будут иметь тип единых объектов; объекты, определенные на основании D_{12} , и составят универсум единых объектов.

В дальнейшем мы надеемся показать, что на основе данного фрагмента можно задать универсумы таких объектов, которые будут соответствовать объектам логики высказываний и логики предикатов — теорий, образующих фундамент математических дисциплин. Подобное сопоставление позволит судить о формальной теории целостности не только как о теории, предназначенной для решения круга проблем, связанных с построением идеального целостного объекта, но и о ее возможностях как математического аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Александров П. С.* Введение в общую теорию множеств и функций. М.—Л., 1948.
2. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
3. *Гегель.* Соч., т. IV. М., 1959.
4. *Гегель.* Соч., т. V. М., 1937.
5. *Иванов Вяч. В.* Бинарные структуры в семиотических системах.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1972. М., 1972.
6. *Лузин Н. Н.* Теория функций действительного переменного. М., 1948.
7. *Платон.* Соч. в 3-х т., т. 2. М., 1970.
8. *Смирнов Г. А.* К определению целостного идеального объекта.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1977. М., 1978.

ТЕОРИЯ МНОЖЕСТВ И ТЕОРИЯ СИСТЕМ

Ю. А. ШРЕЙДЕР

ПРАВОМЕРНОСТЬ ПРОТИВОПОСТАВЛЕНИЯ

Само сопоставление теории множеств и теории систем нуждается в обосновании. Теория множеств — это некоторая точка зрения на природу математических объектов, пропихивающая всю современную математику, по крайней мере тот ее образ, который хотели бы видеть Бурбаки и который наиболее последовательно представлен в их курсе математики. Теория систем — это некий общий подход к описанию естественнонаучных и социальных объектов, причем подход скорее философский, нежели математический.

Под системным подходом, или системным анализом, часто подразумеваются методики, развитые на базе чисто теоретико-множественного подхода. В той мере, в какой теория систем предлагает некоторые математические описания, они обычно имеют теоретико-множественную природу. В последнее время можно наблюдать некоторые попытки расширить сам аппарат теоретико-множественного описания объектов, сделав его пригодным для адекватного описания размытых структур, ситуаций с неполным описанием возможных состояний и т. п. Тем не менее такой аппарат, основанный, если можно так выразиться, на теоретико-множественной «натурфилософии», не решает сам по себе методологические проблемы, возникающие и решаемые в рамках системных исследований.

Если попытаться сформулировать то, что объединяет теорию систем в разных ее изложениях путем усреднения, то мы получили бы безрадостную и бессодержательную картину. Поэтому, вместо того чтобы заниматься таким бесплодным усреднением, но при этом не ограничить себя лишь одной из существующих частных концепций, мы просто укажем на представительное многообразие таких концепций. Таковым можно с большим основанием считать цикл статей, помещенных в предыдущих выпусках ежегодника «Системные исследования». Основания теории систем с достаточной синтетичностью и полнотой выявлены в монографии В. Н. Садовского [15].

Теория множеств и теория систем различаются прежде всего методологически различными подходами к описанию реальности,

что является естественным основанием вынесенного в заголовок этой статьи противопоставления. Конечно, было бы хорошо начать с точных определений, характеризующих сравнимые методологические концепции. Нечто способное претендовать на роль определения мы сейчас попытаемся сформулировать. Однако рассчитывать на полноту такого определения, на его, хотя бы в минимальной степени, каноничность, ни в коем случае нельзя. И вот по какой причине. Теоретико-множественный подход является сегодня уже настолько распространенной (можно сказать, ходячей) точкой зрения, что любая попытка загнать его в тиски четкой дефиниции будет вызывать либо недоумения типа «а как же может быть иначе?», либо обвинения в узости взгляда¹. Как справедливо пишет Ю. И. Манин, «к настоящему времени теория множеств превратилась в язык, на котором профессиональный математик учится говорить с рождения и очень скоро утрачивает способность беспокоиться и по поводу его семантических темнот. Тяжелые споры начала века о законности аксиомы выбора сейчас почти не воспринимаются психологически» [12, с. 14].

Формальная теория множеств пытается избежать указанных «темнот» за счет ограничения ситуаций, в которых допустимо употребление этого языка. Эти ограничения обычно не очень устраивают ни математика, ни естествоиспытателя. Теория систем (далеко не всегда с должной последовательностью, отдавая себе в этом ясно отчет) пытается постичь природу «темнот» теоретико-множественного языка. Впрочем, чаще оказывается, что системный подход просто вырабатывает несколько иные и более удобные для нынешнего состояния науки «ходячие» точки зрения. Небесполезно по крайней мере осознать, в чем заключаются эти точки зрения.

Вообще, очень трудно сформулировать ходячее мнение, которое все разделяют, но почти никто не высказывает эксплицитно. Ведь сама попытка сформулировать такое мнение означает попытку выйти за его пределы. Так, попытка эксплицитно высказать господствующую научную или культурную парадигму трудна именно потому, что мы находимся внутри этой парадигмы и трудно себе представить, что кто-то сегодня целиком свободен от этой парадигмы, даже если он и осознает ее ограничения. Вместе с тем сущность системного подхода утверждается совершенно по-разному различными авторами, а усреднить эти мнения значило бы их существенно обеднить. Здесь целесообразней не пытаться высказывать общепринятую среди системологов позицию, а рискнуть тем, что авторская точка зрения неизбежно будет субъективной. И, наконец, не следует думать, что системный подход претендует на вытеснение теоретико-множественного. Эти подходы не столько антагонистичны, сколько находятся в диалекти-

¹ См. [18] и [20], из которых можно получить достаточно полное представление о теоретико-множественном подходе.

ческим или, быть может, дополнительном отношении. И понять их сущность лучше всего можно путем выявления и даже парочитого обострения существующих противопоставлений.

Проникновение теоретико-множественного подхода в описание процессов управления заставило задуматься о четком описании множеств входных сигналов, реакций и состояний и соответствий между этими состояниями. Эта тенденция помогла выделить те управляющие системы, которые допускают четкое описание, достаточное для формулировки алгоритма управления. Возникло очень плодотворное понятие автомата — абстрактной управляющей системы, где все категории, связанные с понятием управления, имеют статус четких множеств или функциональных соответствий. Тот же теоретико-множественный подход помог развитию методологии физики в направлении использования стохастических описаний. Такие описания подразумевают наличие четко очерченных множеств состояний, между которыми могут иметь место жестко регламентированные вероятностные переходы. Представление о том, что отказ от детерминистского подхода неминуемо ведет к вероятностному описанию, долго господствовало в науке и по сей день широко распространено.

Идея множества как «многого, мыслимого как целое» очень привлекательна благодаря тому, что в ней сущность целого как бы низводится к сущности элементов множества. Строго говоря, множество как категория по своей природе отлично от категории «элементы». Это видно уже в том, что математик будет различать элемент x и множество $\{x\}$, состоящее из одного этого элемента и не спутает знаки \in и \subset , из коих первый выражает отношение элемента и множества, а второй — двух множеств. Однако это «умножение сущностей» воспринимается как не противоречащее принципу «бритвы Оккама».

В системном подходе центр тяжести лежит в схватывании особой сущности «целого, мыслимого как многое», в выделении особых целостных свойств, позволяющих считать некоторую структуру не конгломератом разрозненных, хотя и аморфных частей, а именно системой. Вместе с тем этот подход мирится с реальным существованием аморфных образований, которые трудно было бы рассматривать как элементы «здорового», а не патологического множества. Так, один из классических примеров, которые приводятся при изложении теории множеств, для того чтобы указать, что в эту теорию не следует включать, — это «множество мыслей данного человека». Действительно, что есть элемент такого множества? Как разграничить одну мысль от другой? Что допустимо считать мыслью именно этого человека, а не воспринятой мыслью другого? Некто думает, что «все вороны белые», и поделился этим со мною. Эта мысль уже в моей голове, но я ее решительно отвергаю, осознаю только в кавычках, как цитату из чужой сферы мышления. Можно ли считать, что эта мысль все же моя? В то же время мы вполне можем говорить

о «системе мышления», хотя относим это скорее не к отдельному человеку; а к философской культуре определенного типа. При этом «система мышления» включает в себя и определенные мысли, как необходимый атрибут этой системы. Однако центр тяжести здесь не в составляющих эту систему компонентах, а в организации целого: не в отдельных мыслях, а в том, что связывает их в систему.

Мы не будем пытаться развить приведенные выше соображения в сопоставимые определения теории множеств и теории систем (это по крайней мере имеет больше шансов на успех, чем попытка определения множества и системы) и рассмотрим далее набор значимых противопоставлений между этими теориями.

ОСНОВНЫЕ ПРОТИВОПОСТАВЛЕНИЯ СИСТЕМНОГО И ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

I. *Противопоставление первичности элемента первичности целого.* Это противопоставление содержится уже в наличии двойственных квазиопределений: «многое, мыслимое как целое», и «целое, мыслимое как многое». Первое относится к понятию множества, а второе — к понятию системы. Сам способ мыслить о множествах исходит от того, что элементы, из которых собираются множества, заранее четко определены и обладают реальностью, не зависящей от их группировки во множество. Иначе говоря, элементы первичны и гносеологически, и онтологически. Мы познаем множество, опираясь на то, что элементы его уже даны сознанию познающего. Мы признаем реальность множества, апеллируя к уже признанной реальности его элементов. Образно говоря, мы можем строить призрачное множество (вроде известного соединения Солнца, разума и апельсина), но не можем строить множеств из призраков. Основания, для того чтобы мыслить данное целое, могут быть очень слабыми, но относительно самих элементов, из которых складывается это целое, у нас должны быть серьезные основания для утверждения их существования.

В случае системы ситуация обратная — целое здесь первично по отношению к компонентам. В этом случае не очень корректно утверждать, что целое складывается из элементов или что элементы соединяются в целое. Точнее говорить, что целое представляется собранием элементов (частей), причем такое представление не вполне детерминировано свойствами системы — оно может зависеть и от наблюдателя, выбирающего удобный способ представления. Подлинной реальностью в данном случае является целое, а элементы его представления как многого — лишь эпифеномены этой реальности.

Множество существует в силу того, что существуют его элементы. Единственное исключение — пустое множество — только

подтверждает этот принцип. Это видно из того, что из основных определений теории множеств сразу вытекает, что любые два множества, не содержащие никаких элементов, равны как множества. Таким образом, существует ровно одно пустое множество — особый конструктор, придающий необходимое изящество теоретико-множественной алгебре. Все непустые множества существуют в силу априорного существования их элементов. В противоположность этому элементы системы существуют в силу того, что существует система как целое. Так, сборник задач по арифметике существует в силу того, что существуют отдельные задачи, которые можно объединить в сборник. Отдельные строчки стихотворения существуют в поэзии в силу того, что существует само поэтическое произведение. В теории множеств постулируется, что над любыми достаточно реальными или как минимум четко осознаваемыми объектами можно провести мысленную операцию соединения во множество. Предполагается, что этого уже достаточно, чтобы сделать само множество реальным объектом. В теории систем этот постулат отвергается, зато предполагается, что существование целого дает возможность проводить процедуры членения на подсистемы (компоненты), выделения в целом элементов (частей), которым целостность выдает лицензию на право существования.

II. *Противопоставление «принцип неразборчивости — естественная система».* Постулат, позволяющий без всякого ограничения соединять (по крайней мере мысленно) объекты произвольной природы во множество, можно с полным правом назвать «постулатом неразборчивости». Этот постулат декларируется и широко используется в теории множеств. Правда, в аксиоматической теории множеств действие этого постулата ограничивается теми или иными запретами (скажем, теорией типов Рассела), но практически он не отторжим от теоретико-множественной методологии. Стоит подчеркнуть, что этот постулат имеет не только гносеологический статус, он не только разрешает мыслить произвольные совокупности, но и претендует на некоторое онтологическое значение. Этот принцип является единственным логическим основанием полагания множеств как особых реальностей, отличающихся от реальности самих элементов. В частности, именно этот принцип позволяет ввести множество $\{x\}$, состоящее из одного элемента x , и рассматривать это множество как сущность, отличную от самого элемента x .

В противоположность этому в теории систем совокупности возникают как естественные классы, образованные из элементов общей природы. Элементы этих классов существуют не сами по себе, а в системе. Так, сегодня математик представляет себе линию как множество точек, но в античной математике линия понималась как особая категория — геометрическое место точек, как нечто наполненное точками. Такой взгляд ближе к теории систем, чем к теории множеств.

Необходимо ввести важное различие *внутренних* и *внешних систем*. Внутренней системой мы будем называть данное в опыте целостное образование (например, организм), к которому можно применять процедуры членения, представляя эту систему в виде некоторой совокупности составляющих ее частей. Под внешней системой мы будем понимать класс объектов, обладающих некоторой общей сущностью, эти объекты допускают объединение именно в силу того, что они образуют естественную систему. Так, живой организм или биоценоз, это типичные примеры внутренней системы. Здесь целостность доступна прямому наблюдению, имеет пространственно-временную организацию, членение системы на элементы возникает в процессе наблюдения. Целостность организма определяется присущим ему архетипом, а членение архетипа приводит к выделению естественных частей — меронов (см. [13]). Кроме архетипа-сущности можно говорить и об архетипе-представлении, дающем некоторое схематическое представление организма в виде структуры меронов, используемых в задачах классификации. Совокупность всех живых организмов или какой-нибудь таксон (царство эвкариота, тип хордовых или класс млекопитающих) — это типичная внешняя система. Здесь наблюдению открыты отдельные единицы, но их объединяет целостность — общность архетипа данного таксона [13]. Наличие этой общности позволяет говорить не о совокупности наблюдаемых организмов, а об естественной системе мыслимых организмов данного таксона.

Принцип неразборчивости недействителен ни для внутренних, ни для внешних систем. В первом случае класс подлежащих соединению элементов (частей, меронов) определяется самим объектом изучения. Даже учет произвола наблюдателя ведет только к некоторому размыванию границ частей и неоднозначности представления. Уже тот факт, что система членится так, чтобы можно было, изучая структуру членения, получить существенные свойства системы, приводит к отбору естественных членений. В случае внешних систем естественность рассматриваемого класса объектов определяется общей сущностью этих объектов. В класс млекопитающих мы не можем произвольно добавить растение или объект неживой природы. Точно так же у нас нет возможности по желанию исключать из этого естественного класса какие-то виды. Характерным примером внешних систем могут служить так называемые «невидимые колледжи», где вхождение некоторого ученого в такой колледж определяется общностью исследовательской программы. Не случайно авторы вступительной статьи к [8] подчеркивают необходимость системного подхода к изучению научных коммуникаций.

Обычно компонентами внешней системы служат внутренние системы. Общность природы этих внутренних систем и обеспечивает целостность внешней системы. Так, общность архетипа всех элементов таксона в естественной классификационной си-

стеме делает такой таксон правомерной внешней системой. Если для внешней системы характерно теснейшее родство (гомология) ее компонент, то внутренняя система состоит из существенно разнообразных компонент-подсистем (ср. организм с его разнообразнейшими органами). Вообще говоря, можно каждой внутренней системе сопоставить внешнюю — класс всех мыслимых модификаций данной внутренней системы — или соответственно любую внешнюю систему интерпретировать как класс мыслимых модификаций некоторой внутренней системы.

III. *Противопоставление «априорной индивидуации» и «абстракции отождествления».* В теории множеств исходным является понятие отдельного элемента. Скажем, равенство двух множеств определяется как наличие в них одних и тех же элементов. Это уже неявно предполагает, что рассматриваемые объекты заранее индивидуализированы. В рамках теории систем характерно, что процедура отождествления объектов входит как важный этап в процесс исследования.

Первоначально открытое наблюдателю поле исследования принципиально аморфно, нерасчленено, либо расчленено случайным образом. Сама возможность выделения в этом поле устойчивых объектов, а не беспрерывно причудливо меняющихся узоров типа облаков на небе или пены в морском прибое, определяется некими целостными свойствами системы и способностью наблюдателя к восприятию образа. Первоначально данный исследователю класс объектов размыт в двойном смысле — во-первых, сами объекты не обладают достаточной индивидуальностью (узнаваемостью, если перейти к гносеологическому аспекту), во-вторых, класс этих объектов открыт, не завершен, не определен до конца важным сущностным свойством. Это обстоятельство дало основание авторам статьи [4] высказать утверждение о том, что сама категория множества относится не к онтологии, а к гносеологии.

Иначе говоря, четкие множества появляются лишь в итоге изучения и описания реальных объектов.

Это положение можно перефразировать таким образом, что реальные объекты суть не множества, а системы. Категория множества появляется при описании этих объектов, причем важным этапом этого описания является процедура отождествления, в результате которой возникают достаточно четкие объекты (здесь уместно упомянуть интересный анализ процедуры отождествления в [14]). Так, например, при описании систематики живых организмов необходимо, во-первых, выделить как объект отдельный организм (для этого, скажем, надо отождествить бабочку, куколку, гусеницу и личинку) и, во-вторых, отождествить организмы в пределах вида, поскольку систематика занимается видами, а не особями. Точно так же при систематизации документов необходимо еще произвести довольно сложные отождествления (скажем, разных экземпляров или выпусков), чтобы прийти, на-

конец, к выделению достаточно четко определенного объекта, который и называется в информатике документом.

В ситуации, когда исследователь должен описать множество состояний некоторого автомата, дело вовсе не сводится к тому, чтобы непрерывное множество состояний заменить достаточно адекватным дискретным множеством. Здесь нет прямой аналогии с методологически простой процедурой перехода от дифференциальных уравнений к конечно-разностным схемам. Речь идет совсем о другом — о том, чтобы в некоторой, достаточно аморфной ситуации выделить четко обнаруживаемые и различаемые состояния, адекватно описывающие поведение данной системы.

Представим себе, что вам нужно описать состояния сознания, определяющие отношение данного лица к некоторому мнению. Мы довольно легко сумеем выделить такие градации, как «абсолютно уверен», «верю», «допускаю», «не уверен», «сомневаюсь», «скорее допускаю противоположное», «уверен в обратном». Этот список можно считать членением пространства состояний, достаточным, например, для того, чтобы описать логику принятия мнений коллективом. Важно отметить, что это членение появилось как попытка выделить различия во мнениях, а не как спецификация некоего заранее данного набора мнений. Вряд ли можно предполагать само существование дискретного набора мнений, где возможные уровни уверенности соответствуют действительным числам. В процессе описания системы дискретное множество состояний или подсистем возникает не как разбиение непрерывного пространства состояний или континуального членения на подсистемы, а как фиксирование устойчивых и четко различаемых состояний или подсистем. Иначе говоря, системный подход не подразумевает априорной индивидуации объектов. В этом смысле теория размытых множеств, по Заде [6], методологически относится скорее к теоретико-множественному, а не к системному подходу. Действительно, в этой теории исходным считается некоторое, вполне четкое множество, которое затем размывается путем введения весовых функций, характеризующих принадлежность данного элемента к размытому множеству. Существование четкого множества с априорной индивидуацией элементов здесь постулируется заранее.

IV. *Противопоставление «внешняя организация — внутренняя организация».* Организация каких-то элементов во множество есть обычно акт, внешний по отношению к этому множеству. Чтобы образовать множество, нужно чтобы кто-то мыслил это многое как целое, расположил бы мысленно или фактически элементы этого множества в некоем хранилище. Роль внешнего наблюдателя может играть случай и действие внешней среды. Так, согласно С. Лему [22], именно случай делает некоторый текст высокохудожественным и, тем самым, формирует множество литературных шедевров. Селекционизм в эволюции отводит первостепенную роль случайным мутациям, которые вместе с

отбирающим приспособленные организмы действием внешней среды формируют множество видов.

В противовес теории множеств системный подход придает решающее значение внутренней организации системы. Так, принцип эквивинальности в эмбриологии утверждает, что результат развития зародыша устойчив к довольно существенным внешним влияниям [16]. Критерий внутренней организации для отделения системы от случайного конгломерата объектов выдвигал А. А. Любищев (см. [10] и [11]).

Членение системы, т. е. представление ее в виде множества подсистем, определяется не произволом наблюдателя, а внутренними свойствами системы. Удобные для описания системы членения — это те, которые отражают сущность системы. Принцип внутренней организации системы отчетливо проявляется в ее многоуровневости. Вероятно, воззрение на систему как на многоуровневую иерархическую структуру с линейным порядком уровней не вполне адекватно реальности. Однако, по крайней мере, когда мы рассматриваем определенный уровень представления системы, нетрудно выделить непосредственно низшие уровни, как и определить непосредственно высшие уровни. Это отношение непосредственного следования уровней определяется внутренней организацией системы. Можно высказать гипотезу о том, что членение предшествующего уровня определяется тем, что структура подсистем этого уровня может быть описана не статистически, а комбинаторно обозримо. Скажем, организм можно членить и на молекулы, но такое членение полезно вообразить себе разве для того, чтобы понимать, что оно определяет температуру организма. А вот членение на органы позволяет устанавливать функциональные связи, характеризующие жизнедеятельность организма. Подчеркнем, наконец, что понятие уровня организации специфично именно для системного подхода.

V. Противопоставление «вероятность — ранговое распределение». Часто имеют место такие совокупности, где один и тот же объект повторяется несколько раз. Например, если автомат проходит ряд состояний, то в некоторых состояниях он может побывать много раз. В тексте много раз могут повторяться одни и те же слова. Аналогично в биоценозе обычно участвует много представителей каждого вида.

Традиционная теоретико-множественная методология учит видеть в подобных объектах реализацию случайного процесса: грубо говоря, как единственно возможное принимается, что каждый объект исходного множества появляется ровно один раз (как это и положено для настоящего множества) и притом каждое такое событие имеет строго определенную вероятность. Тем самым задается некоторый стохастический процесс, такой, что наблюдаемая в действительности частота появления каждого объекта соответствует по закону больших чисел априорно заданным вероятностям. Разумеется, эта картина может быть описана

гораздо тоньше — путем введения условных вероятностей, корреляционных матриц и т. п.

В случае естественных систем, напротив, указанное допущение не соответствует сути дела. Известно очень много примеров, когда элементы системы при некотором естественном ее членении могут быть упорядочены по убыванию их числа: виды в биоценозе, журналы — по числу публикаций по фиксированной тематике, типы тканей — по числу клеток в организме и т. п. Зависимость численности, соответствующей данному элементу, от его порядкового номера (ранга) при расположении элементов по убыванию этой численности называется ранговым распределением. Оказывается, что ранговые распределения имеют обычно весьма устойчивую форму (см., например, [2]), но при этом существенным оказывается тот факт, что ранговое распределение фиксируется при членении естественной системы, а не путем анализа больших конгломератов однородных систем. Целостность здесь важнее объема выборки. Это явно противоречит гипотезе о статистической природе ранговых распределений и позволяет рассматривать существование ранговых распределений как проявление целостности системы (подробнее об этом см. [2], [2a]).

СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ И УПРАВЛЕНИЕ

Важное место в теории систем занимает выяснение того, что есть *сложная система* и чем она отличается просто от системы с большим числом элементов (такие системы можно было бы назвать громоздкими). Существуют различные попытки определить понятие сложной системы. Мы предпримем попытку сформулировать некоторое противопоставление. Дело в том, что любая управляющая система подразумевает обмен сигналами между ее подсистемами. В системах типа вычислительных машин эти сигналы имеют однозначную интерпретацию. Каждый блок воспринимает поступающий сигнал как определенную команду, смысл которой (реакция блока) заранее предусмотрен конструктором. Более того, этот смысл зависит от принимающего блока — одна и та же последовательность нулей и единиц имеет одну интерпретацию, когда поступает в арифметическое устройство по каналу числовых данных, и совсем другую, когда поступает в устройство управления как команда. Итак, интерпретация сигнала в простых (хотя и громоздких) кибернетических системах локальна и однозначна. Фактически это означает, что в таких системах сигнал лишен семантики и общение между подсистемами происходит на чисто синтаксическом уровне и что в таких системах связи между подсистемами (блоками) построены по функциональному принципу. В крайнем случае в кибернетических системах может быть предусмотрена неопределенность реакции путем подключения датчиков случайных чисел.

Однако подобная вероятностная неопределенность реакции не имеет ничего общего со способностью к интерпретации сигнала. В живых системах (биологических и особенно социальных) можно говорить не просто о циркулирующих сигналах, а о языках, тексты на которых, во-первых, обладают инвариантным смыслом, и, во-вторых, допускают различные интерпретации этого смысла разными получателями. Текст, циркулирующий в вычислительной машине, интерпретируется в зависимости от того, по какому каналу передается соответствующая последовательность нулей и единиц; попав же в определенное место, эта последовательность интерпретируется одним и только одним способом. Такой текст не имеет никакого присущего ему инвариантного смысла (не обладает семантикой), и нельзя говорить о его прагматике, поскольку реакция адресата predeterminedena текстом и состоянием адресата. Напротив, текст, циркулирующий в системе человеческих коммуникаций, обладает определенным смыслом, инвариантным относительно способов кодирования и канала. Вместе с тем адресаты способны реагировать на этот текст самым разным образом. Текст не просто воздействует на приемник, но осваивается приемником, интерпретируется им. Смысл текста и интерпретация его адресатом — это разные категории. Первая относится к семантике, вторая — к прагматике. Есть основания думать, что аналогичные свойства сигналов присущи и биологическим системам. Во всяком случае поведение клеток (см. [1]) обладает столь высокой сложностью, что трудно отказаться от гипотезы о наличии нетривиальной семантики управляющих сигналов. Итак, предлагаемое противопоставление сложных систем просто кибернетическим системам можно сформулировать так: сложная система имеет семиотическую (т. е. полноценно языковую) природу *информационных связей между подсистемами в противовес функциональной сигнализации в простых системах.*

Это противопоставление ничего не говорит о количестве элементов, специфичных для сложных систем. Представляются наивными рассуждения о том, что при достижении системой определенного числа элементов (скажем, порядка количества нейронов в мозгу) эта система автоматически приобретает качественно новые свойства. Связи в ней по-прежнему остаются синтаксическими, а не семантическими. Конечно, сложная система не может содержать слишком мало элементов. Это противопоставление можно несколько грубее переформулировать так:

В сложной системе обмен информацией происходит на семантическом уровне, в противовес простым системам, где все информационные связи идут на синтаксическом уровне.

В простых кибернетических системах процесс управления основан на целевых критериях. Управление происходит так, чтобы система достигла состояния, удовлетворяющего критерию поставленной заранее цели. Для отдельных этапов процесса управления и для отдельных подсистем глобальная цель системы

представлена в виде набора локальных целей, образующих упорядоченное множество. Некоторая локальная цель предшествует другой локальной цели, если достижение первой есть необходимое условие достижения второй. Наличие набора четко определенных целей (иногда организованного в виде «дерева целей») обычно связано с ясной иерархией уровней управления.

В системах, управляемых по принципу целеполагания, всегда выделяются лидирующие подсистемы — те, которые ответственны за проверку соответствия поведения системы заданным целям. Однако такое жесткое целеполагание и иерархичность управления специфичны именно для технических систем. В живых (биологических и социальных) системах мы можем обнаружить не только ситуации жестко-целевого поведения, но и ситуации, когда действия системы не определяются четкой целью. В этих случаях система не имеет иерархии уровней управления, не имеет фиксированного лидерства. Можно высказать тезис, что *для сложных систем характерно поведение, основанное на общих ценностях, а не на заданной иерархии целей.*

Этот тезис существенно связан с предыдущим противопоставлением. Дело в том, что целевое управление возможно и при обмене информацией в системе на синтаксическом уровне. В данном случае достаточно, чтобы каждая подсистема получала информацию о том, насколько ее поведение соответствует принятым критериям. Для этого не нужно, чтобы сигнал обладал семантикой, общей для всех подсистем. В случае, когда согласованное действие всех частей системы определяется общими ценностями, важно, чтобы эти общие ценности могли быть выражены. Здесь уже существенно, чтобы сигнализация между системами носила семантический характер, чтобы какие-то сообщения обладали инвариантным смыслом.

Противопоставление целеориентированных и ценностноориентированных управляющих систем хорошо иллюстрируется научными коллективами, объединяемыми общей исследовательской программой. Некоторые исследовательские программы имеют эксплицитную цель — создание устройства, методики или вещества с заранее заданными свойствами. Другие программы не имеют столь четких целей, но вводят некоторую систему ценностей, определяющую, что есть возможный результат исследования. Коллективы, работающие над соответствующей программой, имеют принципиально иной тип организации в зависимости от типа ориентации.

Для ситуации целевого управления характерно еще одно свойство. Компетентность каждой подсистемы ограничена ее локальными целями. Подсистема в сущности не знает, насколько ее исполнение собственной задачи, ее достижение локальной цели способствует достижению цели всей системой. Для сложных систем (или по крайней мере для интересного класса сложных систем) ситуация противоположна: существует важный класс

сложных систем, в котором подсистемы обладают компетенцией, сравнимой с компетенцией системы или даже превосходящей последнюю.

Рассмотрим два полярных примера. Первый — это психологический тест, который, естественно, членится на вопросы. Когда тестируемый отвечает на данный вопрос, он принципиально не должен знать смысла целого теста, не должен знать, в какую сторону повлияет его ответ на каждый вопрос. Сходная ситуация возникает в сложной автоматной сети. Каждый ее блок может выдать тот или иной сигнал (скажем, ноль и единицу), но в какую сторону этот ноль или эта единица повлияют на реакцию всей системы в целом, это бессмысленный вопрос. Языки, на которых выдают реакции отдельные блоки, лишь формально совпадают с языком реакции системы, но не имеют общей семантики.

Противоположна ситуация в системах с голосованием — там перед каждым участником (подсистемой) стоит та же самая альтернатива выборов, что перед системой в целом. Делая свой выбор, участник голосования знает, что он способствует такому же выбору для системы в целом. Более того, отдельный участник может иметь содержательные соображения о мотивах выбора, которых система лишена. Коллективное мнение беднее, чем мнения отдельных участников. В нем сглаживаются индивидуальные вариации и остается лишь общая логика. Аналогичная ситуация складывается при постановке диагноза, когда отдельные синдромы свидетельствуют в пользу набора возможных диагнозов, окончательный же диагноз определяется по системе синдромов.

НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ СИСТЕМНОГО И ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННОГО ПОДХОДОВ

Сказанное выше должно было оттенить специфику системных представлений в их противопоставлении теоретико-множественным описаниям. Однако это вовсе не означает отрицание теоретико-множественного подхода — ведь каждое представление системы есть множество с отношениями (хотя все представления данной системы — это уже не множество, а класс). К сожалению, можно видеть, что идея недостаточности теоретико-множественных описаний приводит в ряде работ просто к отказу от всякой логики, к прямой потере строгости рассуждения. Иным авторам кажется, что достаточно размыть понятия, как произойдут качественные изменения, переход на другой уровень и прочее. Подобные примеры многочисленны, и приводить их мы не будем.

Взаимоотношение системного и теоретико-множественного подходов не сводится к простому отрицанию логической строгости, а есть сложный диалектический процесс, в котором этапы формального описания и опровержения полученных всеобщих утверждений контрпримерами составляют необходимые звенья (см. [9]). Нужно только подчеркнуть, что недостаточная строгость описа-

ний лишает возможности строить контрпримеры. Невозможно опровергать утверждения столь нестрогие, что их можно всегда считать в некотором смысле верными. Диалектика не опровергает формальную логику, а базируется на ней, не давая последней возможности превратиться в окончательную застывшую картину действительности. Однако, чтобы вообще что-нибудь сказать определенное о системах, мы обязаны владеть теоретико-множественным аппаратом во всей его строгости и математической мощи. Характерно, что такие понятия, как членение и представление системы, по своей природе теоретико-множественны (ср. [1]). Описание чисто системной логики принятия решений голосованием удастся провести достаточно строго только на теоретико-множественном языке (ср. [5]).

Тем не менее важно использовать для описания систем специфические средства математики, выходящие за рамки классической теории множеств. Это важно хотя бы для того, чтобы иметь возможность отделить общие рассуждения о системности и размытости от настоящих результатов, имеющих нетривиальное содержание. Что касается уже имеющихся математических подходов, то здесь большую роль призвана сыграть теория категорий (см., напр., [3]). Характерно, что совокупность объектов категорий обычно не образует множества. Представления же системы образуют, естественно, определенную категорию (ср. [21]). В теории классификации категории появляются при установлении соответствия между таксонами и архетипами [13]. А. А. Шаров весьма любопытно использовал категории, где объектами являются сами системы [19], и сумел в категорных терминах найти весьма общее определение информации.

Другой перспективный для теории систем аппарат представляют так называемые модели Крипке [17], успешно применявшиеся для моделирования неклассических логик. В. Ю. Милитарев обратил мое внимание на близкое родство важного для теории систем понятия каркаса [21] и моделей Крипке.

Модели Крипке описывают некоторое многообразие «мыслимых миров», в которых действует одна и та же структура отношений. Между самими мирами действуют отношения, которые можно интерпретировать как время или как соседство. Высказывания об этих отношениях могут относиться ко всем мирам или к мирам, связанным по времени или соседству. Тем самым модель Крипке описывает связь представлений объектов, образующих так называемую внешнюю систему.

Каркас определяется как множество, совокупность заданных на нем отношений, набор имен (других) отношений и аксиоматика, связывающая оба вида отношений. Состоянием каркаса называется модель с заданным несущим множеством, в котором есть все отношения, заданные каркасом, и всем именам отношений сопоставлены конкретные отношения. При этом отношения на этой модели должны удовлетворять аксиоматике каркаса.

Тем самым каркас определяет класс допустимых представлений. С помощью каркасов описывается класс возможных состояний внутренней системы. Таким образом, каркас может удобно описывать внешнюю систему как класс представлений некоторой внутренней системы — класс состояний соответствующего каркаса. Более строгой является следующая формулировка: внутренняя система допускает класс каркасов, а внешняя система — это класс состояний этих каркасов.

Разумеется, мы можем ожидать и возникновения новых математических идей, плодотворных для теории систем. Такие идеи могут возникнуть и под влиянием потребностей самой теории систем.

В связи с последними замечаниями стоит подчеркнуть, что теория систем возникла в связи с попыткой преодоления господствующей естественнонаучной парадигмы, выхода за пределы формализаций, диктуемых этой парадигмой. Слишком узко понимаемый рационализм сложившихся естественнонаучных концепций дал обратную реакцию — некий импульс к отказу от рационализма. В сегодняшней методологической литературе (особенно западной) стали котируются идеи о недостаточности возможностей разума, о превалирующей роли интуитивного, бессознательного (см. [7]). Сама научная парадигма стала восприниматься как некая условность, позволяющая ввести в науку определенные (удобные и интересные) правила игры. В связи с этим на теорию систем падает еще одна задача — отстоять подлинный рационализм, показать возможности ничем не ограниченного разума. В конечном счете все недостатки той или иной исторической формы рационализма имеют подоплекой его ограниченность априорными постулатами. Любое ограничение разума безнравственно и приводит рано или поздно к кризису. Очищение деятельности разума от любых априорных догм, снятие ограничений разума — вот единственный столбовой путь науки.

Системный подход, преодолевая ограниченность традиционного рационализма, внося в процесс научного познания диалектику, способствует высвобождению разума. Именно поэтому нельзя ограничить системный подход словесной игрой, а необходим тщательный научный и методологический анализ системных категорий. И, наконец, теория систем дает прекрасное поле для синтеза конкретно-научного и философски-методологического знания, что является необходимым условием преодоления трудностей классической научной парадигмы.

1. Александров В. Я. Проблема поведения на клеточном уровне (цитозология).— Усп. соврем. биол., 1970, т. 69, № 2.
2. Арапов М. В., Ефимова Е. Н., Шрейдер Ю. А. О смысле ранговых распределений.— Научно-техническая информация. Сер. 2, 1975, № 1.
- 2а. Арапов М. В., Шрейдер Ю. А. Классификация и ранговые распределения.— Научно-техническая информация. Сер. 2, 1977, № 11—12.
3. Букур И., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов. М., 1972.
Виленкин Н. Я., Шрейдер Ю. А. Понятия математики и объекты науки. Вопросы философии, 1974, № 2.
5. Виленкин Н. Я., Шрейдер Ю. А. Мажоритарные структуры и квантор большинства.— В кн.: Семиотика и информатика, вып. 8. М., 1977.
- 5а. Виленкин Н. Я., Шрейдер Ю. А. Структура решающих коалиций.— В кн.: Семиотика и информатика, вып. 8. М., 1977.
6. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к приятию приближенных решений. М., 1976.
7. Киссель М. А. Судьба старой дилеммы. М., 1974.
8. Коммуникация в современной науке. Сб. переводов под ред. Э. М. Мирского и В. Н. Садовского. М., 1976.
9. Ласточкин Б. А. Диалектика мысли и формализация.— В кн.: Кибернетика и научное познание. М., 1976.
10. Любищев А. А. Системность и организованность.— В кн.: Труды по знаковым системам, вып. 9. Тарту, 1977.
11. Любищев А. А. Критерии и реальности в таксономии.— В кн.: Информационные вопросы семиотики, лингвистики и автоматического перевода, вып. 1. М., 1970.
12. Манин Ю. И. Проблема континуума.— В кн.: Итоги науки и техники. Современные проблемы математики. М., 1975.
13. Мейен С. В., Шрейдер Ю. А. Методологические аспекты теории классификации.— Вопросы философии, 1976, № 12.
14. Новоселов М. М. Тожество.— Философская энциклопедия, т. 5. М., 1970.
15. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974.
16. Светлов Н. Г. Онтогенез как целенаправленный (телеопомический) процесс.— Архив анат., гистол. и эмбриол., 1972, т. 63, № 8.
17. Фейс Р. Модальная логика. М., 1974.
18. Френкель А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. М., 1966.
19. Шаров А. А. К определению информации.— В кн.: Семиотика и информатика, вып. 8. М., 1977.
20. Шиханович Ю. А. Введение в современную математику. М., 1965.
21. Шрейдер Ю. А. Язык описания систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1973. М., 1973.
22. *Let St. Filosofia przypadku*, t. I — II. 2 vyd. Kraków, 1975.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ НАУКИ

РАЗВИТИЕ НАУКИ КАК ОТКРЫТОЙ СИСТЕМЫ

А. И. ЯБЛОНСКИЙ

Определение динамических закономерностей науки является одной из основных проблем не только в ее теоретическом исследовании, но и при решении практических задач научной политики, ибо никакое прогнозирование и планирование науки невозможны без каких-либо представлений о процессе ее развития. Поэтому исследователи науки в настоящее время все в большей степени используют историко-генетический подход, задачей которого является не составление хронологии научных открытий, а установление «логики» развития науки (разумеется, невозможное без историко-научных исследований). С этой точки зрения вполне понятен интерес, проявляемый учеными к построению как чисто качественных, так и формализованных моделей развития науки.

В данной работе также рассматривается один из возможных подходов к моделированию развития науки, в основе которого лежат идеи разрабатываемой в настоящее время термодинамической теории открытых систем, далеких от равновесного состояния [5]. Эти идеи, а также ряд дополнительных аналогий используются далее для построения некоторых математических моделей функционирования научного сообщества.

НЕОБРАТИМЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЭВОЛЮЦИЯ НАУКИ

1. Характер эволюции открытых систем

Необратимые процессы, которые происходят в системах, не находящихся в равновесном состоянии, до последнего времени рассматривались в линейном приближении, т. е. для состояний, достаточно близких к равновесному, когда справедливы линейные соотношения между потоками и силами [16]. Для этого случая И. Пригожиным доказан принцип минимума производства энтро-

пии [16], обеспечивающий устойчивость стационарных состояний, близких к равновесному. В своих последних работах (см. например, [5, 17]) он получил ряд принципиально новых результатов, обобщающих ранее построенную «линейную» теорию на нелинейный случай, т. е. для состояний, достаточно далеких от равновесного, когда линейные приближения недопустимы. Эти результаты, характеризующие развитие сложных систем самого различного плана, кратко заключаются в следующем.

И. Пригожина интересовал феномен развития системы, которое он рассматривал как переход системы в стационарное состояние с более низкой энтропией (возрастание организации системы). Было показано, что для системы в равновесном состоянии или в стационарных состояниях, близких к равновесному (где справедливы линейные приближения), развитие системы принципиально невозможно из-за «слишком» большой устойчивости состояний. В силу этого, по И. Пригожину, развитие системы возможно только в стационарных состояниях, далеких от равновесного, когда возникают нелинейные эффекты; неустойчивость таких состояний рассматривалась как потенциальный источник развития¹.

Вдали от равновесия, как показывает Пригожин, флуктуации не ослабевают, как в устойчивых системах, а в силу определенных нелинейных (например, автокаталитических) процессов усиливаются, достигают макроскопического уровня и вызывают скачкообразный переход системы в новое стационарное состояние с более низкой энтропией. Подобное упорядочение системы благодаря флуктуационным процессам в неустойчивых состояниях Пригожин называет «порядок через флуктуации». При этом особое значение приобретает вводимое Пригожиным понятие «диссипативных структур», т. е. структур, возникающих в силу таких процессов.

Дело в том, что в неравновесных ситуациях появление порядка возможно только при наличии внешних потоков (вещественно-энергетических или информационных), удерживающих систему далеко от равновесия. При отсутствии этих потоков (изоляции системы) в подобных ситуациях развиваются диссипативные процессы разрушения структуры, рассеивания (диссипации) энергии или информации, в результате чего системы деградируют к равновесному состоянию. Напротив, «открытые» системы, тесно связанные со средой (например, живые организмы), в отличие от равновесных структур типа кристаллов оказываются способными к развитию. Взаимодействие со средой (обмен веществом, энер-

Мы не приводим математических соотношений, лежащих в основе теории Пригожина, ибо в данном случае важна качественная, принципиальная сторона «нелинейной» концепции развития сложных систем. Математический аспект проблемы хорошо освещен в монографии [5], а также в небольшой обзорной работе [17].

гией, получение информации) создает потенциальные возможности для возникновения неустойчивых состояний и для появления вслед за неустойчивостью новой, более упорядоченной структуры (нового состояния с меньшей энтропией).

Диссипативные структуры присущи весьма широкому диапазону объектов: от физико-химических систем до биологических или даже социальных, которые, по-видимому, также можно рассматривать как открытые системы с диссипацией структуры при прекращении соответствующих внешних потоков (материальных или информационных) и, наоборот, ее эволюцией при наличии связи со средой. Типичным примером диссипативной структуры является упорядоченность экологических систем: «Образование экологических ниш и пространственное разделение видов можно трактовать как образование диссипативных структур» [21, с. 221]. В науке в качестве процессов диссипации выступает, например, «старение» информации, в частности исчерпание научного потенциала, заключенного в данной работе (что отражается, например, в уменьшении числа ссылок на нее), вследствие чего эта работа переходит из сферы активного научного интереса в исторические архивы науки (подробнее о старении информации см., например, в [40]). Интересно отметить, что старение информации описывается, как правило, той же отрицательной экспонентой e^{-t} , что и диссипативные процессы в других областях: в теории надежности, радиоактивного распада, физической химии и др.²

2. Эволюция открытых систем и развитие науки

Представление о развитии как о последовательной смене стационарных состояний через периоды неустойчивости в сторону возрастания организации системы находит в настоящее время все более широкое применение при анализе динамики самых различных систем: физико-химических, биологических и др. Наиболее интересные результаты, полезные при построении математических моделей развития науки, получены М. Эйгеном, применяющим термодинамическую теорию открытых систем для исследования процессов возникновения «биологической» информации (самоорганизации биологических систем) в результате эволюционной конкуренции и отбора [29, 30].

М. Эйген исходит из того, что в биологических системах информация вначале обладает только «количеством», но не «ценно-

² Отрицательная экспонента может быть выведена из общетеоретических результатов по определению надежности (вероятности распада, разрушения) системы, состоящей из большого числа элементов с фиксированной вероятностью «отказа». Отсюда, кстати, автоматически следует необходимость «встречного» процессам распада, диссипации, процесса развития по экспоненте для любой сложной системы (в том числе и науки, что подтверждается экспериментальными данными об экспоненциальном росте науки), чтобы по крайней мере компенсировать диссипацию и предохранить систему от вырождения (перехода в равновесное состояние).

стью» и обретает «ценность», полезность, лишь в процессе конкуренции и селективного отбора потенциальных носителей информации в зависимости от способности данного носителя информации к размножению. Происходит возникновение принципиально новой информации, а не только ее передача, как в коммуникационных процессах теории информации Шеннона. По своей структуре этот процесс в определенной степени аналогичен процессу превращения «потенциальной» информации, поступающей на «вход» науки в виде отдельных результатов и пр., в «оцененную» информацию, т. е. в актуальное научное знание, пригодное к использованию.

«Нелинейная» концепция развития, предложенная И. Пригожиным и М. Эйгеном, позволяет провести определенные аналогии между эволюцией биологических и интеллектуальных (если использовать термин Ж. Ниаже [27]) структур. В настоящее время вообще распространен подход к изучению развития науки на основе аналогии с биологической эволюцией (см., например, [13, 47]), что представляет определенный интерес, разумеется, при критическом отношении к этой аналогии. Но в данном случае нас интересует более частная проблема сравнения основных положений термодинамической теории открытых систем с некоторыми представлениями о процессе развития науки, утвердившимися в современном науковедении.

Одним из них является представление о цикличности развития науки, т. е. о последовательной смене интенсивного («формирование новых концептуальных элементов» [20, с. 225]) и экстенсивного («развитие теории в данном концептуальном русле» [20, с. 225]) этапов развития. Будучи общеизвестной в своих основных принципах, эта схема в одном из своих вариантов разрабатывается Т. Куном [11], позиция которого заключается в первом приближении в том, что развитие науки носит скачкообразный характер и происходит путем научных революций, разделяющих более спокойные и длительные этапы нормальной науки. В периоды нормальной науки ученые получают результаты, исходя из единой концепции, или парадигмы. Накопление случайных открытий, или аномалий, не объясняемых парадигмой, приводит к кризисному для данной системы представлений состоянию. В этот период ослабляются нормативные ограничения, что приводит к возникновению множества конкурирующих гипотез. В результате научной революции возникает новая парадигма, означающая конец кризисного состояния и переход снова к нормальной науке³.

³ Ряд утверждений Т. Куна был подвергнут справедливой критике С. Р. Микулинским и Л. А. Марковой в послесловии к книге Куна [11]. Эти авторы, в частности, указывают на слишком сильную «алгоритмизацию» Т. Куном деятельности ученого на этапе нормальной науки (который «правильнее было бы называть периодом спокойного эволюционного развития» [11, с. 277]), а также на сведение Т. Куном сложного процесса возникно-

Если рассматривать указанную схему в качестве одной из возможных моделей научного развития (разумеется, весьма упрощенной и не отражающей всех сложностей этого процесса), то можно проследить определенную близость куновских представлений об эволюции науки и пригожинской модели развития открытых систем, далеких от равновесия. В самом деле, периоды нормальной науки можно интерпретировать как стационарные состояния, а парадигмы выступают при этом как характеристики таких состояний (аналог энтропийных характеристик в системах, исследуемых Пригожиным). Смена парадигм на этапе кризисной ситуации (флуктуационной неустойчивости, по И. Пригожину) соответствует переходу системы из одного стационарного состояния в другое, более далекое от равновесного (более «организованное»). Наконец, увеличение «объяснительных» возможностей новой парадигмы соответствует уменьшению энтропии и возрастанию организации эволюционирующей открытой системы.

Можно сказать, что нормальная наука, когда научный процесс происходит в основном в рамках одной парадигмы, является до определенного времени, а именно до исчерпания «объяснительных» возможностей парадигмы, устойчивым состоянием науки. Затем, в результате накопления аномалий, возникает недоверие к старой парадигме, соответствующие нормы ослабевают, энтропия, или разнообразие, системы возрастает, система переходит из устойчивого состояния в неустойчивое. Это промежуточный, дивергентный этап кризисной ситуации, на котором возникает новая парадигма, после чего происходит переход уже в новое стационарное состояние. Неустойчивое (старое) стационарное состояние скачкообразно переходит в устойчивое (новое) состояние с меньшей энтропией (более совершенной парадигмой). Это конвергентный этап перехода системы в устойчивое стационарное состояние на новой, более прогрессивной ступени.

Трактовка неустойчивости как предпосылки развития, перехода системы в новое состояние предполагает существование двух сопряженных процессов: неэнтропийного, удерживающего систему от вырождения, и энтропийного, генерирующего необходимое разнообразие как потенциальный источник нового. Это предположение согласуется с двойственным характером научной деятельности, которая может рассматриваться: 1) как решение проблем (уменьшающее общее число проблем и в некотором смысле — энтропию системы); 2) как порождение проблем (приводящее при условии их «нерешаемости» в рамках данной парадигмы к аномалиям, к новым гипотезам, т. е. к возрастанию энтропии).

вения нового знания просто к «выбору научным сообществом между двумя уже имеющимися налицо теориями — старой и новой» [11, с. 279]. Кроме того, С. Р. Микулинский и Л. А. Маркова в этом послесловии критикуют Куна за нарушение им исторического подхода, выражающееся в полном разрыве в его теории предреволюционной и послереволюционной науки [11, с. 278].

В этом смысле можно сказать, что научное исследование — один из наиболее сложных видов человеческой активности, аналогичный в некотором смысле процессам случайного поиска [32], ибо его результаты в определенной, иногда весьма значительной, мере непредсказуемы. Ученый — это не только человек, уменьшающий энтропию (в смысле организации знания), но и производящий энтропию (в смысле постановки новых проблем, новых исследований и др.); однако возрастание энтропийного потока в данном случае выступает не как общераспространенный синоним деградации (что верно для систем, близких к равновесию, или для изолированных систем), а как источник разнообразия, обеспечивающий в сочетании с негэнтропийными процессами эволюционный переход к новому состоянию с меньшей энтропией.

Сами научные процессы при этом носят пороговый характер, что, по И. Пригожину, также имеет место для открытых систем, далеких от равновесия. Так, например, при построении математической модели формирования научной области У. Гофман [37] рассматривает появление публикаций как эпидемический процесс последовательного «заражения» членов научного сообщества, т. е. использует распространенный в математической социологии подход к анализу процесса диффузии нововведений [39]. Получается следующая система дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= -\beta SI - \delta S + \mu; \\ \frac{dI}{dt} &= \beta SI - \gamma I + \nu; \\ \frac{dR}{dt} &= \delta S + \gamma I, \end{aligned} \quad (1)$$

где S , I , R — соответственно потенциальные исследователи (те, кто может опубликоваться), активные авторы (те, кто публикуется) и «выбывшие» (те, кто не имеет работ, хотя имел их в прошлом); β , δ , γ — соответственно интенсивности появления новых авторов, «удаления» потенциальных исследователей или «удаления» активных авторов; μ , ν — соответственно скорости потока вхождения в сообщество ученых (как открытую систему) новых потенциальных исследователей или активных авторов.

Из (1) вытекает, что система входит в эпидемический режим, если:

$$S > \frac{\gamma - \nu/I}{\beta} \equiv \rho, \quad (2)$$

где ρ является пороговой плотностью потенциальных исследователей в области, превышение которой есть необходимое условие «эпидемического» процесса. Отметим в связи с этим, что возможность пополнения области потенциальными исследователями («открытость» области для внешнего потока) является исходным

условием, в частности, развития области как ряда «повторяющихся эпидемий» [2]: после очередной «эпидемической» вспышки плотность потенциальных авторов может уменьшиться ниже критического значения, наступает относительное затишье, пока порог не будет превышен снова за счет поступающих в область исследователей, и т. д.

В заключение настоящего раздела статьи укажем на интересные параллели между термодинамической теорией открытых систем И. Пригожина и генетической эпистемологией Ж. Пиаже [15, 27], которые подчеркивает сам И. Пригожин в своей (скорее методологической, чем математической) работе [45]. В этой работе проводилась аналогия между необратимыми процессами эволюции диссипативных структур и динамикой интеллектуальных структур, организация которых, согласно концепции Ж. Пиаже, возрастает в процессе последовательного уравнивания и авторегуляции («прогрессирующее равновесие», по Пиаже, [44, р. 274]). Сам процесс уравнивания можно рассматривать как смену стационарных состояний с промежуточными «переходами через неустойчивость», причем «процесс уравнивания в конце концов создает условия для нового состояния неуровновешенности» [3, с. 93]. В методологическом отношении аналогия между психическими и термодинамическими процессами представляется интересной и перспективной для построения моделей развития науки (см. в [19] и [34] об адаптивных моделях научного исследования, основанных на теории Ж. Пиаже), но требует глубокого и критического анализа границ соответствующей аналогии.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАУЧНОГО СООБЩЕСТВА

1. Научное сообщество как экосистема

Представление о диссипативной структуре, по И. Пригожину, позволяет провести параллель между научным сообществом и экологической системой, что дает возможность использовать существующие в экологии математические модели при исследовании процессов функционирования и развития науки. В качественно-методологическом плане эта параллель рассмотрена, в частности, в работе [33], в которой продемонстрировано соответствие между основными свойствами экосистемы и научного сообщества. Такого же рода аналогия между наукой и «суперэкосистемой» — биосферой проводится в работе [13], а также в работе [10], где экологические представления используются для анализа взаимосвязи между технологическими разработками. Но работа [33] интересна именно с точки зрения использования термодинамической теории открытых систем для построения соответствующих математико-наукovedческих моделей.

По мысли автора, американского ученого-химика Томаса Р. Блэкберна, научное сообщество «производит, структурирует и обменивается информацией подобно тому, как экосистема производит, структурирует и обменивается биомассой» [33, с. 1141]. При этом выделяются три структурных уровня научного сообщества: «физическая» структура, или структура в буквальном смысле слова (институты, материальные условия научной работы и др.), социальная структура (преподавательский персонал, профессиональные сообщества, специализация и др.) и, наконец, «неосязаемая», интеллектуальная структура (язык, модели, логика и другие средства организации научного знания). Все три структуры взаимосвязаны и по существу носят диссипативный характер, ибо прекращение соответствующих потоков (ассигнований, информации и др.), «питающих» и поддерживающих структуры, приводит к их разрушению (диссипации).

Понимая под экосистемой группу живых организмов, имеющих общий доступ к источнику энергии и связанных между собой единой сетью пищевых и информационных потоков, Т. Блэкберн отмечает следующие основные свойства такой системы:

- зависимость от энергетических и информационных потоков, таких, как солнечная энергия, генетическая информация и др., поддерживающих структуру системы (система разрушается, диссипирует при прекращении потоков);

- способность к гомеостазу, обеспечивающая устойчивость экосистемы, как правило, путем отрицательной обратной связи;

- направленное развитие в сторону усложнения и стабилизации структуры;

- лимитирующие факторы, т. е. ограничения на скорость массопередачи, энергетических потоков и др., определяющие в конечном итоге конкретные параметры экосистемы.

Аналогичные свойства отмечаются Т. Блэкберном и в научном сообществе. В качестве энергетических потоков в науке выступают потоки ассигнований, экспериментальное оборудование и другие аспекты материального обеспечения научной деятельности. Такие потоки имеют место в основном на уровне «физических» структур (научно-исследовательских институтов и др.). На уровне социальных структур к подобным «финансово-экономическим» потокам добавляется поток психологической мотивации, которая возникает в силу выполнения учеными различных ролевых функций. Наконец, на уровне интеллектуальной структуры основную роль играет только мотивация, направленная на сам процесс познания, — поток «мотивационной энергии», стимулирующей открытие новых экспериментальных фактов, проблемных областей и др. (ср. с определяемым ниже информационным потоком *Л*). Исчезновение «мотивационной энергии» приводит к прекращению роста научного знания и к постепенному разрушению интеллектуальной структуры.

Гомеостатические свойства научного сообщества заключаются, по мнению Т. Блэкберна, в наличии таких регулятивов, как исторические традиции (система образования, учебники и научные руководства, обеспечивающие преемственность науки), институциональные нормы и др., которые определяют устойчивое функционирование науки.

Развитие науки заключается в последовательной смене периодов роста и падения продуктивности; начало каждого цикла определяется возникновением новой парадигмы (в смысле Т. Куна) и сопровождается переходом развивающейся системы в более «активное» (и менее стабильное) состояние. Ссылаясь на работу Гриффита и Маллиза [6], где, в частности, анализируется поведение группы на начальном этапе освоения парадигмы, Т. Блэкбурн подчеркивает, что при этом «линии коммуникации становятся короткими и быстрыми, мотивационные и энергетические потоки увеличиваются, разнообразие в рамках активной исследовательской группы уменьшается, т. е. все члены группы поглощены новой парадигмой» [33, с. 1145]. Однако такое состояние не может сохраняться долго, связи становятся слабее, а специализация возрастает, и система постепенно стабилизируется в новом «нормальном» состоянии.

В качестве простейших лимитирующих факторов в науке выступают ограничения на поток ассигнований, выбывание ученых из сообщества, другие материальные факторы, ограничивающие темпы роста научного сообщества. Более интересными являются ограничения на скорость процесса получения научных результатов («вывода следствий из парадигмы») или на скорость информационных процессов. В биологических экосистемах ограничение на скорость поступления пищевых или иных энергетических ресурсов приводит к возрастанию специализации разных видов. Увеличение в связи с этим разнообразия экологической системы (усложнение трофических связей и пр.) происходит в направлении ее стабилизации, уровень которой определяется в конечном итоге допустимыми потоками солнечной энергии и пищи. Аналогичным образом возникновение «зрелой» научной дисциплины в процессе ее развития приводит к росту разнообразия научного сообщества: к возникновению специализации, что является естественным следствием ограничений на «пропускную способность» сообщества, к появлению, если использовать экологический термин, своеобразных «ниш», определяемых стилем работы ученого (ученые-«художники», ученые-«критики», ученые-«архивариусы» и т. д.). Интересно отметить, что подобные «ниши» отсутствуют в молодых группах, еще только сплачивающихся вокруг новой парадигмы.

Естественное стремление научного сообщества к закреплению возникшей интеллектуальной и организационной структуры, отмечает Т. Блэкберн, идет вразрез с необходимостью периодического разрушения этих структур новыми парадигмами для даль-

нейшего развития системы. Поэтому стратегия научного руководителя должна состоять в разумном внесении «энергетических всплесков» (типа «провокационных» вопросов на семинарах, нарушения границ научных дисциплин и пр.) в «зрелую», установившуюся область с целью нарушения ее устойчивости и возвращения в «активное» состояние для последующего прогресса на новую ступень развития.

Таков, в первом приближении, «экологический» подход Т. Блэкберна к научному сообществу, который, на наш взгляд, позволяет построить ряд математико-наукоедческих моделей, основанных на аналогии между процессами в научном сообществе и в экологической системе. Эти рассматриваемые далее модели носят во многом качественный характер в силу сложности количественного описания таких основных представлений науки, как научное знание, ценность научного результата, научные проблемы, цели и критерии научной деятельности и т. д. Но следует учитывать, что качественный анализ в математике, основанный, как правило, на качественной теории дифференциальных уравнений (см., например, [1]), зачастую позволяет ответить на фундаментальные вопросы о тенденции развития сложной системы, ее устойчивости и др.; это в силу общности и универсального характера таких ответов не менее, а иногда и более важно, чем чисто количественные результаты.

2. Проточные модели и уравнения Вольтерра

По аналогии с биологической популяцией, выступающей в качестве «элементарной эволюционной структуры» [26], будем рассматривать внутри научного сообщества популяцию ученых, работающих в одной проблемной области над «группой тесно связанных между собой проблем» [9, с. 189]. Понятие проблемных областей как элементарных единиц научного развития, которые «рождаются» и, истощаясь, «умирают», ветвятся и складываются в научные дисциплины, интенсивно используется в современном науковедении. Дело в том, что благодаря единству тематики проблемная область легко выделяется эмпирически, на ней прослеживаются основные наукометрические закономерности типа роста по логисте числа ученых или публикаций. Сообщество ученых, работающих в одной проблемной области, сравнительно ограничено и составляет 100—200 человек⁴. Для нас проблемная область интересна тем, что она, по-видимому, представляет собой минимальное объединение ученых, связанных между собой об-

⁴ Понятие проблемной области положено, например, М. Малки в основу ветвящейся модели развития науки [41], по которой развитие науки происходит за счет возникновения и распада, ветвления, пересечения проблемных областей, благодаря миграции ученых (образующих временные «социальные сети») из одной проблемной области в другую. Детальный анализ этих процессов см. также в [35].

щими интересами, и в этом смысле может рассматриваться как простейшее сравнительное однородное образование с единым законом функционирования.

Динамика сообщества ученых, работающих в данной проблемной области (научная миграция, подробно рассматриваемая, например, в [41]), складывается из двух противоположных процессов: постоянного прихода в область ученых, привлекаемых исследовательскими перспективами и «гарантией» научных результатов, и не менее постоянного ухода ученых из области в результате завершения соответствующих исследований (получения результатов) или «истощения» проблемной области. Очевидно, что связи между учеными образуют в данном случае диссипативную структуру (в смысле И. Пригожина), устойчивость которой поддерживается определенным информационным потоком через проблемную область. Этот поток, возникающий в процессе «разработки» проблемной области, перманентно вовлекающий в нее новых ученых и стимулирующий дальнейшие исследования, складывается из эмпирических данных (факты, наблюдения, эксперимент), теоретических результатов идейного плана, конкретных проблем и т. д. В этом смысле проблемная область представляет собой потенциальный источник («интеллектуальный стимулятор») научных результатов, эффективность которого можно характеризовать, например, количеством «потребляемой» учеными информации, числом научных проблем и пр. (можно рассматривать также и «энергетическую» составляющую потока, т. е. поток ассигнований, оборудования и др.). Истощение проблемной области вызывает «затухание» информационного потока и миграцию ученых в новые перспективные области, что постепенно приводит к разрушению коммуникационных сетей связанного с данной проблемной областью научного сообщества (возможно, до новой «вспышки» или до «ветвления» проблемной области).

Математическая модель процесса функционирования проблемной области строится следующим образом. Естественно предположить, что в стационарном, устойчивом режиме информационный поток I поступает в сообщество из x ученых с постоянной скоростью v . Поступающая информация может изменяться (убывать) как за счет ее полезного использования членами сообщества, так и за счет рассеивания. Информация, используемая учеными, преобразуется в научное знание (структурируется). Информация, не использованная по тем или иным причинам (из-за трудностей доступа, тривиального или слишком сложного содержания и т. д.), рассеивается необратимым образом (в качестве процесса диссипации может выступать также «старение» информации).

Естественно предположить, что прирост информации за счет ее использования ΔI_1 за время Δt пропорционален объему научного сообщества x с коэффициентом пропорциональности $V(I)$, зависящим от наличной информации: $\Delta I_1 = V(I) x \Delta t$. Убыль

информации за счет рассеивания ΔI_2 прямо пропорциональна наличной информации I , что вытекает непосредственно из физических соображений: $\Delta I_2 = \alpha I \Delta t$ (α — коэффициент пропорциональности). Тогда изменение информационного потока ΔI через область за время Δt определится выражением:

$$\Delta I = v \Delta t - \Delta I_1 - \Delta I_2 = v \Delta t - V(I) x \Delta t - \alpha I \Delta t. \quad (3)$$

Естественно считать прирост числа ученых Δx_1 за время Δt пропорциональным использованной информации: $\Delta x_1 = k \Delta I_1 \Delta t$ (k — коэффициент пропорциональности). Число ученых Δx_2 , уходящих из области за время Δt , будем считать по аналогии с процессом рассеивания информации пропорциональным наличному числу ученых x : $\Delta x_2 = \beta x \Delta t$ (β — коэффициент пропорциональности). Учитывая, кроме того, в целях общности результата, дополнительную возможность притока ученых в область с постоянной скоростью μ за счет случайной диффузии, приходим к следующему окончательному выражению для прироста числа ученых Δx за время Δt :

$$\Delta x = \mu \Delta t + \Delta x_1 - \Delta x_2 = \mu \Delta t + k V(I) x \Delta t - \beta x \Delta t. \quad (4)$$

Деля соотношения (3), (4) на Δt , устремляя Δt к нулю и переходя к пределу, получаем окончательно следующую систему дифференциальных уравнений, описывающую зависимость между информационным потоком $I(t)$ и численностью научного сообщества $x(t)$:

$$\frac{dI}{dt} = v - \alpha I - V(I)x; \quad \frac{dx}{dt} = \mu + kV(I)x - \beta x. \quad (5)$$

Для дальнейшего анализа этих уравнений преобразуем их следующим образом. Пусть скорость входного информационного потока $v \equiv \alpha I_0$, где I_0 — входная плотность потока, α — его интенсивность. Положим далее (для простоты анализа) интенсивности α , β диссипативных процессов для информации и научной популяции одинаковыми: $\alpha = \beta \equiv Q$, а $\mu = 0$, т. е. будем считать, что приход ученых в проблемную область определяется только исследовательскими перспективами. Кроме того, примем, что функция $V(I)$ является линейной зависимостью, т. е. $V(I) = \lambda I$ (λ — коэффициент пропорциональности). Это означает, что прирост информации ΔI_1 пропорционален имеющейся информации и размерам научного сообщества: $\Delta I_1 = \lambda I x \Delta t$. С учетом этих предположений уравнения (5) могут представлены следующим образом:

$$\frac{dI}{dt} = Q(I_0 - I) - \lambda I x; \quad \frac{dx}{dt} = k \lambda I x - Q x. \quad (6)$$

Интересно отметить, что те же уравнения описывают, в частности, процесс роста клеточных популяций, бактериальных культур и других разновидностей биомассы в специальных устройствах — культиваторах: рост биомассы x представляет собой функцию потребления поступающего в культиватор потока пищевого субстрата I (см., например, [23, 28]). С этой точки зрения именно «поглощение» (ассимиляция, в терминологии Ж. Пиаже [27]) информационного потока приводит, вообще говоря, к росту научного сообщества проблемной области. Иными словами, можно сказать, что, «усваивая» научную информацию (и создавая вследствие этого потенциальные возможности дальнейших исследований), научное сообщество «размножается», растет за счет прихода в область новых ученых, привлекаемых ее потенциальными научными перспективами. Аналогичным образом уход ученых из области можно сопоставить со смертью отдельных индивидов в биологической популяции или клеток в биомассе в случае недостаточного питания⁵.

Системы, описываемые уравнениями (6), в силу наличия стационарных режимов, определяемых «входными» и «выходными» потоками, называются проточными системами (или системами проточного культивирования) и интенсивно исследуются математической биологией с точки зрения их устойчивости, временной динамики стационарных состояний и др. (см., например, [22], [28]). Некоторые соответствующие результаты этих исследований могут быть использованы при математическом анализе и науковедческой интерпретации зависимостей (5) и (6), полученных в настоящей работе.

В частности, (6) допускает решение в квадратурах (интегрируется, [23]). Для нас это решение интересно тем, что в асимптотике при $t \rightarrow \infty$ оно приводит к логисте для $x(t)$:

$$x(t) = \frac{L}{1 + ae^{-\lambda \cdot L}}, \quad (7)$$

где $a = \frac{L}{x(0)}$ — коэффициент, определяемый исходными параметрами научного сообщества (в частности, исходным «размером» сообщества $x(0)$); $L = kI_0 - Q/\lambda$ — так называемая «емкость среды», определяющая предельные возможности стационарного состояния сообщества; λ — коэффициент использования информации; k — коэффициент роста сообщества ученых; Q, I_0 — параметры информационного потока (интенсивность и входная плотность).

⁵ Заметим, что рассмотренные в гл. 1 «эпидемические» уравнения (1) являются частным случаем уравнений (5) для случая линейной зависимости $V(I) = \lambda I$. Поток информации I в «эпидемической модели» У. Гофмана соответствует число потенциальных исследователей S , а объему научного сообщества x — число активных ученых.

Выражение (7) означает, что временная динамика сообщества ученых в проблемной области описывается логистической зависимостью, что совпадает с эмпирическими данными, отмечаемыми, например, в [35], что служит веским свидетельством в пользу рассматриваемой модели динамики научной области.

Интересный качественный результат возникает при исследовании устойчивости такого рода системы. Можно показать, что она имеет место при $dx/dt = k\lambda Ix - Qx \geq 0$, т. е. при следующем соотношении параметров: $k\lambda I \geq Q$. Для максимального значения информационного потока $I_{\max} = I_0$ получаем: $k\lambda I_0 \geq 0$. Это — необходимое условие устойчивости системы. При его несоблюдении, например при увеличении скорости потока Q , наступает разрушение стационарного состояния (устойчивость нарушается), что приводит для биологического сообщества к необратимому оттоку, «вымыванию» биомассы из культиватора. В нашем случае это соответствует уменьшению входной плотности информации $k\lambda I_0 < Q$ в результате истощения проблемной области (в частности, из-за исчерпания возможностей решения проблем в рамках данной парадигмы). Наступает необратимый процесс ухода ученых из области, невозможная миграция ученых в другую, более перспективную область. Такие явления эмпирически отмечаются и исследуются социологами науки (см., например, [35, 41]) как процесс распада области, ее дифференциации, ветвления, временного «затухания» и др.

Заметим, что наличие входного и выходного потоков в «проточных» моделях (5) и (6) функционирования проблемной области составляет как достоинство (необходимая полнота), так и недостаток (сложность анализа) таких моделей. Полагая в системе (6) $Q = 0$, можно упростить модель, ибо это соотношение означает отсутствие потоков: система становится замкнутой. При этом получаем менее общую зависимость, но зато она может быть более тщательно проанализирована, что немаловажно для достаточно простых ситуаций. Будем рассматривать такую зависимость как отображение процесса функционирования «закрытой» проблемной области с априорно зафиксированным множеством нерешенных проблем, последовательно решаемых научным сообществом, причем результаты решения реализуются в виде публикаций.

Представляется естественным, что шансы написать новую статью (решить новую проблему) будут в данном случае определяться как числом уже написанных статей y (облегчающим решение новой проблемы), так и возможностью найти еще нерешенную проблему, которая зависит от наличного числа I нерешенных проблем как функция $V(I)$. Исходя из этого, предположим, что прирост массива публикаций Δy за время Δt пропорционален произведению $V(I)$ и y с коэффициентом пропорциональности k : $\Delta y = kV(I)y\Delta t$. Аналогичные соображения с учетом условия замкнутости проблемной области приводят к следующему выражению

для уменьшения числа нерешенных проблем ΔI за время Δt : $\Delta I = V(I)y\Delta t$. Отсюда получаем следующую систему уравнений, характеризующих «преобразование» проблем в публикации с коэффициентом k :

$$\frac{dI}{dt} = -V(I)y, \quad \frac{dy}{dt} = kV(I)y. \quad (8)$$

Полагая функцию $V(I)$ линейной: $V(I) = \lambda I$ (т. е. считая, что возможность найти нерешенную проблему пропорциональна числу проблем с коэффициентом λ), приходим к системе (6) для случая $Q=0$, как и следовало предполагать (поток отсутствует):

$$\frac{dI}{dt} = -\lambda Iy, \quad \frac{dy}{dt} = k\lambda Iy. \quad (9)$$

Система (9) имеет интеграл (интеграл Моно): $y + kI = \text{const} = P$, причем $P = y(0) + kI(0)$, где $I(0)$, $y(0)$ — соответственно начальные значения множества проблем и публикаций. Интеграл Моно приводит к логистическому уравнению для динамики публикаций, решение которого описывается логистической зависимостью:

$$\frac{dy}{dt} = \lambda y(P - y), \quad y(t) = \frac{P}{1 + be^{-\lambda t \cdot P}}, \quad (10)$$

где b — коэффициент, определяемый начальными условиями.

Логистическая зависимость для динамики массива публикаций, описывающая последовательное истощение проблемной области, отмечается многими наукометрическими исследованиями: например, для динамики работ по одной из психологических проблем или по теоретико-игровой проблематике [43], для массива по сельской социологии или по теории конечных групп [35] и т. д. Эти эмпирические данные подтверждают правомерность предложенной нами модели функционирования проблемной области (9).

Соотношение между динамикой сообщества ученых $x(t)$, работающих в данной проблемной области, и массива статей $y(t)$, публикуемых ими, может изучаться на следующей модели. Как отмечает М. Малки [41], приход ученых в область происходит в основном за счет контактов с учеными, уже работающими над данной проблематикой. Поэтому естественно полагать, что прирост числа ученых Δx_1 за время Δt пропорционален размерам уже имеющегося сообщества: $\Delta x_1 = a_1 x \Delta t$ (a_1 — коэффициент пропорциональности). Будем считать, что каждый ученый, опубликовавший определенное число работ, уходит из области, т. е., что уход ученых из области Δx_2 за время Δt пропорционален произведению числа ученых на число публикаций: $\Delta x_2 = b_1 xy \Delta t$ (b_1 — коэффициент пропорциональности). Общий прирост числа

ученых за время Δt равен разности «притока» Δx_1 и «оттока» ученых Δx_2 :

$$\Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2 = a_1 x \Delta t - b_1 xy \Delta t. \quad (11)$$

Для определения прироста массива публикаций будем считать, что каждый ученый обладает равными шансами опубликовать статью, причем эти шансы зависят от общего числа статей, опубликованных сообществом, в простейшем случае пропорциональным этому числу. Поэтому прирост числа статей Δy_1 за время Δt пропорционален произведению общего числа ученых на число опубликованных ими статей: $\Delta y_1 = a_2 xy \Delta t$ (a_2 — коэффициент пропорциональности). Убывание числа публикаций в области происходит за счет старения, которое пропорционально наличному числу публикаций. Поэтому за время Δt активный массив статей уменьшается на Δy_2 : $\Delta y_2 = b_2 y \Delta t$ (b_2 — коэффициент пропорциональности). Общий прирост числа статей за время Δt равен разности чисел опубликованных Δy_1 и устаревших Δy_2 публикаций:

$$\Delta y = \Delta y_1 - \Delta y_2 = a_2 xy \Delta t - b_2 y \Delta t. \quad (12)$$

Деля выражения (11), (12) на Δt и переходя к пределу, получаем систему дифференциальных уравнений для зависимости между ростом числа ученых и размерами массива публикаций:

$$\frac{dx}{dt} = a_1 x - b_1 xy; \quad \frac{dy}{dt} = a_2 xy - b_2 y. \quad (13)$$

Это известная в математической экологии система уравнений Вольтерра [4], которая, в частности, описывает межвидовое взаимодействие типа «хищник — жертва» [4]. Научоведческая интерпретация этих уравнений дает возможность использовать некоторые результаты их анализа (приведенные, например, в [25]) при совместном рассмотрении научного сообщества x и его продукции y .

Например, приравнявая dx/dt и dy/dt в (13) нулю, получаем стационарные решения системы: $x_0 = b_2/a_2$, $y_0 = a_1/b_1$, которые зависят от соответствующих коэффициентов прироста a_1 , a_2 и убыли b_1 , b_2 . Интересным свойством процессов, описываемых уравнениями Вольтерра, является возникновение колебаний при отклонении начальных состояний $x(0)$, $y(0)$ от стационарных состояний x_0 , y_0 . Научоведческими исследованиями такие колебания действительно зафиксированы, что повышает достоверность модели (13). В частности, в [24] отмечается наличие колебаний публикационной активности предметно-тематических интересов ученого, текущей оценки научных текстов научной средой, интенсивности потребления информации в библиотеках и т. п. В работе [46] исследуется колебательный характер роста числа открытий по физике в разных странах, в [31] отмечаются колеба-

тельные процессы в целом ряде отраслей науки и техники. Модель с уравнениями Вольтерра (13) может быть использована для конкретного изучения подобных «автоколебательных» явлений в науке.

Уравнения Вольтерра применяются, в частности, немецким исследователем науки Ф. Мюллером (ГДР) для анализа взаимоотношения между проблемами x и знанием y , появляющимся в результате решения этих проблем. Сами уравнения (см. [42], краткое изложение в [12]) получены исходя из следующих простейших допущений: прирост знания и убыль проблем пропорциональны их произведению xy ; при отсутствии научной деятельности проблемы растут пропорционально их числу a_1x (так как решения проблем не происходит), а знание уменьшается пропорционально наличному знанию b_2y (старееет). Автор сравнивает количественное решение полученной системы типа (13) с наукометрическими данными (знание отождествляется с числом публикаций) и отмечает хорошее совпадение теории с эмпирией.

3. Модели конкуренции и дифференциации

Как уже отмечалось, при исчерпании исследовательских возможностей проблемной области ее дальнейшую судьбу (прекращение функционирования, дифференциацию области, смену парадигм и т. д.) определяет выбор одной из множества конкурирующих гипотез. Исследуем феномен конкуренции гипотез на сравнительно простой математической модели, используемой обычно при экологическом анализе конкуренции биологических видов, генотипов и др. [22].

Итак, пусть имеются две научные теории, одновременно претендующие на удовлетворительное объяснение одних и тех же эмпирических данных и конкурирующие в этом смысле друг с другом. Под характеристиками этих теорий будем понимать изменяющуюся совокупность информационных данных $I_1(t)$, $I_2(t)$ соответственно в пользу теории T_1 или теории T_2 . Это могут быть факты и наблюдения, число публикаций в защиту первой или второй теории, число ученых — сторонников T_1 или T_2 и т. д. Нас будет интересовать качественный аспект «выживания» одной из этих теорий или их «сосуществования», поэтому конкретное количественное выражение величин I_1 , I_2 принципиального значения не имеет (как, в частности, для $I(t)$ в (5)).

Пусть в отсутствие второй теории T_2 информационный поток I_1 , соответствующий теории T_1 , описывается обычной логистой $I_1 = I_1(a_1 - b_1 I_1)$, где a_1 , b_1 — коэффициенты, отражающие соответственно динамику «размножения» информации, информационный поток с интенсивностью a_1 и динамику «исчерпания» данных (или старения информации) с интенсивностью b_1 . При наличии конкурирующей теории T_2 следует, кроме этих внутренних для T_1 факторов, учитывать и внешний фактор подавляющего воз-

действия, оказываемого \dot{I}_2 на \dot{I}_1 : например, результаты, ставящие под сомнение T_1 («фальсификация» T_1) и отмечаемые в работах сторонников T_2 (в информации I_2). Будем считать такое воздействие пропорциональным произведению $I_1 I_2$, т. е. уменьшающим скорость потока I_1 на величину $c_1 I_1 I_2$ (c_1 — коэффициент пропорциональности). Учитывая, что аналогичные соображения справедливы и для потока I_2 , соответствующего теории T_2 , приходим к следующей системе уравнений, описывающей конкурирующее взаимодействие теорий T_1, T_2 через соответствующие им информационные потоки (смысл коэффициентов a_2, b_2, c_2 аналогичен коэффициентам a_1, b_1, c_1):

$$\begin{aligned} \frac{dI_1}{dt} &= a_1 I_1 - b_1 I_1^2 - c_1 I_1 I_2; \\ \frac{dI_2}{dt} &= a_2 I_2 - b_2 I_2^2 - c_2 I_1 I_2. \end{aligned} \tag{14}$$

Система уравнений (14) (как и ее обобщенный, n -мерный вариант: $\frac{dI_i}{dt} = \left(a_i - \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} I_j \right) I_i$, где $i=1, 2, \dots, n$; $a_i > 0$ — коэффициент размножения; γ_{ij} — коэффициент, характеризующий воздействие среды), анализируется во многих работах, посвященных исследованию конкуренции видов в биологическом сообществе (см., например, [22, 25]). В этих работах показано, что устойчивость системы уравнений (14) определяется соотношением между произведением коэффициентов убывания потока b_1, b_2 и коэффициентов «подавления» c_1, c_2 . Если $b_1 b_2 > c_1 c_2$, т. е. «внутренние» факторы развития биологического вида играют большую роль, чем конкуренция, то система (14) в целом устойчива: сосуществование видов возможно при некотором постоянном соотношении между ними. Если же $b_1 b_2 < c_1 c_2$, т. е. основную роль играет межвидовой антагонизм, то система становится неустойчивой: выживает лишь один из конкурирующих видов, в зависимости от начальных условий. Этот результат, известный в экологии как принцип Гаузе (принцип конкурентного исключения), означает, что два разных вида не могут сосуществовать в одной и той же экологической «нише» (это неоднократно проверялось эмпирически на двух близких видах, помещенных в одну среду обитания; см., например, [18, 28]).

Обобщим эти результаты на взаимодействие информационных потоков I_1, I_2 для конкурирующих теорий T_1, T_2 . Очевидно, что в случае, когда данных, опровергающих T_1 , со стороны T_2 (или наоборот) недостаточно, т. е. развитие теории определяется в основном собственными закономерностями, а не конкуренцией ($b_1 b_2 > c_1 c_2$), возможно устойчивое сосуществование двух конкурирующих теорий. Подобным же образом возможно и сосуществование конкурирующих научных школ, когда у каждой из них

отсутствуют достаточно убедительные аргументы, «фальсифицирующие» теорию конкурента. Например, при анализе конкурирующих теорий Т. Куна и К. Поппера в [36, с. 49—50] отмечается, что история развития научного знания пока еще недостаточно изучена, чтобы служить серьезным основанием для выбора одного из предложенных этими исследователями науки подходов. В обратном случае, когда конкуренция между теориями становится достаточно острой ($b_1 b_2 < c_1 c_2$), «выживает» лишь одна из теорий, т. е. в процессе развития науки происходит нечто подобное конкурентному исключению, по Гаузе. Анализ конкуренции теорий в научном сообществе может подсказать, в каком направлении будет развиваться исследовательский процесс, при соответствующем выборе характеризующих его параметров.

Данная модель конкуренции теорий является простейшей и носит заведомо феноменологический характер, так как не учитывает в явном виде роль сообщества ученых в процессе взаимодействия между научными теориями. Учет этого фактора при взаимодействии теорий приводит к следующей, более сложной модели.

Пусть y_1, y_2 — число публикаций, написанных учеными соответственно с точки зрения первой T_1 или второй T_2 теорий, а x — численность научного сообщества. Уровень продуктивности по каждой из теорий зависит от числа ученых x и определяется функцией $V_i(x)$ ($i=1, 2$). Ученые поступают в данную проблемную область (область конкуренции теорий T_1, T_2) с постоянной скоростью v и убывают из области либо имея публикации в поддержку теорий T_1, T_2 (уменьшение размеров научного сообщества при этом пропорционально, соответственно произведениям $V_1(x)y_1$ или $V_2(x)y_2$), либо не имея таких публикаций, например, из-за неудачного выбора задачи (уменьшение сообщества пропорционально наличному числу ученых x). Потоки y_1, y_2 соответственно возрастают за счет прироста числа публикаций пропорционально произведениям $V_1(x)y_1, V_2(x)y_2$ и уменьшаются за счет старения публикаций пропорционально их наличному числу y_1, y_2 . Исходя из этих предположений и принимая $V_i(x) = a_i x / (b_i + x)$, т. е. в виде функции с насыщением, приходим к следующей системе уравнений (α_1, α_2 — коэффициенты пропорциональности, Q — коэффициент диссипации, $v = Q \cdot x_0$):

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -\alpha_1 \frac{a_1 x}{b_1 + x} y_1 - \alpha_2 \frac{a_2 x}{b_2 + x} y_2 + Q(x_0 - x); \\ \frac{dy_1}{dt} &= \frac{a_1 x}{b_1 + x} y_1 - Q y_1; \quad \frac{dy_2}{dt} = \frac{a_2 x}{b_2 + x} y_2 - Q y_2. \end{aligned} \quad (15)$$

Анализ этой системы уравнений (см., например, [24, 28]) позволяет сделать вывод, что сосуществование двух теорий в пределах одного и того же научного сообщества (играющего в данном случае роль лимитирующего фактора) для достаточно боль-

ших интервалов времени невозможно: теория с большими конструктивными возможностями в конечном итоге вытесняет остальные, что и определяет дальнейшую эволюцию науки.

В заключение раздела отметим, что лимитирующие факторы вообще являются одним из основных условий развития науки (появление новой теории, дифференциации научных областей и др.). Ограничения (на материальные ресурсы, на информационные потоки или на другие параметры, определяющие функционирование научного сообщества) принципиально необходимы как предпосылка выбора наилучших в каком-то смысле теорий. В противном случае будет реализовываться не процесс целенаправленного развития науки, а «расходящийся» процесс сосуществования многих возможных вариантов научного объяснения. В экологии в качестве лимитирующих факторов выступает, например, пищевой субстрат, исчерпание которого заставляет биологический вид искать новые источники питания, что в свою очередь приводит к закреплению новых функций и в конечном итоге к эволюции биологического сообщества и к дифференциации видов [21]. Аналогичным образом в процессе эволюции науки исчерпание проблемной области стимулирует переход ученых в другую область или ветвление данной научной области. Однако не только эти факторы определяют эволюционное развитие и дифференциацию науки. Как показано в [22, 23], в математической модели конкуренции видов в биологическом сообществе с возрастанием размеров сообщества в процессе эволюции должно возрастать и его разнообразие (например, число видов). Чем сложнее организовано сообщество, чем больше и разнообразнее трофические (питательные) связи между видами и т. д., тем данное биологическое сообщество более устойчиво [22, 23]. Подобные модели можно использовать и для рассмотрения проблемы дифференциации науки в процессе ее развития. Можно предположить при таком рассмотрении, что с ростом «массы» научного знания должна возрастать его дифференциация на дисциплины, проблемные области и др. и что этот процесс дифференциации не отделен от обратного процесса интеграции науки, т. е. от образования все более сложных связей между ее областями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие любой сложной системы невозможно без наличия двух сопряженных процессов: сохранения устойчивости и временного нарушения. Под устойчивостью системы понимается ее способность противостоять возмущениям: будучи выведенной из своего стационарного состояния, устойчивая система возвращается снова в это состояние в результате действия, направленного на компенсацию возмущения. Это необходимый элемент функционирования сложных систем, ибо сохранение устойчивости

обеспечивает как «выживание» системы, так и преемственность ее развития, а самое главное — наличие «старого» обеспечивает закрепление, ассимиляцию «нового».

Возникающая в процессе развития неустойчивость создает возможность скачкообразного перехода системы в новое состояние.

Вообще говоря, этот скачок можно рассматривать как реакцию системы на возмущение с целью его компенсации, только система возвращается не в старое состояние, а переходит в новое, т. е. «развитие через неустойчивость» обеспечивает устойчивость на более высоком уровне. При этом сама устойчивость уже понимается не как статическая устойчивость равновесных структур типа кристаллических образований, а как динамическая устойчивость открытых систем за счет самоорганизации, авторегуляции, осуществляемая для достаточно сложных систем в основном путем информационного обмена со средой (диссипативные структуры, по [5], или динамические регуляторы, по [14]).

В приложении к системам науки можно, по-видимому, утверждать, что их устойчивость в стационарном состоянии «нормальной науки» и неустойчивость в моменты «научных революций» в равной мере необходимы для развития науки. Решение проблем, исчерпывающее данную парадигму, и генерация новых, угрожающих этой парадигме проблем, в конечном итоге переводят парадигму (а вместе с ней и научное сообщество) из устойчивого состояния в неустойчивое; в результате появления принципиально нового, как правило, непредсказуемого научного результата (творческой «флуктуации») происходит скачкообразная смена парадигм.

Такого рода процесс хорошо описывается с помощью термодинамической теории открытых систем, согласно которой иерархическая организация развивающегося объекта есть следствие эволюционной смены структур возрастающей степени сложности. Соотнося «существование различных уровней организации с последовательностью неустойчивостей», эта теория показывает, что «состояние данной сложности может в этом случае обладать «памятью» о прошлых неустойчивостях, каждая из которых может внести вклад в появление новой особенности, существенной для устойчивости и сохранения конечного состояния» [17, с. 522].

Иными словами, знание не «вычерпывается» из среды, аддитивно добавляясь к прошлому знанию, а создается в результате развития науки, преобразуется научным сообществом, которое в данном случае выступает, если использовать кибернетическую терминологию, как «нелинейный преобразователь» неорганизованной информации в организованное знание. Три величины (информационный поток, измеряемый, например, числом проблем I на «входе» сообщества; размеры научного сообщества, определяемые числом ученых в «популяции» x ; знание на «выходе», измеряемое в данном случае числом публикаций y) рассматрива-

лись нами как динамические переменные, связанные зависимостями вида $I \rightarrow x \rightarrow y$. Системы уравнений, попарно связывающих эти переменные между собой: $I \rightarrow x$, $I \rightarrow y$, $x \rightarrow y$ были получены из следующих допущений: скорость изменения переменных пропорциональна их величинам, т. е. «рождение» и «смерть» элементов соответствующей системы пропорциональны наличному числу элементов; взаимодействие между переменными пропорционально произведению их величин, т. е. произведению «размеров» (по числу элементов) соответствующих взаимодействующих систем. Эти допущения, широко и успешно используемые в разнообразных научных областях — от кинетики физико-химических реакций до взаимодействия биологических популяций и социально-экономических систем — носят сравнительно простой характер, что позволяет математически описать исследуемую систему. При этом ряд выводов, вытекающих из анализа соответствующих математических моделей функционирования научного сообщества, подтверждается наукометрическими измерениями или совпадает с качественными представлениями о поведении исследуемых систем.

В заключение отметим, что модели, рассмотренные в настоящей работе, позволяют выдвинуть ряд гипотез относительно развития науки (например, гипотезу о неустойчивости систем науки на этапе перехода к новой парадигме и др.), эмпирически проверяемых на наукометрическом материале. Кроме того, соответствующие модели могут быть применены в практических задачах исследования (и использования) закономерностей формирования массивов научной информации, в задачах анализа взаимодействия процессов динамики информационного массива и научного сообщества, в научно-техническом прогнозировании и др. Конечно, эти модели носят предварительный характер и лишь иллюстрируют возможности применения к исследованию науки математического аппарата, предложенного для анализа других сложных систем (в частности, экологических). Они отражают лишь наиболее очевидные особенности научного развития, как говорится, ставят больше проблем, чем их решают и, разумеется, нуждаются в анализе их методологических предпосылок, а также в привлечении дополнительного наукометрического материала, позволяющего, в частности, количественно оценить вводимые в моделях параметры. Тем не менее рассмотренные модели могут послужить одной из отправных точек для дальнейших исследований по математическому моделированию науки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андронов А. А., Леонтович Е. А., Гордон И. И., Майер А. Г. Качественная теория динамических систем второго порядка. М., 1966.
2. Бейли Н. Математика в биологии и медицине. М., 1970.
3. Бэрретт Т. У. Энтропия и симметрия — их отношение к процессам мышления в биологических системах. — В кн.: Кибернетические проблемы бионики, т. II. М., 1972.

4. *Вольтерра В.* Математическая теория борьбы за существование. М., 1976.
5. *Гленсдорф П., Пригожин И.* Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М., 1973.
6. *Гриффит В. Ч., Маллинз Н. Ч.* Социальные группировки в развитии науки.— В кн.: Коммуникация в современной науке. М., 1976.
7. *Иванов В. В.* Очерки по истории семиотики в СССР. М., 1976.
8. Концепции науки в буржуазной философии и социологии. М., 1973.
9. *Крейц Д.* Социальная структура групп ученых: проверка гипотезы о «невидимом колледже».— В кн.: Коммуникация в современной науке. Под ред. Э. М. Мирского и В. Н. Садовского. М., 1976.
10. *Кудрин Б. И.* Применение понятий биологии для описания и прогнозирования больших систем, формирующихся технологически.— В кн.: Электрификация металлургических предприятий Сибири, вып. 3. Томск, 1976.
11. *Кун Т.* Структура научных революций. М., 1975.
12. *Мюллер Ф.* Об одной гипотезе научного прогресса.— Науковедение и информатика, 1976, вып. 15.
13. *Налимов В. В., Мульченко З. М.* Наука и биосфера.— Природа, 1970, № 11.
14. *Николаев Л. А.* Основы физической химии биологических процессов. М., 1976.
15. *Пиаже Ж.* Избранные психологические труды. М., 1969.
16. *Пригожин И.* Введение в термодинамику необратимых процессов. М., 1960.
17. *Пригожин И., Николис Ж.* Биологический порядок, структура и неустойчивости.— Усп. физ. наук, 1973, т. 109, вып. 3.
18. *Рапопорт А.* Принцип математического изоморфизма в общей теории систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1973. М., 1973.
19. *Растргин Л. А., Марков В. А.* Кибернетические модели познания. Рига, 1976.
20. *Родный Н. И.* Очерки по истории и методологии естествознания. М., 1975.
21. *Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С.* Математическое моделирование в биофизике. М., 1975.
22. *Свирижев Ю. М., Елизаров Е. Я.* Математическое моделирование биологических систем. М., 1972.
23. *Свирижев Ю. М.* О математических моделях биологических сообществ и связанных с ними задачах управления и оптимизации.— В кн.: Математическое моделирование в биологии. Материалы I школы по математическому моделированию сложных биологических систем. М., 1975.
24. *Серов П. К.* Об изучении ритмики процессов в науковедении.— В кн.: Наука и техника (вопросы истории и теории), вып. 6. Л., 1971.
25. *Смит Дж. М.* Модели в экологии. М., 1976.
26. *Тимофеев-Ресовский Н. В., Воронцов Н. Н., Яблоков А. В.* Краткий очерк теории эволюции. М., 1969.
27. *Флейвелл Дж. Х.* Генетическая психология Жана Пиаже. М., 1967.
28. *Швытов И. А.* Математические модели роста численности клеточных популяций.— В кн.: Математическое моделирование в биологии. Материалы I школы по математическому моделированию сложных биологических систем. М., 1975.
29. *Эйген М.* Молекулярная самоорганизация и ранние стадии эволюции.— Усп. физ. наук, 1973, с. 109, вып. 3.
30. *Эйген М.* Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М., 1973.
31. *Эйрес Р.* Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование. М., 1971.
32. *Яблонский А. И.* Об экстремальных свойствах случайного поиска.— Изв. вузов. Радиофизика, 1971, т. XIV, № 7.
33. *Blackburn T. R.* Information and the ecology of scholars.— Science, 1973, v. 181, N 4105, p. 1141.
34. *Bleckwell R. J.* The adaption theory of science.— International Philosophical Quarterly, Bronx, 1973, v. 8, N 3.

35. *Crane D.* Invisible colleges. Diffusion of knowledge in scientific communities. Chicago — London, University of Chicago Press, 1972.
36. Criticism and the growth of knowledge.— Proceedings of the International colloquium in the philosophy of science. London, 1965, v. 4, Cambridge, 1970.
37. *Goffman W.* A general theory of communication.— In: Introduction to information science. New York — London, 1970.
38. *Goffman W., Harmon G.* Mathematical approach to the prediction of scientific discovery.— *Nature*, 1971, v. 229, N 5280.
39. *Hamblin R. L., Jacobsen R. B., Miller J. L.* A mathematical theory of social change. N. Y., Wiley, 1973.
40. *Line M. B., Sandison A.* «Obsolescence» and changes in the use literature with time.— *J. of Documentation*, London, 1974, v. 30, N 3, p. 283.
41. *Mulkay M. J.* Three models of scientific development.— *The Sociological Review*, 1975, v. 23, N 3, p. 509.
42. *Müller F.* Ein Versuch zur wahrscheinlichkeitstheoretischen Erklärung der wissenschaftlichen Produktivität.— *Elektronische Informationsverarbeitung und Kybernetik*, Berlin, 1974, Bd 10, N 1.
43. *Nowakowska M.* Psychologia ilościowa z elementami naukometrii. Warszawa, 1975.
44. *Piaget J.* La psychologie.— In: Tendences principales de la recherche dans les sciences sociales et humaines. Paris, 1970.
45. *Prigogine I.* Time, irreversibility and structure.— In: The physicist's conception of nature. Dordrecht, 1973.
46. *Rainoff T. J.* Wave-like fluctuations of creative productivity in the development of West-European physics in the XVII and XIX centuries.— *ISIS*, 1929, v. XII, N 38.
47. *Toulmin S.* Human understanding, v. 1. Oxford, 1972.

ПАРАМЕТРЫ НАУКИ И ИХ РОЛЬ В АНАЛИЗЕ НАУКИ КАК СИСТЕМЫ

Б. А. СТАРОСТИН

В настоящее время разработано немало моделей и программ, посвященных различным, часто весьма комплексным аспектам сложной и многомерной системы науки. В качестве примеров можно привести исследования закономерностей научных революций [8, 17, 33], анализ системообразующей роли парадигм (в условиях «нормальной науки» [8]), исследовательских программ [44] и коммуникаций [13, 16, 41]; идею разложения компонентов науки как системы по «трем координатам, предметно-логической, социальной и психологической» [32, с. 174]; определение объекта науковедения как «взаимодействия различных элементов, определяющих развитие науки как особой сложной системы» [12, с. 24]; попытки конструирования моделей таких специфичных для науки образований, как научное сообщество [13, 41] и т. п.

Уточнения, внесенные в существующие представления о науке, во многом, как отмечалось в работах [13, 22, 23], связаны с применением системного подхода и имеют большое практическое значение для оценки и выбора направлений развития науки, научной политики. Однако несогласованность между предложенными моделями подчеркивает потребность в разработке схемы, которая включила бы в себя имеющиеся конкретно-научные результаты науковедения в качестве своих частных случаев.

Как бы далеки мы еще ни были от создания подобной схемы, одной из ступеней на пути к ней служит связное в методическом отношении описание науки как целого. Установление все новых и новых признаков науки не устраняет, а усиливает потребность в упорядочении данных на уже достигнутом уровне. В неясном виде (как представление о «современной науке») такое упорядочение входит в любое построение предмета науки о науке. Однако насущной задачей остается использование общих программ исследования больших систем [2, 11, 19, 28]. При решении этой задачи должны учитываться данные и уже разработанные программы науковедческих исследований, для обобщения которых может служить то или иное системное представление науки, например выделение комплекса взаимодействующих элементов или же анализ системы параметров науки или характеризующих ее переменных.

В самом деле, понятие системы может быть с таким же ус-

пехом определено через наличие свойств, описываемых переменными, как и через понятия элементов и связи: «Систему можно определить как любую совокупность переменных, которые (наблюдатель) выбирает из числа переменных, свойственных реальной «машине» [31, с. 40] (см. также сводку определений в [19, с. 93—99]). Наличие у объекта определенных параметров в такой же мере, как и наличие элементов и связей, указывает, что объект является системой. В особенности для исторически развивающихся систем параметрическое описание представляет ряд преимуществ как разновидность системного подхода, стимулирующая анализ характеристик системы как целого, причем анализ именно таким способом, который допускает сравнение аналогичных характеристик других систем.

Сравнение не обязательно должно иметь количественный вид. Напротив, по крайней мере при исследовании науки чисто количественные соотношения нередко носят тривиальный характер, поскольку не содержат ничего специфического, отличающего науку от других подсистем культуры, и вторичны (выводимы из чисто качественных сопоставлением, например, престижа науки в ту или иную эпоху или ее адаптивности — способности формировать приспособленную для усвоения чужих достижений инфраструктуру).

МЕСТО ПАРАМЕТРОВ СРЕДИ ХАРАКТЕРИСТИК НАУКИ

Комплекс характеристик доступных измерению или сравнительной (например, балльной) оценке играет существенную роль в любой, пригодной для практического использования модели объекта. Выявление компонентов и структуры этого комплекса, т. е. параметрическое описание объекта, представляет сложную и еще далеко не решенную задачу. Однако для попыток анализа в этом направлении обнадеживающим является тот факт, что задание (полное или частичное) больших систем посредством их параметров широко распространено. Упомянем хотя бы приемы паспортизации технических систем с целью их стандартизации и оптимизации [18, 25, 42, 43]; выявление математических характеристик в экономике [5, 10] или в историческом процессе [48]; описание документационных массивов через топографические и частотные [15] или информационные [3] параметры; задание области музыкального звучания с помощью «трех параметров (координат): громкости... высоты, длительности» или «зрительного сообщения» с помощью параметров интенсивности цвета, места [14, с. 46, 185]; выделение геометрических [48] и арифметических [20] параметров в онтогенезе животных.

Условием того, чтобы параметрическое описание науки приобрело рабочий смысл, является экспликация понятия «параметр». Мы должны отойти от распространенного отождествления пара-

метров с признаками вообще, когда, например, язык или стиль документа объявляются «параметрами» этого документа, а наличие газетных сообщений о происшествиях, работе транспорта и т. п. — «параметром» коммуникации [15, с. 65—68]. При построении модели науки целесообразно считать параметрами только те из ее признаков, которые в каком-то отношении характеризуют состояние науки в целом благодаря своей способности принимать линейно-упорядоченное множество значений¹. Такое понимание основано на зафиксированном во многих технических, стандартизационных, документационных источниках определений параметра² и является его обобщением применительно к науке, представляющей характерный пример «расплывчатых», или «размытых» (fuzzy), совокупностей [43, 35, 55]. Дело не в терминах, а в реальной возможности любой большой системе сопоставить некоторый набор переменных, которые при изменении состояния системы принимают различные, но сравнимые друг с другом по принципу «больше — меньше» значения.

Целостность объекта, хотя бы она и не учитывалась в исследовании непосредственно, не упускается из виду ни на одном шаге его параметрического описания, чего нельзя сказать о восхождении от элемента к комплексу элементов. Такое восхождение как инструмент системного исследования более применимо при обращении со сравнительно простыми системами, которые синтезируются, например, путем надстройки в процессе использования последующих структурных уровней над предыдущими. В применении же к таким сверхсложным системам, как наука, ведущее значение приобретают анализ и экспликация имеющегося представления об объеме в целом, переход от высших уровней сложности к более примитивным, декомпозиция системы [11, 43, 51]. Не только философский анализ знания (логика науки, теория познания, классификация наук), но и исследования по

¹ Существование признаков с n -мерной, а не линейной областью значений не создает дополнительных трудностей, так как эти признаки могут быть разложены на n параметров с линейно упорядоченными множествами значений [15, 27]. Упорядоченность включает заданность нулевой (вырожденной) ступени градации и направления от нее к максимуму или вообще в сторону возрастания. Упорядоченность не обязательно абсолютна, как в натуральном ряде чисел: допустимы не вполне транзитивные оценки типа «большой эффективности», «высшей (низшей) степени организованности» (см. [37, 39, 40] о порядковых и интервальных шкалах). Расширение множества применяемых шкал позволяет преодолеть формализм, нередко ограничивающий горизонты наукометрии, и не прибегать вместе с тем к нигилистическому отрицанию роли количественных показателей, встречающемуся в науковедческой литературе [34, 52]. Наукометрические показатели приобретают свой полный смысл именно как частный и предельный случай параметров.

² Ср., например, следующее определение: «Параметр — величина, характеризующая какое-либо свойство изделия (процесса, явления)... Параметрический ряд — совокупность числовых значений параметров, построенная в определенном диапазоне на основе принятой системы градации» [18, с. 41].

науковедению, социологии науки, комплексный подход к науке и соответствующие ему направления практически-организационной деятельности явно и неявно исходят из представления о том, что за разнообразием (порой хаосом) и изменчивостью целей, отраслей, приемов научного исследования стоит некоторая целостность, или образ, подразумеваемый самим термином «наука». Из этой предпосылки исходит как экономика научно-технического прогресса (поскольку суммы, выделяемые на науку, составляют единую статью бюджета), так и анализ сетей коммуникации в науке, итоги которого могут быть экстраполированы на достаточно широкую область, если не науки в целом, то по крайней мере современного естествознания. Представление о целом науки может быть, таким образом, принято за исходный пункт анализа структуры множества ее параметров.

Следует иметь в виду, что структура и уровни параметров науки и структура и уровни самой науки — не совсем одно и то же. Наука, рассматриваемая как иерархически организованная система, имеет, строго говоря, не одну иерархию уровней, а столько, сколько есть возможных способов ее изображения как целого, и каждое такое изображение характеризуется своей иерархией уровней. Общим для разных изображений науки обязательно является лишь высший уровень, соответствующий науке в целом, в то время как подчиненные уровни для различных способов рассмотрения могут совпадать, а могут и не совпасть.

Специфика иерархии параметров заключается в том, что далеко не каждый параметр системы характеризует всю систему в целом. Так, число ученых или сделанных ими за единицу времени открытий — параметры, присущие любой системе науки, и при их нулевом значении наука не существует; сами по себе соответствующие цифры еще не говорят о том, в какой мере речь идет о науке в целом. Однако и в параметрической иерархии есть уровень интегративных показателей науки в единстве ее теоретических и практических сторон. Параметры этого уровня результируют в себе более частные комплексы параметров, характеризующих отдельные аспекты науки, процессы, происходящие на каждом из ее уровней, а равно и связывающих эти уровни между собой.

Подобная иерархия параметров представляет условие координированного исследования различных уровней науки, каждый из которых имеет свои законы строения и движения (см. [11, 45, 53] об относительной независимости системных уровней). На уровне интегративных параметров исследуются закономерности институционализации, а также социально-мировоззренческая роль науки; на уровне параметров коммуникационных (в широком смысле, т. е. связанных с процессами производства и распространения знаний в научном сообществе) — принципы функционирования исследовательских объединений; на уровне масштабных характеристик — статистические распределения и кривые роста.

Специальный анализ этих закономерностей представляет уже задачу соответственно социологов науки, исследователей конкретных научных сообществ, специалистов по наукометрии.

СИСТЕМА ПАРАМЕТРОВ НАУКИ

Применительно к науке неоднократно указывалось на различные возможности стратификации. А. Эйнштейн в работе «Физика и реальность» (1936) выдвинул тезис о том, что на первой стадии своего развития наука не содержит ничего другого, кроме понятий, непосредственно связанных с чувственными восприятиями, и теорем, устанавливающих связь между ними. Позднее в целях логического единства науки изобретают систему с меньшим числом понятий и соотношений, систему, в которой первичные понятия и соотношения «первого слоя» сохраняются в качестве производных понятий и соотношений.

«Эта новая, «вторичная система», которая характеризуется большим логическим единством, содержит зато только такие собственные элементарные понятия (понятия второго слоя), которые прямо не связаны с комплексами чувственных ощущений. Продолжая усилия для достижения логического единства, мы приходим, как следствие вывода понятий и соотношений второго слоя (и косвенно — первого слоя), к третичной системе, еще более бедной первичными понятиями и соотношениями. Эта история будет продолжаться до тех пор, пока мы не достигнем наибольшего мыслимого единства» [30, с. 203].

Стратификация науки может осуществляться не только в целях ее логической унификации, но и с позиций социологического, философско-методологического или иного специального направления в исследованиях науки. Так, зафиксированы разные уровни сообщества ученых, начиная от коллектива лиц, занятых узкой проблемой, и кончая сообществом специалистов в данной дисциплине или сообществом всех представителей естественных наук [8]; уровни атомарных фактов, информации и знания [13]; различные по своей всеобщности уровни применяемых наукой методических приемов [2] и др.

Мы будем различать уровни интегративных, коммуникационных и масштабных параметров науки. Такое разграничение следует как из общих принципов последовательной декомпозиции систем [11, 26, 45], так и из представления об этапах изучения научной деятельности, если взять ее сначала в наиболее обобщенных характеристиках, затем определенную как производство и распространение новой информации и, наконец, как «ставший» результат и внешнее количественное выражение этого результата. Критериями того, что на определенном шаге декомпозиции мы получили именно уровень параметрического описания объекта, служит, во-первых, относительная независимость (возмож-

ность самостоятельного рассмотрения) полученного таким образом набора параметров; во-вторых, его универсальность, в том смысле, что он в некоторой плоскости исчерпывающим образом характеризует всю систему (науку); в-третьих, тот факт, что каждый параметр, будучи интегрирующим для элементов предыдущего (снизу, т. е. более простого) уровня, сам выступает в качестве набора параметров (вообще в качестве менее организованной единицы) по отношению к следующему уровню. Иерархию параметров можно также сопоставлять на различных этапах исследования с той или иной из имеющихся иерархий структурных уровней науки, избрав соответствующую схему стратификации в качестве «опорной». Пригодна, например, «усредненная» последовательность уровней «наука (как целое) — дисциплина — направление — группа ученых (или отдельный ученый)»³. Каждый из уровней параметрического описания науки должен пересекаться со всеми ее структурными уровнями, давая в точках пересечения «пучки» параметров.

Говоря о науке, мы имеем в виду здесь и далее прежде всего естествознание, с которым, однако, по многим (в частности, организационным) признакам немало общего приобретают сейчас общественные и технические науки. В плане интегративных характеристик объекта общность между этой группой наук и естествознанием проявляется в универсальности показателей научной деятельности. К таким показателям могут быть отнесены престиж науки в обществе, степень применения гипотетико-дедуктивной модели, широта использования кибернетических и системных методов, уровень воздействия на сферу образования и т. д. На интегративном уровне параметрического описания могут быть выделены параметры, характеризующие, с одной стороны, приращение знания (информационный аспект), а с другой — социальную организацию этого процесса, хотя бы (как в древней греческой науке) представленную в зародышевой и неадекватной форме (организационный аспект).

Выделение информационного и организационного аспектов науки соответствует разбиению факторов развития (следовательно, и параметров) науки на «методологическую и социальную компоненты» в работе Н. И. Родного [17, с. 138] или на «информационный и социально-организационный» планы в предисловии к работе [13, с. 9], а также в упомянутой выше «трехас-

³ Эти уровни можно также называть «опорными». Легко убедиться, что это действительно уровни, будем ли мы их трактовать в плане организационном (дисциплину — как НИИ и сходные структуры, ученых — как штатные единицы) или информационном. В литературе имеется много аналогичных предложений, как выделять уровни структуры науки, например: «Науку мы вправе рассматривать как систему, отдельные науки — как подсистемы, а научные направления — как их элементы» ([17, с. 239]; см. также [6, 13, 47]).

пектной классификации» М. Г. Ярошевского, если отвлечься от третьего (психологического) аспекта. Этот аспект приобретает значимость лишь на одном из параметрических уровней: на уровне коммуникационных параметров (параметров сообщества, но не на уровне интегративных или же масштабных параметров).

Само по себе наличие предметного (информационного) или социального (организационного) плана еще не является параметром, так как соответствующие предикаты («быть исследовательской активностью» и «иметь социальную организацию») не обладают градацией. Однако они могут быть представлены в параметрической форме: такие «характеристики второго порядка», как степень выраженности социальной организации (институционализации) науки или степень ориентации исследовательской активности в каком-либо определенном (экспериментальном, прикладном, комментаторском и т. д.) направлении, относятся к множеству (уровню) интегративных параметров науки.

Для более полного описания компонентов этого уровня, как и последующих уровней, следует исходить из принимаемой для данного уровня целевой функции и последовательно выделить сначала параметры, допустимые значения которых служат условием выполнения целевой функции, затем условия выполнения этого условия и т. д. Иными словами, вертикальное дерево декомпозиции должно быть дополнено горизонтальными деревьями целей [38, 43, 51], конкретный вид которых зависит от выбора целевой функции, т. е. задается неоднозначно. Следовательно, нет гарантии, что мы сможем выявить все параметры; но такая задача нами сейчас и не ставится, для ее решения требуется более сильный, чем параметрическое описание, методологический аппарат.

На уровне интегративных параметров в качестве независимой переменной можно рассматривать, как это уже делалось в [24] или [29], социальную оценку (престиж) науки и получить как функции престижа науки такие ее характеристики, как эффективность, степень обособленности среди других областей деятельности (профессионализация и институционализация), мера общественного влияния и распределение престижа между отдельными дисциплинами и т. д. Однако больше возможностей для выявления интегративных показателей дает рассмотрение в качестве первичных других параметров из того же пучка, а именно тех, которые непосредственно характеризуют не только социальную организацию науки, но и ее информационные процессы. Такова, например, степень сложности или, что удобнее при сопоставлениях, мера интегрированности науки как системы.

В информационном плане условием роста интегрированности науки является прежде всего развитие наиболее общих предпосылок интеграции: рост методологической вооруженности науки, ее самостоятельности как сферы мышления и деятельности, дифференциация (первый структурный уровень). На втором (дисципли-

лиарном) уровне интегративная и системообразующая функции осуществляются отдельными отраслями (на различных исторических этапах — механики, математики и т. д.) и междисциплинарными сферами исследования. Далее ту же роль играют и более дробные единицы фронта исследований — научные направления или отдельные открытия и теории, дающие образец для участников исследования. Такие открытия (теории) являются парадигмами в исходном значении этого слова («образец»).

Степень интеграции науки в ходе ее истории постоянно возрастает. Это видно уже из того, что спорадические открытия, делавшиеся в разных областях учеными древнего мира, оставались разрозненными, тогда как эллипстическая эпоха дала некоторое подобие той цепи взаимозависимых открытий, которой ознаменовалось Возрождение. В XIX в. использование одной теории в качестве образца (парадигмы) для построения другой стало обычным явлением, особенно после того, как дарвинизм удачно использовал сформулированный в геологии принцип униформизма и развитую лингвистикой концепцию дивергенции. Для XX в. иррадиация таких достижений, как принцип дополнительности, принцип неопределенности, теория информации, теория открытых систем и т. д., в качестве примеров и образцов еще более характерна. В организационном плане перечисленным наиболее общим признакам интеграции науки соответствуют постепенно совершенствовавшиеся формы ее институционализации, усиление роли научных институтов и нередко противопоставляемых им университетов, а также развитие сети лабораторий и исследовательских групп в качестве универсальных организационных ячеек науки.

Аналогичным образом анализ параметров сообщества ученых позволяет выделить группу характеристик «ученого мира» в целом, группу показателей сообщества, складывающегося на уровне дисциплины; затем группу параметров, связанных с научными направлениями или областями исследований, и, наконец, группу параметров, характеризующих вхождение отдельного ученого или минимальной группы ученых (авторский коллектив одной статьи и т. д.) в научное сообщество. К последней группе относятся психологические параметры, изучение которых составляет предмет особой области науковедения (психологии научного творчества и общения), а также показатели, отражающие степень вовлеченности ученого или группы ученых в процесс производства и распространения знаний. Множество количественных (наукометрических) показателей науки также может быть разбито на подмножества, во-первых, «атомарных» числовых параметров (число публикаций, открытий, патентов, исследовательских центров, журналов, ученых) и, во-вторых, на подмножество «вторичных» числовых параметров, включающих показатели скорости увеличения или уменьшения, равно как различные соотношения параметров первого подмножества (например, доля прикладных

Т а б л и ц а 1
Группы параметров науки

Опорные уровни Параметрические уровни	Уровень науки в целом	Уровень научной дисциплины	Уровень научного направления	Уровень отдельных ученых или групп ученых
Уровень интегративных параметров	Параметры информационной (рост методологической оснащенности, степень дифференцировки) и институциональной интеграции. Научный потенциал	Степень интегрирующего значения отдельных отраслей и междисциплинарных сфер; организующая роль НИИ и университетов	Интегрирующая роль отдельных направлений и деятельности лабораторий и др. ячеек научной организации	Роль открытий и деятельности инициативных и пионерских групп ученых в интеграции науки
Уровень коммуникационных параметров	Параметры интенсивности научной жизни (в стране, в определенную историческую эпоху и т. д.)	Интенсивность коммуникации в дисциплинах и отраслях. Параметры циркуляции отраслевых и междисциплинарных потоков информации	Параметры выраженности и роли субдисциплинарных единиц в системе научной коммуникации	Психологические и др. показатели способа вхождения отдельного ученого в научное сообщество
Уровень пропорций	Соотношения теоретических и прикладных, естественнонаучных и гуманитарных, военных и гражданских, частных и государственных исследований	Параметры распределения научных сил, инструментария между дисциплинами	Параметры динамики научных направлений; соотношения между различными областями науки по структурированности	Количественные соотношения между категориями научного персонала, между формами деятельности (научной, информационной, организационной) «среднего» ученого
Уровень параметров объема науки	Общий объем проводимых исследований, материальное обеспечение, масштабы научного продукта (масса полученной информации)	Параметры, определяющие разнообразие научных дисциплин (их число, степень охвата исследований) в данной системе состояний науки	Параметры, определяющие разнообразие научных направлений, областей исследований, школ и др. субдисциплинарных единиц	Численность научных кадров; число публикаций, открытий, изобретений и др. индивидуальных актов, влияющих на развитие науки

и теоретических исследований в общем объеме и другие «параметры пропорций»).

Полученная таким образом система параметров науки представлена в табл. 1. На пересечении опорной и параметрической иерархий выделено 16 пучков параметров — число, разумеется, условное (например, если бы мы вставили между «дисциплиной» и «отдельными учеными» не один, а два опорных уровня — «область» и «направление», как это сделано в [16], пучков было бы 20).

ПАРАМЕТРЫ НАУЧНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

При рассмотрении системы как комплекса взаимодействующих элементов можно констатировать, что усиление системообразующих связей ведет к росту интегрированности, но в то же время по достижении некоторого порогового уровня жесткости связей вся система начинает вести себя как один элемент, т. е. утрачивает структурированность. Примером может служить переход от устных высказываний к письменной речи, далее к грамматическим и стилистическим фигурам и, наконец, к ритуальным и вообще канонизированным формулам, которые при любой своей длине и кажущейся сложности функционируют как неразличимое единство. Сходным образом параметры более высокого уровня иерархии более полно характеризуют объект как целое; но в той же мере сравнение данного параметрического описания с другими аналогичными теряет смысл, поскольку объект описания становится уникальным, единственным в своем роде. В самом деле, при ограничении сферы исследования сравнительный метод задает лишь граничную возможность, или горизонт исследования: например, для биогеоценологии — теоретическую возможность сравнения земной биосферы с иными мыслимыми биосферами планет; для науковедения — менее спекулятивную, но почти столь же редко осуществляемую возможность сопоставления науки по ее параметрам с другими подсистемами культуры.

На практике этот парадокс обычно преодолевается путем выделения вспомогательного уровня описания, на котором могут быть указаны как отдельные компоненты объекта, так и параметры интегративного уровня. Например в биогеоценологии таким вспомогательным, но вместе с тем исходным (в эвристическом плане) уровнем описания являются биогеоценозы и формации, в экологии — экосистемы, в физической географии — ландшафты. Некоторые интегральные параметры объекта характеризуют компоненты вспомогательного уровня лишь эвентуальным образом, т. е. данный компонент предстает как обладающий этим параметром лишь при определенных допущениях. Если обратиться в качестве примера к физической географии, то легко заметить, что ландшафт соединяет в себе основные предикаты объектов физической географии: определенность геологиче-

ским прошлым (хотя полная геологическая история начиная от докембрия реально проявлена не в каждом ландшафте), гомеостазис, связь с физической и астрономической средой, отражение антропогенного фактора (опять-таки в разной мере, начиная от урбанизованных ландшафтов и кончая «дикими», для которых воздействие человека остается преимущественно потенциальным), применимость принципа дополнительности [1] и т. д.

Эвентуальность ряда существенных предикатов, как мы видим, представляет важную черту компонентов вспомогательного уровня, отличающую их от объекта исследования в целом. В то же время выделение множества таких компонентов делает возможным применение сравнительного метода. Так, сопоставление различных ландшафтов между собой позволяет проследить и детализировать гораздо больше параметров, чем абстрактный анализ «географической оболочки» вообще; сравнение языков дает более конкретные результаты, чем установление характеристик семантических систем вообще; сличение различных видов поведения приводит к выявлению гораздо большего числа его особенностей (в том числе и в количественном плане), чем дедукция предикатов поведения как одной из форм функционирования систем.

Равно и при изучении науки в качестве целостного объекта важную эвристическую роль приобретает выделение уровня, на котором отдельные компоненты (1) характеризуются тем же набором параметров, что и наука в целом (2), минимальны по своему объему (среди всех возможных компонентов, удовлетворяющих предыдущему условию); (3) попарно сопоставимы по своим существенным признакам⁴.

Определим теперь искомый вспомогательный уровень описания как уровень «научных дисциплин» и отметим совпадение параметров этого уровня с признаками одноименных единиц научной деятельности. О совпадении, впрочем, можно говорить в той мере, в какой этому не препятствует «размытость» границ науки и всех ее реальных подсистем и связанные с этой «размытостью» многочисленные разногласия в трактовке объема и границ понятия дисциплины. Но тем более экспликация этого понятия

⁴ В логическом плане такое сопоставление предполагает, как уже отмечалось выше, разложение признаков объекта на параметры, например признака «являться (в некотором своем аспекте) связанной системой знаний», на параметры «степень системности знания», «отношение к другим системам знания, более, менее или столь же связным», «мера интегрированности знания» и т. д. Относительно надежности результатов соответствующих сравнений следует напомнить замечание П. Ласлетта, что «все исторические суждения сталкиваются с неопределенностями того же самого логического порядка. Попытка рассчитать, какой процент валового национального продукта США в 1850 г. был реализован железными дорогами,— действие того же порядка, что и оценка степени влияния распространения христианства на упадок императорского Рима» [9, с. 211].

в виде фиксированного и несущего функциональную нагрузку уровня описания науки необходима для того, чтобы мы приблизились к однозначности в истолковании научной дисциплины и дисциплинарности — этих первостепенных с точки зрения системного подхода категорий науковедения.

В самом деле, дисциплины (например, физика твердого тела или аэродинамика, молекулярная биология или антропология, спутниковая астрономия или космическая медицина) взаимно сравнимы по множеству параметров как информационных (количество открытий или публикаций, соотношение объемов прикладного и теоретического знания, действительная или потенциальная важность в мировоззренческом плане), так и организационных (численность кадров, пропорции государственного и частного финансирования, размеры и интенсивность функционирования формальных и неформальных исследовательских объединений, уровень организационной интегрированности данной дисциплины). Сравнимыми по многим параметрам могут оказаться и другие подсистемы науки, более мелкие, нежели дисциплины: научные школы, области или направления исследований. Такие единицы, однако, не воспроизводят существенных признаков науки в целом и потому не удовлетворяют первому из условий выделения искомого уровня. В то же время более крупные, чем дисциплины в узком смысле, «единицы науки», такие, как физика, биология и т. д., хотя и воспроизводят основные параметры науки в целом (как именно воспроизводят, мы рассмотрим ниже, в связи с более дробными единицами) и действительно нередко именуются «дисциплинами», не удовлетворяют условию «минимальности» компонентов искомого уровня.

Выполнимость второго условия для некоторого множества единиц науки можно рассмотреть по уровням его параметрического описания. Уровень интегративных параметров в данном случае может быть исключен из рассмотрения, поскольку при определенных условиях соответствующими признаками могут обладать более дробные, чем дисциплина, единицы, включая перспективные направления исследований и даже отдельные группы ученых. Уровень коммуникационных параметров, наоборот, существен, потому что здесь явно различаются случаи, когда закономерности функционирования научного сообщества выполняются полностью (имеются устойчивые сети коммуникации, формальные и неформальные исследовательские коллективы, общепринятые теории и т. д.), и случаи, когда они выполняются, самое большее, лишь частично (например, небольшие коллективы, лишённые самостоятельной институционализации, являющиеся лишь одной из ячеек, лежащей в основном за их пределом коммуникационной сети).

Между этими крайними случаями существует непрерывный переход, во всяком случае столь же непрерывный, как вообще между разными типами человеческих коллективов. Подобно тому

как из существования коллективов, для которых выполняются закономерности массовой коммуникации, и коллективов слишком мелких, на которых эти закономерности не прослеживаются, мы можем сделать вывод о наличии минимальных коллективов, в которых еще выполняются эти закономерности,— подобно этому мы заключаем и о существовании минимальных научных коллективов, в которых выполняются все условия, предъявляемые к научному сообществу. Констатация существования подобных коллективов не означает, что нам удалось их конкретно выявить или что это вообще легко сделать.

Некоторую помощь здесь может оказать обращение к третьему уровню параметрического описания, на котором также наблюдается различие между субдисциплинарными образованиями и образованиями дисциплинарными в широком смысле, причем нижняя граница последних и соответствует дисциплине в искомом узком смысле: точнее, соответствует в плане масштабных характеристик (на уровне объема и пропорций науки), потому что теоретически возможен случай, когда граница дисциплинарности, проведенная по критериям второго параметрического уровня, не совпадет с границей, проведенной по критерию третьего уровня. В этом случае надо принять те критерии дисциплинарности, которые определяют более крупный объект. В целом же масштабное (количественное) описание дает наиболее простые и удобные критерии для установления точки отсчета, с которой начинается «дисциплинарность».

Например, примем, что для науки в целом, а также для дисциплин в широком понимании этого термина, характерен экспоненциальный рост числа публикаций. Тогда в опорной иерархии или в некотором ее более детализированном варианте можно отыскать структурный уровень, ниже которого этот показатель уже не проявляется регулярно. Точно так же поступаем, если исходный показатель имеет не экспоненциальную, а логистическую, параболическую или иную форму или если в качестве исходного показателя используются другие закономерно изменяющиеся или дающие какое-либо правильное распределение параметры. В качестве нижней границы «дисциплинарности» берем наиболее мелкую единицу науки, для которой все эти закономерности сохраняют регулярный характер (в идеальном случае, если регулярность сохраняется синхронно для всех параметров).

Тот или иной способ выделения дисциплины в качестве исходной единицы науки определяет и важнейшие свойства дисциплины, в нашем случае связанные прежде всего со сформулированными выше требованиями к компонентам «вспомогательного уровня». Дисциплина воспроизводит набор количественных характеристик науки и закономерности их движения и фиксирована на границе множества единиц, воспроизводящих упомянутый набор. Конечно, значения этих характеристик у дисциплины не таковы, как у науки в целом, но они различаются и для раз-

личных дисциплин. Общим является сам набор параметров и одни и те же закономерности их изменения. Не говоря уже о таких параметрах, как выраженность и скорость роста массивов различного плана (кадров, публикаций, инструментария), даже показатель «составленность различными дисциплинами» свойствен не только науке в целом, но и дисциплине: дисциплине в широком смысле (физика состоит из механики, оптики, термодинамики и т. д., механика — из статики, кинематики и т. д.) и дисциплине в узком смысле, если учитывать возможность ее дальнейшей дифференциации на ряд дисциплин. Эта дифференциация представляет собой условие существования как науки, так и отдельных дисциплин: в первом случае она есть непрерывно протекающий на «переднем крае» науки процесс, а во втором — возможность, осуществляющаяся или (для типичной «минимальной» дисциплины) латентная, но подразумеваемая как будущее любой жизнеспособной дисциплины (в частности, в отличие от направления, которое может и не дифференцироваться).

При сравнении интегративных характеристик дисциплины и науки в целом можно отметить не только сходство, но и отличие: набор параметров науки «укомплектован», т. е. полон по определению, тогда как полнота аналогичного набора у научной дисциплины эвентуальна. Например, нравственная оценка науки как таковой отнюдь не обязательно будет явно выражена в каждой дисциплине: любая из них потенциально имеет свои этические проблемы, но в зависимости от условий и исторической эпохи они как бы концентрируются около той или иной дисциплины, как это было, например, с теоретической астрономией (споры о гелиоцентрической системе) или с атомной физикой и как это скоро будет, по-видимому, с молекулярной биологией (генная инженерия).

Системность науки находит свое реальное выражение только в дифференциации дисциплин, но и научная дисциплина находит завершение и может существовать только в науке как системе. Различие между параметрическим описанием, с одной стороны, науки, а с другой — дисциплины выглядит даже как противоположность, принимая во внимание, что не только перечисленные «возможностные» свойства научной дисциплины, но и ее действительные параметры являются зависимыми от интегративных характеристик всей науки в целом переменными. На такой, например, параметр дисциплины, как ее практическое значение, может быть оказано воздействие только при условии успехов в ряде дисциплин, а для того чтобы воздействие стало прочным и необратимым, необходимо повышение общего уровня научных исследований; те или иные типы кривых роста научной дисциплины могут быть адекватно поняты только в контексте закономерностей роста, присущих данному этапу развития науки. Исторически этот зависимый характер дисциплины проявился в том, что не наука возникла как результат сложения дисциплин,

а, напротив, дисциплины выделились из первоначально менее расчлененного комплекса знаний и «искусств». По мере интеграции науки усиливается взаимозависимость между дисциплинами, но вместе с тем и обособленность этих «микрокосмов» науки. Это обостряющееся противоречие может рассматриваться как проявление парадоксов интегрированности и находит выражение в антиномии открытости и закрытости научной дисциплины как системы. Дисциплина как «микрокосм» науки имеет тенденцию к профессиональной и предметной замкнутости; вместе с тем дисциплина не может функционировать без непрерывного притока, переработки и выдачи новой информации, т. е. без того, чтобы быть системой открытой.

* * *

Таким образом, выделение и классификация параметров представляют собой одну из возможных форм системного исследования науки. Рамки настоящего сообщения не позволяют детальнее остановиться на возможностях, предоставляемых параметрическим описанием науки. Укажем, однако, некоторые конкретные пути в этом направлении.

Прежде всего при построении модели науки, которая в достаточной мере отражала бы системный характер ее исследования, необходимо дополнение параметрического описания другими методами и приемами системного исследования науки. Дальнейшим шагом является изучение эволюции параметров науки: каждый из параметров не есть нечто раз и навсегда данное, но сохраняется только для определенного состояния науки или для последовательности состояний. Прослеживание эволюции науки именно в этом плане, рассмотрение (отдельное и по группам) динамики параметров всех уровней описания открывает новые возможности исторического исследования науки.

Наконец, исследование параметров науки имеет смысл и с точки зрения синхронического сопоставления различных единиц науки, включая разные научные школы, направления, состояния науки в различных странах и т. д., особенно же научные дисциплины.

Предпринятое в данной работе предварительное исследование параметров науки позволяет заключить, что по крайней мере некоторые из применяемых к анализу функционирования науки методик (например, анализ кривых роста науки или методы изучения психологических показателей научной деятельности), на первый взгляд имеющие мало общего, представляют собой частные случаи подхода с позиций выделения и сравнения параметров. В качестве дальнейшей задачи в этой области следует рассмотреть возможность выработки уточненных критериев отбора параметров с точки зрения их перспективности в плане конкретных науковедческих исследований. В ряде случаев могут быть

выделены новые группы параметров (см. в табл. 1 параметры, характеризующие распределение научных кадров между дисциплинами или интегративную роль отдельных ячеек организации науки).

ЛИТЕРАТУРА

1. Арманд А. Д., Таргульян В. О. Принцип дополнительности и характерное время в географии.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1974. М., 1974.
2. Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
3. Добров Г. М. и др. Информационные параметры результативности науки.— В кн.: Методологические проблемы кибернетики, т. 2. М., 1970.
4. Заде Л. А. Тени нечетких множеств.— Проблемы передачи информации, т. 2, вып. 1. М., 1966.
5. Иванов А. П. Вычислительные параметры экономических задач. М., 1976.
6. Карпов М. М. Основные закономерности развития естествознания. Ростов-на-Дону, 1963.
7. Коммуникация в современной науке. Сб. переводов под ред. Э. М. Мирского и В. Н. Садовского. М., 1976.
8. Кун Т. Структура научных революций. М., 1975.
9. Ласлетт П. История и общественные науки.— В кн.: Философия и история. М., 1977.
10. Малкиман И. Е., Пясику И. Б. Выбор параметров надежности механизмов по экономическому критерию.— В кн.: Оптимизация параметров надежности промышленных изделий. Киев, 1972.
11. Месарович М., Мако Д., Таказара И. Теория иерархичности многоуровневых систем. М., 1973.
12. Михулинский С. Р. О науковедении как общей теории развития науки. М., 1968.
13. Мирский Э. М. Междисциплинарные исследования как объект науковедческого изучения.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1972. М., 1972.
14. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. М., 1966.
15. Моль А. Социодинамика культуры. М., 1973.
16. Петрова Т. М. Методологические особенности количественного выделения структурных единиц науки.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1975. М., 1976.
17. Родный Н. И. Очерки по истории и методологии естествознания. М., 1975.
18. Романычева Э. Т., Петров Г. Н. Основы стандартизации. Стандарты и качество. М., 1975.
19. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974.
20. Смит Д. М. Проблема счета.— В кн.: На пути к теоретической биологии. I. Прологомены. М., 1970.
21. Старостин Б. А. Системный подход, параметры и сложность биологических объектов.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1974. М., 1974.
22. Старостин Б. А. Взгляд на современную литературу по науковедению.— Природа, 1975, № 3.
23. Старостин Б. А. Системный подход и его роль в современном науковедении.— Вопр. истории естеств. и техн., 1976, № 4 (53).
24. Старостин Б. А. Ранние стадии оценки науки.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1976. М., 1977.
25. Столярский Э. Измерения параметров транзисторов. М., 1976.
26. Топа М., Шуфорд Э. Х. Логика систем: введение в формальную теорию структуры.— В кн.: Исследования по общей теории систем. М., 1969.
27. Уемов А. И. Вещи, свойства и отношения. М., 1963.

28. Уемов А. И. Системы и системные исследования.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
29. Швырев В. С., Юдин Э. Г. Мировоззренческая оценка науки. М., 1973.
30. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. 4. М., 1967.
31. Эшби У. Р. Конструкция мозга. М., 1962.
32. Ярошевский М. Г. Трехаспектность науки и проблемы научной школы.— В кн.: Социально-психологические проблемы науки. М., 1973.
33. Agassi J. Towards a historiography of science. The Hague, 1963.
34. (Anonymous). The magic of numbers.— Science, 1968, v. 217, N 5131.
35. Bellman R. E., Zadeh L. A. Decision-making in a fuzzy environment. NASA CR-1594. Washington, 1970.
36. Birkhoff G., MacLane S. A survey of modern algebra. N. Y., 1965.
37. Clauss G., Ebner H. Grundlagen der Statistik. Berlin, 1974.
38. Cramer R. H., Smith B. E. Decision models for the selection of research projects.— Eng. Economist, 1964, v. 9, N 2.
39. Gutjahr W. Die Messung psychischer Eigenschaften. Berlin, 1971.
40. Gutjahr W. Zur Skalierung psychischer Eigenschaften.— Probleme und Ergebnisse der Psychologie, 1968, H. 23.
41. Hagstrom W. O. The scientific community. New York — London, 1965.
42. Juran J. M., Gryna M. jr. Quality planning and analysis from product development through usage. N. Y., 1970.
43. Laine H. Systemteorian ja systemdynamikaan peruskäsitteitä. Helsinki, 1974.
44. Lakatos I. Falsification and the methodology of scientific research programmes.— In: Criticism and the growth of knowledge. Cambridge, 1970.
45. Lindenmayer A. Life cycles as hierarchical relations.— In: Form and strategy in science. Dordrecht, 1964.
46. Marchand B. Information theory.— Geographical Analysis, 1972, N 3.
47. Marx M., Hillix W. Systems and theories in psychology. N. Y., 1973.
48. Rashevsky N. Mathematical biophysics. N. Y., 1960.
49. Rashevsky N. Looking at history through mathematics. Cambridge, 1968.
50. Rider F. The scholar and the future of the library. N. Y., 1944.
51. Sigford J. V. e. a. Project pattern — IEEE Trans., 1965, N 1.
52. Taton R. L'histoire des sciences.— Organon, 1965, N 2.
53. Woodger J. H. Axiomatic method in biology. London, 1937.
54. Woodger J. H. Problems arising from the application of mathematical logic to biology.— Actes de 2-me Colloque Internationale de logique mathématique. Paris, 1954.
55. Zadeh L. A. Fuzzy sets.— Information and Control, 1965, v. 8, N 3.

НАУКОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАССИВА СОВЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО СИСТЕМНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

С. И. ДОРОШЕНКО

Такие математические закономерности науки, как ее экспоненциальный рост, распределение научной продуктивности по закону Лотки [5] и прочие, могут считаться в настоящее время установленными с достаточной степенью достоверности для широкого класса объектов. Поэтому одной из задач современной наукометрии является уже не только и не столько проверка самих соотношений, сколько установление конкретных числовых параметров для этих закономерностей в приложении к анализу динамики данного информационного массива, распределению научной продуктивности и т. д. Обычно наукометрические измерения проводятся для более или менее четко определенных и установившихся областей науки (из последних работ см., например, [7]). Целью данной работы являлось определение и анализ количественных параметров формирования массива советской литературы для такого сложного междисциплинарного образования, как «системные исследования», что позволяет сделать определенные выводы о перспективах функционирования этой сравнительно молодой научной области. Кроме того, проверка соответствия поведения таких «нечетких» областей обычным количественным закономерностям науки представляет самостоятельный интерес для работ по междисциплинарным исследованиям, которые в настоящее время получают все большее распространение в связи с растущей интеграцией и усложнением системы научного знания [2].

Наличие весьма «размытых» границ данной области, включающей в себя довольно широкий диапазон работ (от прикладных работ по системному анализу до работ по философским проблемам системного исследования), ведет к определенным трудностям при выделении анализируемого массива публикаций. Поэтому было решено ограничиться в основном методологическими работами в области системных исследований, ибо методологические разработки, как правило, существенно определяют дальнейшее развитие теоретических и прикладных аспектов любой научной дисциплины. Следует отметить, что более или менее установившаяся библиография в данной, достаточно молодой области пока отсутствует, поэтому в основу настоящей работы были положены два указателя литературы по системным исследованиям за 1971—

1972 и 1973—1974 гг. Библиография составлена в Научной библиотеке Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова главным библиографом С. М. Кириченко и младшим научным сотрудником лаборатории системологии и систем управления ОГУ И. Н. Сараевой. Сюда же вошли библиографии из книги

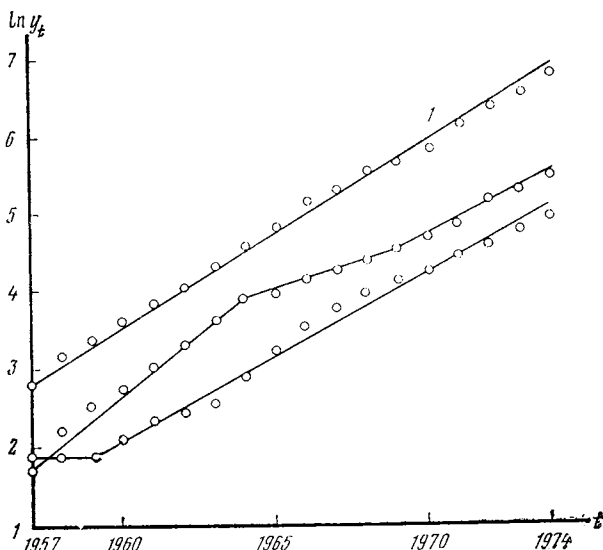


Рис. 1. Динамика публикационного массива (полулогарифмический масштаб)

1 — динамика общего массива; 2 — динамика массива статей; 3 — динамика массива книг

И. В. Блауберга и Э. Г. Юдина «Становление и сущность системного подхода» (М., 1973) и монографии В. Н. Садовского «Основания общей теории систем (логико-методологический анализ)» (М., 1974). Учитывая высокий профессиональный уровень данных библиографий, можно рассматривать построенный на их основе и анализируемый в настоящей статье массив публикаций как достаточно полно отражающий советскую литературу по системным исследованиям преимущественно методологического плана.

Массив включает статьи в периодических журналах, книги (в том числе и сборники), авторефераты диссертаций и рецензии. Всего 1074 публикации (из них 277 статей и 170 книг) и 688 авторов. Интервал времени — 1957—1974 гг. Выбор 1957 г. в качестве точки отсчета вызван тем, что число публикаций по системным исследованиям до этого времени было незначительным, поэтому все предшествующие публикации датируются этим годом. При статистической обработке массива исследовались ди-

намика массива публикаций во времени, динамика авторского состава, распределение научной продуктивности. По этим трем направлениям соответственно получены следующие результаты.

1. *Динамика публикационного массива.* Последовательность y_t , представленная графически на рис. 1 (кривая 1), где за нулевую точку принимается 1957 г., отражает зависимость общего числа публикаций от времени t . Зависимость близка к линейной, что позволяет принять гипотезу об экспоненциальном росте соответствующего массива как весьма достоверную. Поэтому динамический ряд для данного массива записывается в виде $y_t = y_0 e^{\lambda t}$, где y_0 — число публикаций в момент $t=0$ (т. е. в 1957 г.); λ — параметр интенсивности, характеризующий прирост публикаций. Это выражение удобно представить в линейном виде: $\ln y_t = \ln y_0 + \lambda t$, позволяющем аппроксимировать последовательность измерений $\ln y_t$ на рис. 1 (кривая 1') прямой линией при условии оценки параметра λ .

Для оценки λ используем последовательность λ_t , т. е. измеренные значения λ в моменты времени t , которые определяются, как легко показать, исходя из экспоненты, выражением $\lambda_t = \ln y_{t+1}/y_t$. В качестве λ в этом случае принимается среднее значение по всему массиву: $\lambda \equiv \lambda_{\text{ср}} = \sum_t \lambda_t/n$, где n — число измерений. Период удвоения η , т. е. время, за которое массив публикаций увеличивается вдвое, определяется также исходя из экспоненты выражением $\eta = \ln 2/\lambda = 0,7/\lambda$.

Для данного массива публикаций статистическая обработка результатов измерений (см. табл. 1) приводит к следующим значениям ($n=17$): $\lambda=0,25$; $\eta=2,8 \approx 3$ года. Это интересный результат, показывающий, что в данном случае темп роста массива резко отличается от аналогичных показателей в «зрелых» областях естествознания: там массив удваивается за 7—12 лет, а для системных исследований удвоение массива происходит менее чем за три года, что свидетельствует о «молодости» данной области и ее бурном росте.

Так как типичными носителями научной информации, обеспечивающими коммуникацию и определяющими в конечном итоге развитие области являются статьи в периодике и книги (доступ к диссертациям возможен, как правило, только через библиотеки, а рецензия не может считаться полноценной научной работой), то соответствующие массивы были выделены из общего массива публикаций для самостоятельного изучения.

Последовательность y'_t , отражающая количество статей к моменту времени t (кривая 2 рис. 1), носит более ломаный характер по сравнению с динамикой общего массива и существенно отклоняется от прямой, что не позволяет представить динамику массива статей единой экспонентой. В данном случае удобно применить кусочную аппроксимацию последовательности y'_t на рис. 1 (кривая 2) тремя прямыми с разными углами наклона, т. е. пред-

Таблица 1

Динамика массива публикаций и авторского состава

Год	Общее число публикаций	Статьи в периодике	Книги	Авторы, опубликовавшие работы в данном году	Новые авторы	Выбывшие авторы	Текущий размер популяции
1957	17	6	7	15	15	0	15
1958	21	10	7	3	3	0	18
1959	31	14	7	10	9	4	23
1960	40	17	9	9	6	3	26
1961	59	23	11	8	3	0	29
1962	64	30	13	12	7	2	34
1963	79	43	14	14	11	3	42
1964	111	53	20	28	22	16	48
1965	142	60	29	37	25	12	61
1966	189	76	40	44	27	20	68
1967	234	81	51	28	18	15	71
1968	280	90	63	44	28	16	83
1969	329	106	73	47	22	19	86
1970	395	127	83	51	21	19	88
1971	551	148	102	192	96	76	108
1972	699	200	123	172	121	130	99
1973	874	252	145	166	118	120	97
1974	1074	277	170	195	136	195	

ставить динамику массива статей тремя переходящими одна в другую экспонентами с разными параметрами прироста λ . Статистическая обработка соответствующих данных (см. табл. 1, последовательность y'_i приводит к следующим результатам. На начальном этапе (семилетний интервал 1957—1964 гг.) $\lambda=0,314$; период удвоения $\eta=2,55 \approx 2,5$ года. На среднем этапе (пятилетний интервал 1964—1969 гг.) $\lambda=0,14$; $\eta=5$ лет. На последнем этапе (пятилетний интервал 1969—1974 гг.) $\lambda=0,2$; $\eta=3,5$ года.

Интерпретация этих результатов может быть такова. Дело в том, что массив статей в периодике является самым мобильным из всех видов научной информации и его динамика наиболее точно отражает исследовательские перспективы и публикационные возможности в данной научной области. Начальный период, когда границы области и теоретико-методологические ограничения еще не определены, как правило, характеризуется бурным ростом числа статей, причем прирост массива статей в периодике, как в данном случае, опережает интенсивность общего прироста массива публикаций, ибо писать диссертации и книги еще рано и рецензировать пока нечего. Затем, на среднем этапе, в связи со стабилизацией («сужением», а точнее, установлением границ) области, выделением круга соответствующих ей изданий, исчер-

панием в какой-то мере задач, лежащих на поверхности, происходит естественное снижение темпов прироста массива публикаций, что отражается в данном случае в увеличении периода удвоения массива статей с 2,5 до 5 лет (он начинает отставать от общего прироста массива, происходящего теперь за счет нарастающего появления книг, диссертаций, рецензий). В нашем случае интересен этап, начинающийся с 1969 г., когда прирост статей в периодике снова возрастает (период удвоения уменьшается с 5 до 3,5 лет). Одно из возможных (но, очевидно, не единственное) объяснений заключается в том, что с 1969 г. стал выходить специальный ежегодник «Системные исследования», и это означало, во-первых, появление новых возможностей для публикации, а во-вторых, — улучшение научной коммуникации в данной области, естественно, стимулирующее появление новых работ.

Аналогичным образом статистический анализ массива книг (см. табл. 1) показывает, что динамика этого массива удовлетворительно описывается начиная с 1959 г. экспонентой с параметрами: $\lambda = 0,22$; $\eta = 3,65 \approx 4$ года (см. рис. 1, кривая 3). Иными словами, динамика массива книг, как и следовало ожидать, носит более стабильный характер, чем динамика массива статей в периодике (интересно, правда, отметить, что усредненный по всем трем этапам прирост числа статей в периодике совпадает с приростом числа книг). Запаздывание начала прироста по сравнению со статьями объясняется, по-видимому, тем, что написание книги часто бывает результатом многолетнего труда и уже предполагает наличие определенной базы, для создания которой необходимо время. Меньший прирост книг по сравнению с ростом общего массива публикаций объясняется тем, что в увеличении последнего существенную роль сыграл, как следует из содержательного анализа массива, взрывной рост диссертаций за последние два года (прироста которых ранее практически не было).

2. *Динамика авторского состава.* На основе данных общего массива публикаций были определены: x_t — число авторов, опубликовавших в t -м году, $\Delta x_t'$ — число новых авторов, опубликовавших свою первую работу в t -м году; $\Delta x_t''$ — число выбывших авторов, опубликовавших свою последнюю работу в t -м году (см. соответствующие столбцы в табл. 1). В случаях соавторства каждому из соавторов засчитывалась целая публикация (так же было сделано и при подсчете распределения научной продуктивности). Данные показывают, что в период 1957—1970 гг. общее число авторов, как и число новых авторов, сравнительно медленно возрастает. В 1971 г. происходит резкий скачок: число авторов увеличивается в четыре раза, после чего наблюдается определенная стабилизация авторского состава. Одно из возможных объяснений скачка (как и в случае увеличения прироста статей с 1969 г.) заключается в выходе ежегодника «Системные исследования», два выпуска которого к 1971 г., очевидно, сыграли важную роль в увеличении числа авторов.

По данным о динамике появления и выбывания авторов был вычислен текущий размер $x(t)$ популяции авторов — «системников» в каждый момент времени t по формуле: $x(t+1) = x(t) + \Delta x'_{t+1} - \Delta x''_{t+1}$. При $t=0$ (что соответствует 1957 г.) $x(0) = x_0 = 15$. Результаты вычислений представлены в табл. 1 (последний столбец) и графически на рис. 2. Как видно из графика, авторская популяция растет практически линейно, постепенно стабилизируясь к 1970—1971 гг. до размера в 100 человек.

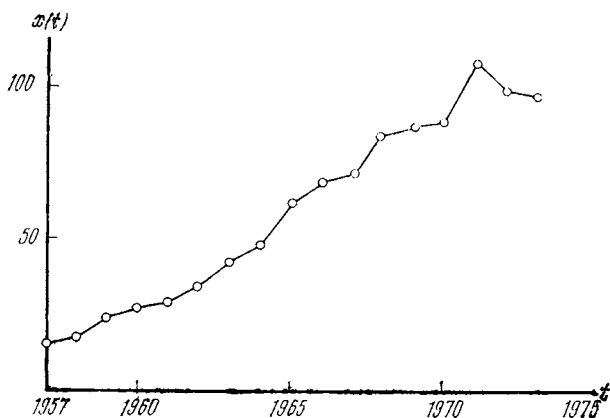


Рис. 2. Динамика размеров паучного сообщества

Динамика авторского состава была также проанализирована исходя из эпидемической модели развития научной области У. Гофмана [6]. На основании этой модели У. Гофманом было показано, что при стабильном развитии области скорость выбывания авторов примерно постоянна (в частном случае равна нулю) и, наоборот, резкое изменение этой величины свидетельствует о нарушении устойчивости в развитии и наличии эпидемического взрыва, т. е. скачкообразного возрастания интереса научного сообщества к данной области. Как следует из графика на рис. 3, отражающего динамику выбывания авторов, скорость этого процесса на интервале 1958—1963 гг. более или менее постоянна и приближается к нулю. После переходного процесса в 1963—1964 гг. скорость изменения числа выбывших авторов уже становится не нулевой, но остается практически постоянной до 1970 г., что свидетельствует о стабильном развитии области до этого времени. Резкое возрастание числа выбывших авторов в 1971—1972 гг. совпадает с отмечавшимся выше скачкообразным возрастанием в это же время общего числа авторов, подтверждающим теоретический результат У. Гофмана. Интересно отметить, что график на рис. 3 почти идентичен аналогичному графику, полученному У. Гофманом на

материале анализа библиографии по биохимическим исследованиям тучной клетки [6].

3. *Распределение авторов по продуктивности*, т. е. соотношение между числом авторов и числом написанных ими работ, как правило, подчиняется закону Лотки, имеющему вид $n_i = N/i^\alpha$, где n_i — число авторов опубликовавших i работ; N — число авторов, опубликовавших одну работу; α — характеристический показатель (обычно $\alpha \approx 2$). Прологарифмировав обе части закона

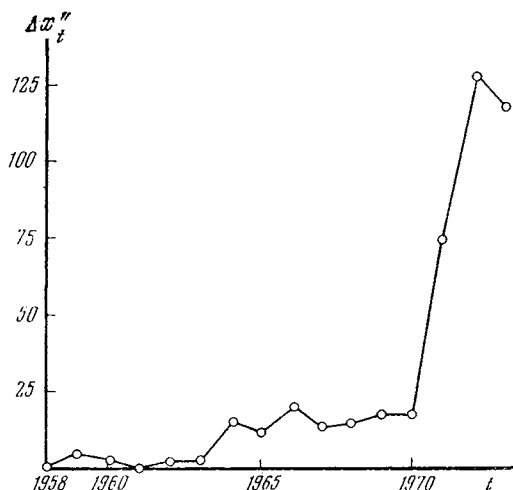


Рис. 3. Динамика выбывших авторов

Лотки, приходим к линейному выражению этого закона, более удобному для графического представления:

$$\ln n_i = \ln N - \alpha \ln i.$$

Таблица 2

Распределение авторов по продуктивности

Продуктивность	1	2	3	4	5	6	7
Число авторов данной продуктивности	521	68	37	21	14	6	6
Всего авторов — 688							

Нами была проведена статистическая обработка данных анализируемого массива публикаций по системным исследованиям с целью проверки соответствия распределения научной продуктивности на этом массиве закону Лотки, а также оценки соответствующих параметров закона. В табл. 2 приведена эмпирическая

зависимость между числом авторов и числом публикаций этих авторов.

В логарифмическом виде эта последовательность приведена на рис. 4. Она действительно имеет линейный характер, что говорит о хорошем совпадении с законом Лотки. Оценка по методу наименьших квадратов соответствующих параметров сглаженной

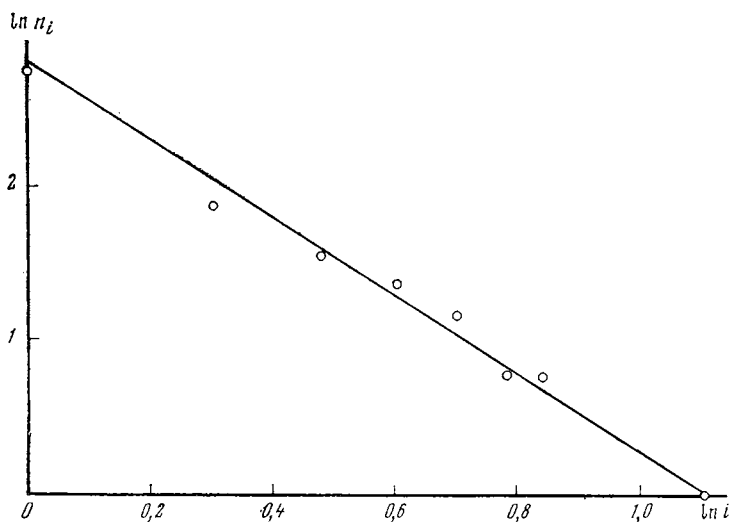


Рис. 4. Распределение научной продуктивности (в логарифмическом масштабе)

прямой, отражающей закон Лотки, приводит к следующим значениям: $\ln N = \ln 521 = 2,72$, $\alpha = 2,35$, т. е. не сильно отличается от $\alpha = 2$. Соответствующая прямая $\ln n_i = 2,72 - 2,35 \ln i$ также приведена на рис. 4.

Отметим в заключение, что выполненный нами наукометрический анализ носит предварительный характер первичного упорядочения эмпирического материала с целью проверки его соответствия математическим закономерностям, обычно прослеживаемым на публикационных массивах. Тем не менее полученные результаты позволяют сделать некоторые выводы относительно характера исследований данной научной области.

Массив публикаций по системным исследованиям действительно подчиняется сравнительно стационарным закономерностям (рост по экспоненте и распределение продуктивности по закону Лотки). Это позволяет предположить, что, несмотря на свой междисциплинарный характер, системные исследования к настоящему времени имеют хорошо определенный круг проблем и сформировавшуюся систему коммуникаций.

Анализ динамики массива свидетельствует о том, что область системных исследований находится в настоящее время в стадии экстенсивного роста. Исходя из общих закономерностей развития подобных коммуникативных объединений [3], можно предположить наличие (или возможность образования в будущем) отдельных научных направлений в этой области исследования, т. е. ветвление данной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
2. *Мирский Э. М.* Междисциплинарные исследования как объект науковедческого изучения.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1972. М., 1972, с. 9—23.
3. *Петрова Т. М.* Методологические особенности количественного выделения структурных единиц науки.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1975. М., 1976, с. 43—53.
4. *Садовский В. Н.* Основания общей теории систем (логико-методологический анализ). М., 1974.
5. *Яблонский А. И.* Стохастические модели научной деятельности.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1975. М., 1976, с. 5—42.
6. *Goffman W.* Mathematical approach to the spread of scientific ideas — the history of mast cell research.— *Nature*, 1966, v. 212, N 5061.
7. *Pore A.* Bradford's law and the periodical literature of information science.— *J. Amer. Soc. Inform. Sci.*, Baltimor, 1975, v. 26, N 4, p. 207—213.

СИСТЕМНЫЕ ИДЕИ В ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКЕ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПСИХИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В. М. ГОРДОН, В. П. ЗИНЧЕНКО

Попытки применения новых концептуальных схем, развиваемых современной методологией науки, в том числе и системным подходом, в психологии наталкиваются на двоякого рода трудности. Первая трудность связана с наличием у любой концептуальной схемы определенного числа «степеней свободы». Вторая — обусловлена неединственностью трактовок психического в современной психологии, а также разнообразием задач, которые ставятся при изучении такого объекта. Иными словами, в данном случае безразлично как понимание метода, так и понимание предмета психологии. Системный подход едва ли целесообразно применять в любом психологическом исследовании. Сейчас уже не нужно доказывать, что он не пригоден для упорядочивания данных, полученных (и получаемых) в традиционной функциональной психологии, или для психологии, считающей мозг предметом своего исследования (хотя, конечно, нет никаких оснований сомневаться в применимости системного подхода к физиологии мозга).

Указанные трудности не могут быть преодолены механически, т. е. путем произвольного предпочтения определенной концептуальной схемы и определенного представления о предмете психологии. Здесь необходимо проведение своего рода экспериментально-методологического исследования, результаты которого могли бы уточнить и обосновать как саму методологическую схему, так и представление о предмете ее приложения.

В [2] мы уже предпринимали попытку найти пути анализа таких форм психической деятельности, которые не проявляют себя видимым образом. В этой статье были приведены довольно подробные данные о многочисленных исследованиях когнитивной и исполнительской деятельности, выполненных на основе структурно-функционального и микроструктурного анализа. При этом было показано, что при описании большого числа когнитивных

(как кратковременных, так и долговременных) и сознания, как-процессов могут быть использованы некоторые общие забываются и даже выделены одни и те же единицы анализа.

Надо заметить, что попытки использовать структуриро-функциональный анализ когнитивной и исполнительной деятельности для описания, интерпретации и проектирования реальной трудовой и учебной деятельности сталкиваются с серьезными трудностями. Их источником, по-видимому, является ограничение предмета по преимуществу оперативно-техническими единицами анализа (операция, действие, функциональный блок), выделенными в экспериментальных исследованиях и не отражающими особенностей деятельности как целостности. Между тем анализ деятельности не может исчерпываться лишь оперативными компонентами, в нее входят и другие типы единиц анализа психического. К числу таких единиц относятся когнитивные (сенсорные и перцептивные эталоны, образы, схемы, символы, значения, постоянные и оперативные образно-концептуальные модели) и интимно-личностные (потребности, мотивы, смыслы, цели, установки) компоненты. При этом когнитивные и интимно-личностные компоненты деятельности, составляющие в совокупности предметно-смысловые черты психической реальности, характеризуются, так же как и порождающая их деятельность, пространственно-временной определенностью.

Оперативные, когнитивные и интимно-личностные единицы психологического анализа деятельности исследуются современной наукой в известной мере независимо друг от друга. Но практические задачи организации и проектирования различных видов деятельности (трудовой, учебной, спортивной, игровой и т. д.) постепенно приводят к сближению исследований этих различных аспектов психической реальности. Для решения задач проектирования деятельности ключевой проблемой было и остается рассмотрение различных компонентов деятельности как единой системы, которая проявляет себя и для субъекта, и для стороннего наблюдателя как объективная целостность, непосредственное и неразложимое, хотя и гетерогенное, т. е. состоящее из разнородных единиц образование. Естественно, что на разных уровнях развития и организации деятельности соотношение между оперативными, когнитивными и интимно-личностными компонентами оказывается неодинаковым. Чем выше организация деятельности, тем больший удельный вес и большую роль приобретают интимно-личностные компоненты, они начинают трансформировать или подчинять себе другие компоненты психической реальности, направлять поведение и деятельность или хотя бы выполнять иницирующие функции и т. п.

Естественно, что выделение различных единиц и последующая теоретическая реконструкция гетерогенной психической реальности не должно пониматься как чисто техническая задача конструирования целого из частей. Такая ситуация имеет место в со-

временной физике, когда элементарная частица, будучи по определению частью объекта, одновременно является целым, т. е. содержит в себе другие частицы. Та же сложность, или, точнее, системность психической реальности делает возможной трансформацию одних компонентов деятельности в другие, о которой неоднократно писал А. Н. Леонтьев. Именно поэтому каждая единица психологического анализа, какой бы элементарной она ни была, должна отражать черты предметности и осмысленности в широком смысле этого слова, в противном случае она будет единицей физиологического, биомеханического или другого анализа, но не психологического.

Данное положение справедливо не только по отношению к когнитивным, но и по отношению к оперативным, в том числе моторным, компонентам деятельности, и его фиксация многое объясняет как в истории общей психологии, так и в истории прикладных областей психологической науки. Исследователи, интуитивно чувствуя целостность каждого из выделяемых ими компонентов, будь то компоненты оперативные или когнитивные, подменяли целостную гетерогенную реальность психического каким-либо одним из конституирующих ее компонентов, утверждали его примат по сравнению с другими. Это в свою очередь приводило и приводит до сих пор к односторонней ориентации как теоретической, так и практической работы в области психологии.

Здесь, однако, возникает проблема: что, собственно, представляет собой психическая реальность, понятая как специфическая система? Отвечая на этот вопрос, нельзя ограничиться описанием отдельных особенностей психики, необходимо указать, каким именно образом такая реальность может быть сделана представимой. Для этого нам придется сделать некоторое отступление в область не очень далекой истории психологической науки.

За последние десятилетия во многих областях экспериментальной психологии и особенно психофизиологии поиск наиболее устойчивых явлений и процессов сдвинулся в область непсихологических явлений, преимущественно в область физиологии. Как это ни парадоксально, но развитие экспериментальной техники, повышение чувствительности методов исследования стало причиной (не единственной, правда) редукция психического к физиологическому. Концентрация внимания и усилий исследователей на физиологических механизмах психического постепенно приводила к потере собственно психологического содержания деятельности, к утрате критериев, по которым возможно разделение психического и физиологического, к отождествлению психической деятельности с деятельностью нервной. Это и заставляет нас еще раз вернуться к проблеме взаимоотношений психического и физиологического, ибо их анализ поможет ответить на вопрос о том, что скрывается за понятнем «психическая реальность».

Как психология, так и физиология представляет собой доста-

точно развитые и самостоятельные области научного знания, каждая из которых имеет свой предмет исследования, разрабатывает собственные теории, методы и технику эксперимента. Несмотря на общепринятость положения о том, что психическое есть функция мозга, наиболее типичными остаются изучение психических процессов независимо от их физиологических механизмов и изучение последних независимо от конкретного предметного содержания психических процессов. В истории обеих указанных областей исследования наблюдались различные отношения, которые несколько упрощенно можно обозначить как отношения притягивания, параллелизма и отталкивания, однако они устанавливались, так сказать, пост-фактум на вербально-понятийном уровне, а не на уровне конкретного психофизиологического исследования.

Этот подход ни в коей мере нельзя считать преодоленным, хотя его недостаточность была осознана еще И. П. Павловым, говорившим о необходимости более тесного взаимодействия между психологией и физиологией. Ему такое взаимодействие представлялось как сопряжение различных этапов исследования. Психология на своем этапе выясняет «общие конструкции психических образований, физиология же на своем этапе стремится продвинуть задачу дальше — понять их как особое взаимодействие физиологических явлений» [6]. Комментируя это высказывание, А. Н. Леонтьев писал, что исследование движется не от физиологии к психологии, а от психологии к физиологии. А. Н. Леонтьев приводит и другое высказывание И. П. Павлова о том, что прежде всего важно понять психологически, а потом уже перевести на физиологический язык [5, с. 114—115]. В развитие данного положения были выполнены многочисленные «переводы» психологической реальности на физиологический язык, такие попытки предпринимались как физиологами, так и психологами, и сейчас можно сказать, что само по себе следование в принципе верной ориентации И. П. Павлова еще не может гарантировать успех в решении проблемы отношения психического и физиологического.

Можно напомнить, как осуществлялся некоторое время тому назад такой «перевод»: речь — вторая сигнальная система; навык — динамический стереотип; образ — ансамбль нервных клеток или афферентный синтез (число таких примеров можно продолжать до бесконечности). Затем в психологию и физиологию стали проникать идеи системно-структурного анализа: как психические, так и физиологические объекты стали рассматриваться как сложно организованные, имеющие системное строение. Однако при этом не обошлось без упрощений: психологи упрощали физиологическую реальность, а физиологи в свою очередь упрощали психологическую реальность, представляя психические процессы как элементарные функции сложно организованного мозга. Например, память как психическая функция отождествлялась с физиологической функциональной системой, лежащей в се

основе,— скажем, с системой, обеспечивающей образование и фиксацию временных нервных связей. Тем самым ставилось под вопрос понимание психики как деятельности, необходимость изучения предметного содержания, операционального строения, мотивационно-аффективной окраски процессов памяти или других психических процессов.

Трактовка восприятия памяти как физиологических (мы бы добавили в том числе) функциональных систем возможна в случае, если выхолащивается собственно психологическое содержание этих процессов. В самом деле, понятие «физиологическая функциональная система» пришло в физиологию нервной системы и физиологию высшей нервной деятельности из общей физиологии, не претерпев сколько-нибудь существенных изменений. Между тем если мы скажем, что физиологическая функциональная система кровообращения лежит в основе кровообращения, то это будет не более чем тавтология. В то же время если мы скажем, что определенная физиологическая функциональная система лежит в основе памяти, то такое высказывание не будет тавтологичным, оно может оказаться не только информативным, но и вводящим в заблуждение, поскольку понятие памяти не исчерпывается ее физиологической трактовкой.

Точно так же как зрительное восприятие — это не глаз, не анализатор, и даже не афферентный синтез, человеческая память — это не мозг и не физиологическая функциональная система. Для понимания памяти необходимо привлечение категориального аппарата психологической науки, в частности таких понятий, как цель, мотив, действие, условие, средство, предметное содержание и т. п. Эти понятия необходимы для того, чтобы ставить задачу выявления структуры запоминания как деятельности, определяемой как закон связи между функциональными компонентами исследуемого объекта. В случае анализа психического под компонентами понимаются направленные и локализованные в реальном времени и пространстве действия, операции или иные фазы процесса деятельности, причем понятие направленности имплицитно устанавливает установки, мотивы, потребности, личностный смысл и т. д.

На этом примере мы хотели показать, что миграция понятий из общей физиологии в физиологию высшей нервной деятельности может привести к серьезным методологическим просчетам. В такой миграции не было большой беды, пока речь шла исключительно об изучении условных рефлексов. Однако в последние десятилетия в ту же сферу все больше и больше включается исследование процессов восприятия, опознания, памяти, мышления, т. е. психических процессов в собственном смысле слова. И поскольку физиология высшей нервной деятельности пытается сделать их предметом своего исследования, постольку необходимо специфицировать и уточнить понятие физиологической функциональной системы применительно к новому объекту. Различия

между физиологическими функциональными системами, лежащими в основе вегетативных и психических функций, едва ли только количественные, они должны иметь различные принципы организации и функционирования. Эти различия должны быть столь же велики, сколь различны процессы отправления, поведения и деятельности.

Представим себе ситуацию, когда при решении обсуждаемой проблемы отказываются от упрощений как психического, так и физиологического. В этом случае мы будем иметь два сложно организованных системных объекта, каждый из которых был построен по своей логике, и перед нами возникнет задача перевести, перешифровать, наложить один объект на другой. Такое наложение не может быть осуществлено механически, ему должна предшествовать огромная методологическая работа по разработке процедур наложения, по созданию метрики сопоставления этих объектов, по разработке языка-транслятора, с помощью которого возможна трансформация утверждений психологии в утверждения физиологии (оставим в стороне такие трудности, как наличие в психологии более двух десятков теорий зрительного восприятия и такого же числа моделей кратковременной памяти). Стремление «обойти» данную проблему порождает нередко достаточно примитивные формы редукции психического к физиологическому. Однако этот, лишь на первых порах полезный, прием ограничения психической реальности практически уже исчерпывает имеющиеся в нем объяснительные потенции и порождает новые проблемы.

Нужно еще раз подчеркнуть, что природа редукционизма состоит не только в смешении терминов. Дело в том, что в настоящее время сложилась любопытная в методологическом отношении ситуация. Психология пришла к пониманию высших психических функций как исходных и превращенных форм предметной деятельности. Физиология высшей нервной деятельности в свою очередь вовлекла в сферу своего исследования высшие психические функции. Это побуждает исследователей к установлению каких-то отношений между психической (предметной) деятельностью и деятельностью нервной. Однако последняя по самому своему существу не может рассматриваться как предметная деятельность. Сейчас трудно сказать, что послужило Н. А. Бернштейну основанием для того, чтобы область, изучающую физиологические механизмы поведения, назвать физиологией активности. Тем не менее этот терминологический диссонанс (который, возможно, ощущал и Н. А. Бернштейн) достаточно адекватно характеризует область поиска физиологических механизмов психического.

Отсюда попятно, что как бы ни было важно уточнение терминологии, оно не может само по себе привести к правильному соотношению психологического и физиологического аспектов деятельности. Решение этой проблемы требует прежде всего разработки некоторой теоретической конструкции, адекватно отражающей

щей реальность психического и неразрывно связывающей эту реальность с реальностью физиологической.

На наш взгляд, основа такой конструкции содержится в понятии «функциональный орган нервной системы», или «подвижный физиологический орган мозга», которое было введено в физиологии А. А. Ухтомским и позднее развито применительно к психической реальности А. Н. Леонтьевым. В качестве примера таких органов А. А. Ухтомский указывал на парабриоз и доминанту, характеризуя их как «интегральное целое», «сложный симптокомплекс» и т. п. Если внимательно вчитаться в тексты, посвященные этим явлениям, можно обнаружить, что доминанта описывается то на языке физиологии (как достаточно стойкое возбуждение, протекающее в центрах в данный момент и приобретающее значение господствующего фактора в работе центров), то на языке поведения и даже психологии. По А. А. Ухтомскому, внешним выражением доминанты является стационарно поддерживаемая работа, или рабочая поза организма, подкрепляемая в данный момент разнообразными раздражениями и исключающая для данного момента другие работы и позы [7, с. 60—66]. В этой же работе отмечено и своеобразное внутреннее выражение доминанты, переживание доминанты в виде сокращенного символа (психологическое воспоминание). «В связи с этим прежняя доминанта переживается или очень сокращенно, с весьма малой инерцией — одними церебральными компонентами, или она переживается со всей прежней инерцией, надолго занимая собою работу центров и вытесняя в них прочие реакции» (там же).

Доминанта не только является нормальным рабочим принципом нервных центров, но ей принадлежит существенная роль в процессе образования реакций на среду.

Таким образом, А. А. Ухтомский характеризует доминанту как временный функциональный орган. Этот орган, как бы внешний по отношению к мозгу, управляет его работой и воздействует на нервные центры. Со своей стороны мозг также может бороться с доминантами, «не атакуя их непосредственно, но создавая новые компенсирующие доминанты в центрах» (там же).

Вводя понятие подвижного органа, А. А. Ухтомский предупреждал против привычного связывания этого понятия с представлением о морфологически сложившемся, статически постоянном образовании. Он писал, что «органом может быть всякое временное сочетание сил, способное осуществить определенное достижение» [8, с. 149].

Эта идея получила дальнейшее развитие в исследованиях А. Н. Леонтьева, который отметил ряд новых черт такого рода органов. По А. Н. Леонтьеву, они «функционируют так же, как и обычные морфологически постоянные органы; однако они отличаются от последних тем, что представляют собой *новообразования*, возникающие в процессе индивидуального (онтогенетического) развития» [4, с. 412]. Специфическая особенность этих

новообразований состоит в том, что, раз сложившись, они далее функционируют как единое целое, они прочны, устойчивы. «Указанные особенности позволяют рассматривать эти прижизненно складывающиеся образования как своеобразные органы, специфические отправления которых и выступают в виде проявляющихся психических способностей или функций» [там же]. Многочисленные исследования, выполненные А. Н. Леонтьевым, свидетельствуют о том, что функциональные органы нервной системы имеют деятельностную природу, они формируются в ходе овладения человеком миром созданных человечеством предметов и явлений.

В вопросе о том, что представляют собой функциональные органы нервной системы, А. Н. Леонтьевым делается больший (по сравнению с трактовкой А. А. Ухтомского) акцент на их физиологические механизмы. Он называет эти органы устойчивыми рефлекторными объединениями, или системами, служащими для совершения определенных актов [4, с. 540]. «Органы этих функций представляют собой функциональные мозговые системы («подвижные физиологические органы мозга», по А. А. Ухтомскому)...» [4, с. 543]. Иными словами, А. Н. Леонтьев более четко дифференцирует психические отправления соответствующих органов и их материальный субстрат. Мысль его состоит в том, что одновременно с формированием высших, специфически человеческих психических процессов формируются и осуществляющие их функциональные органы мозга [4, с. 540].

Таким образом, понимание психического как органа, предложенное А. А. Ухтомским и А. Н. Леонтьевым, следует оценить как важнейший шаг на пути разработки, если можно так выразиться, аитиредукционистских представлений о психике как реальности особого рода. Эта реальность должна обладать свойствами органа, имеющего экстрацеребральные характеристики и собственные закономерности формирования, а также обеспечиваться определенными интрацеребральными механизмами.

Такое решение вопроса сохраняет возможность дальнейшей дивергенции психологических исследований высших психических процессов, имеющих деятельностную, в известном смысле, экстрацеребральную природу, и физиологических механизмов функциональных органов мозга (интрацеребральных по преимуществу). Функциональный орган мозга как бы вновь помещается в мозг и приобретает свои морфофизиологические особенности. В то же время вплоть до настоящего времени это понятие не получило конкретной характеристики, а идентифицируется со сферой психических процессов, функций или способностей. Между тем психическое в соответствии со смыслом понятия «подвижный орган нервной системы» должно быть понятно не только как функция, а именно как развивающийся орган, что еще раз возвращает нас к задаче теоретического конструирования психического как реальности.

Любое направление в психологической науке стремится представить психическое как некоторую наблюдаемую реальность. Диапазон явлений, к которым с этой целью редуцируется психическое, беспрецедентен: это и интрацентральные мозговые процессы (выражаемые в терминах нервных сетей, межнейронных взаимодействий и т. п.), и логико-математические структуры, и внешнее поведение, и «чистая мысль». Но если эти явления и не обладают непосредственно-чувственными характеристиками, то уж, во всяком случае, они наблюдаемы и вполне воспроизводимы. Даже в тех случаях, когда психическое редуцируется к чистой мысли или логико-математическим структурам, последние наделяются объектными характеристиками.

Подобные попытки представить психику как реальность сопряжены со вполне определенной и достаточно единообразной трактовкой психических функций. Эти функции описываются в терминах ориентации, регуляции, программирования, управления поведением и деятельностью индивида, а условие их выполнения, естественно, усматривается в отражении, построении образа реальности, порождении новых образов и т. п.

В технике морфологическое описание регулятора практически исчерпывает характеристику функциональных особенностей объекта регулирования. При изучении деятельности, напротив, описание исполнительных органов, и само по себе сопряженное со значительными трудностями, не совпадает прямо и непосредственно с теми функциями, которые эти органы выполняют реально или потенциально могут выполнять. Это несоответствие столь велико, что развитие одного из направлений физиологии движений (Н. Е. Введенский, Ч. Шерригтон, Л. А. Орбели, А. А. Ухтомский, П. А. Бернштейн) привело к тому, что живое движение стало рассматриваться не только как функция скелетно-мышечного аппарата, но и как особый функциональный орган, обладающий, наряду с морфологическими органами, свойствами реактивности, подчиняющийся законам эволюции и инволюции.

Но коль скоро психика выполняет регулятивные функции, то логично представить себе регулятор не менее реальным, чем исполнительный механизм, обладающий такими же свойствами, как и объект регулирования: это тело, орган, реальность.

Нетрудно обнаружить аналогичные свойства и у познавательных процессов. Память или восприятие также представляют собой действия, каждое из которых реактивно, эволюционирует и инволюционирует. Правда, эти действия сложнее наблюдать, фиксировать и воспроизводить повторно, чем внешнее движение. Однако подобно тому как движение, рассматриваемое как орган, нельзя полностью редуцировать к двигательным органам (кинематическим цепям, скелетной мускулатуре) — в нем обязательно остается что-то сверх этого, нельзя и восприятие, рассматриваемое как действие, как функциональный орган, полностью редуцировать к телесному глазу. Различные системы сенсорного и пер-

цептивного обучения ориентированы в большей степени на социокультурные нормы, чем на анатомоморфологические и физиологические свойства органов чувств. Не случайно при изучении моторики и перцепции наиболее впечатляющие результаты были получены в тех случаях, когда исследователи в значительной степени отвлекались от морфофизиологического механизма этих процессов.

Результаты исследований движений, восприятия, памяти, мышления излагаются в виде иерархически организованных функциональных блок-схем, когнитивных карт и структур, логико-математических конструкций. Все это свидетельствует о том, что современная психология ищет новый язык для выражения и описания психической реальности.

Следовательно, не только к моторной, но и к когнитивной сфере можно подходить как к органу или органам, организованным в более или менее сложную систему. Эти органы вполне реальны, они развиваются, функционируют, распадаются, восстанавливаются по особым законам. Вместе с тем эти органы обладают свойством предметности (восприятие чего, память на что, внимание к чему, мышление о чем). Их нельзя непосредственно осязать, ощупать, хотя они и входят в схему нашего тела. Мы знаем зону досягаемости руки, длину шага, величину прыжка, скорость бега. Мы также хорошо знаем остроту зрения, тонкость различения, возможности памяти, степень собственной разумности, хотя, конечно, возможны и ошибки и иллюзии. Это построенная индивидом система органов, орудий, вступающая в идеальный контакт с реальностью, необходима субъекту для проигрывания определенных вариантов поведения и деятельности. Сказанное справедливо не только по отношению к процессуальной стороне когнитивной или исполнительной деятельности: ведь даже остановка может рассматриваться как накопленное движение, его симультанный слепок. Поэтому не лишено оснований высказывание о том, что образы и представления — это такие же органы, как печень и сердце. Мы еще раз подчеркиваем, что все эти органы обладают свойствами предметности, осмысленности, направленности и характеризуются пространственно-временной определенностью [3].

На основании сказанного можно сделать заключение, что современная психологическая наука постепенно приходит к пониманию психической реальности как своего рода «духовного организма», имеющего не менее сложное строение и представляющего собой не менее увлекательный и практически полезный объект системного исследования, чем человеческий мозг. Однако при исследовании этого организма с исключительной остротой возникает проблема выделения единиц анализа. Использование целого набора единиц анализа многократно усложняет выявление функциональных структур деятельности, осуществляющейся на разных уровнях. Сложность состоит уже в том, что пока нет

отчетливого ответа на вопрос о критериях, по которым можно отнести тот или иной тип структур к какому-либо определенному уровню. В самом деле, целостная структура деятельности может включать в себя образования, принадлежащие к различным уровням (развития, функционирования). Так, например, та или иная когнитивная составляющая (сенсорный эталон, образ, схема и т. п.) может стать элементом как отдельной деятельности, так и действия, операции или даже функционального блока. К этому может быть добавлена и вариативность интимно-личностных образований. Другими словами, возможно неограниченное число комбинаций, не говоря уже о вариациях предметного содержания деятельности. Ситуация усложняется также и тем, что при развитии деятельности возможна обратимость или обращаемость отдельных образований, относящихся к тому или иному типу. Поэтому для отнесения функциональной структуры к тому или иному уровню необходимо выделение компонента деятельности, выполняющего функцию системообразующего фактора.

Как функциональные структуры, так и отдельные компоненты психической деятельности обладают различными предметно-смысловыми и пространственно-временными чертами. Они могут иметь опредмеченную и распредмеченную, модальную и амодальную, осознаваемую и неосознаваемую форму. Так, возможность распредмечивания целей или мотивов имеет тот смысл, что последние, занимая сознание, не оставляют места для исходного предметного содержания или продуктов деятельности. Поэтому цели и мотивы могут временно вытесняться, заменяться или порождать установки, обеспечивающие поддержание деятельности, в том числе и ее энергетику, в распредмеченной форме. Возможна известная дематериализация и распредмечивание когнитивных компонентов деятельности. Амодальные, концептуальные, абстрактные компоненты, отсложившиеся хотя бы временно от реального предметного содержания, потенциально могут подвергаться более свободным, в том числе и произвольным, преобразованиям по сравнению с теми, которые допустимы по отношению к реальным объектам. Последующее опредмечивание результатов преобразования и связь самих преобразований с направленностью деятельности — важное условие ее продуктивности, результативности. Точно так же оперативно-технические компоненты деятельности могут быть инвариантными по отношению к широкому классу когнитивных компонентов и возможных вариантов предметного содержания деятельности.

Таким образом, разные компоненты могут попеременно выполнять функции системообразующего фактора, детерминировать осуществление деятельности и служить условием ее целостности.

Нетрудно заметить, что, независимо от того, является ли организация преформированной или она возникла в процессе формирования психики, ее наличие придает деятельности некоторые

специфические особенности. Структура обеспечивает упорядоченное взаимодействие компонентов деятельности как в пространстве, так и во времени. В понятии структуры в этом случае отражены закономерности, свойственные стабильным, в известном смысле косным образованиям, обладающим жесткой организацией.

Для некоторых видов деятельности характерны жесткая связь структурных компонентов и высокая их упорядоченность. Регулирование и управление в таких случаях осуществляются только в соответствии с наперед заданной целью, а программы управления отличаются постоянством топологических характеристик, одновременность или строгая последовательность актуализации. Для более гибко организованных процессов характерна способность к поиску наиболее адекватного внутреннего строения. Конечный результат в этом случае будет достигаться не путем осуществления стабильных и стереотипных программ, а посредством установления взаимозаменяемых подвижных связей между структурными компонентами деятельности. Такая организация получила название самонастраивающейся. И, наконец, наиболее сложные формы психической деятельности отличает включение цели в структуру каждого компонента и в структуру всего процесса. В данном случае проверяются и корректируются не только способы действий, но и адекватность выбранной цели, в связи с чем внутреннее строение и соответственно пространственные и временные связи между компонентами деятельности оказываются изменчивыми. Подобные процессы обычно называют саморегулирующимися или самоорганизующимися.

Важно отметить, что в последнем случае цель не задана в конкретной форме и не определены все необходимые условия ее достижения. Поэтому организация процесса должна быть подчинена прежде всего задаче поиска и формулирования цели деятельности и способов ее достижения. При таких условиях продукты отдельных действий и процесса в целом могут быть более совершенными, чем при других формах организации. Если проследить изменение признаков, или свойств, трех типов организации (жесткой, самонастраивающейся и самоорганизующейся), то становится очевидным, что при переходе от первого ко второму и особенно к третьему появляется большая свобода в определении цели процесса, расширяется зона направленности действий. Жесткость взаимосвязей между компонентами соответственно снижается, их взаимозаменяемость увеличивается вплоть до стирания границ между ними.

Жесткой и, возможно, самонастраивающейся организацией обладают автоматизированные действия и сложные формы перцептивных и опознавательных действий. Напротив, решение проблемных ситуаций, формирование новых, более эффективных способов действия и в широком смысле слова познавательная деятельность осуществляются в режиме самоорганизации. Особен

ность этих процессов, как показали психологические исследования, заключается в том, что опыт, навыки и накопленные знания не отбрасываются полностью, а используются как средство получения нового знания. Иными словами, деятельность в режиме самоорганизации строится на основе структурно сформированных элементов (профессиональных навыков или достаточно сформированных способов действия), но при этом отсутствуют заранее заданная упорядоченность отношений элементов и функциональная структура процесса в целом. При этом по мере перехода от одного типа организации деятельности к другому все более нарастает удельный вес познавательных компонентов и уменьшается доля исполнительных.

Следует отметить, что жесткость, стабильность функциональных структур исключают развитие деятельности и поэтому имеют все же не абсолютный, а относительный характер. Связи, которые регулируют взаимодействие компонентов деятельности в пространстве и времени, обладают определенной динамикой, взаимопереходами, взаимопревращениями, развитием. Понятие «динамика», используемое для описания деятельности, не является вполне адекватным: буквально оно означает следование друг за другом, последовательное включение в систему определенных локализованных элементов. Тем не менее подобные признаки и свойства можно обнаружить у целого ряда психических процессов, функциональные особенности которых формируются в онтогенезе. Схема жесткой организации оказалась полезной и при интерпретации результатов экспериментального изучения процессов сенсорного кодирования зрительной информации и процессов опознавания по заданным эталонам, обладающим конкретными предметными признаками [1].

Использование этой схемы оказалось адекватным, так как в качестве объекта исследования брались уже сложившиеся ранее процессы, дальнейшее развитие которых в масштабе времени лабораторного исследования едва ли возможно. Подобные психические процессы достаточно полно характеризуются оперативно-техническими единицами анализа, а также предметным содержанием. Оперативно-технические единицы используются для выявления функциональных элементов процессов кодирования или опознавания, а предметные — для установления общих свойств функциональной структуры.

Что касается когнитивных и интимно-личностных единиц анализа, то их использование для характеристики подобных систем не является обязательным, хотя, конечно, реальность, отраженная в этих единицах, присутствует в изучавшихся процессах. Но она присутствует в снятом, превращенном виде, вследствие чего и результаты деятельности в подобных случаях всегда совпадают с целью.

Концептуальные схемы самоорганизующихся систем характеризуются иными динамическими принципами организации. Су-

сущность их особенность состоит в возможности «рассогласования» между элементами, а также во взаимозаменяемости элементов, вследствие чего в подобных случаях преобладает поиск, а не актуализация действий, наиболее адекватных цели. Это происходит главным образом в тех случаях, когда заданная цель лишена конкретного предметного содержания и выражается в обобщенной определенности его субъективного значения. Вместе с тем понятие цели, используемое для характеристики самонастраивающихся систем, не содержит критериев субъективной значимости. Последние выявляются лишь в реальной деятельности, в ее динамических свойствах, в особенностях ее компонентов.

Отмеченные динамические свойства организации деятельности, детерминированной целями, обладающими обобщенной субъективной значимостью, накладывают отпечаток и на схему организации самонастраивающихся систем. В этой схеме связь элементов может выступать как снятие противоречия и включение нового компонента, благодаря которому противоречие разрешается. Снятие противоречия между предметным содержанием результатов действия и их цели основано, таким образом, на взаимозаменяемости элементов, на подвижном (поисковом) характере связей между ними. Самонастраивающиеся системы могут быть названы «становящимися» системами, подчиняющимися законам диалектики развития. Для анализа процесса развития важно также, чтобы элементы систем получали не только функциональную, но и предметную характеристику, из которых и вырастают признаки субъективной окраски и значимости. Последнее возможно лишь при достаточной целостности и завершенности элементов, образующих самонастраивающиеся системы. Можно предположить, что в качестве таковых могут выступать жесткие системы. Входя в более широкую структуру, они обретают определенное предметное содержание, функциональное значение и служат также основанием для формирования или развития последней.

В еще более отчетливой форме принципы диалектического развития должны присутствовать в концептуальной схеме самоорганизующихся систем. Как указывалось выше, основной особенностью систем этого типа является поиск цели и способов ее достижения. Анализ многочисленных исследований процесса обучения, различных форм познавательной деятельности, в том числе и процессов принятия решений, приводит к заключению, что основной детерминантой поиска цели являются потребность субъекта и другие интимно-личностные его особенности. Они направляют выбор субъективно-значимых целей и средств достижения. Деятельность таких систем приобретает рекурсивный характер, так как на определенном этапе могут быть получены результаты, не соответствующие мотивам субъекта, его потребностям. Это противоречие делает необходимым поиск новых целей,

приводит к девальвации субъективной значимости прежних. Когда находятся новые цели, указанное противоречие разрешается и деятельность переходит на новый «виток» своего развития.

Психологические особенности целеполагания таковы, что в концептуальной схеме самоорганизации должны отражаться средства, способные отразить как бы двойную динамику развития деятельности. Во-первых, это динамика отдельных компонентов деятельности, направленных на опробование целей средствами или на достижение промежуточных целей (подцелей). Во-вторых, это динамика деятельности в целом и прежде всего динамика ее направленности.

Элементы систем подобного рода лишь на первом этапе анализа могут быть представлены оперативно-техническими единицами и характером предметного содержания. На втором этапе анализа необходимо учитывать развитие этих элементов вплоть до приобретения ими субъективной значимости. И далее, уже в этом новом качестве они могут быть, вероятно, использованы не столько для анализа функциональной структуры самоорганизующейся системы, сколько в качестве оснований, необходимых для выведения принципов формирования и функционирования таких систем. Они представляют собой некоторые суперцелостности, нередко, правда, достаточно хрупкие. Это не должно быть неожиданным, поскольку элементами самоорганизующихся систем могут быть самонастраивающиеся системы, способные в значительно большей степени, чем жесткие, к автономному функционированию.

Именно поэтому направленность и выступает в качестве основной детерминанты саморегулирующихся систем.

В заключение отметим, что порядок, когда система более низкого ранга входит в систему более высокого ранга, не является единственным. Нередки и случаи, когда системы «выжимаются» одна из другой (в процессе становления и развития) и могут одновременно рассматриваться и как оболочка, и как продукт.

Исследование трансформации самоорганизующихся систем в самонастраивающиеся и, возможно, в жесткие и выявление своеобразия подобных «вторичных» по своему происхождению систем представляет собой немалый научный и практический интерес. При такой трактовке взаимоотношений между различными типами систем иначе и, как нам представляется, более конструктивно может быть поставлена проблема соотношения объективных и субъективных факторов деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гордон В. М.* Изучение функциональных особенностей опознания и оперирования образом.— В кн.: Эргономика, вып. 11, М., 1976.
Зипченко В. П., Гордон В. М. Методологические проблемы психологического анализа деятельности.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1975, М., 1976.
3. *Зипченко В. П., Мамардашвили М. К.* Проблема объективного метода в психологии.— Вопросы философии, 1977, № 7.
Леонтьев А. П. Проблемы развития психики. М., 1972.
Леонтьев А. П. Деятельность. Сознание. Личность. М., 1975.
6. *Павлов И. П.* Павловские среды, т. I. М., 1954.
7. *Ухтомский А. А.* Принцип доминанты.— В кн.: Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы. М., 1925.
8. *Ухтомский А. А.* Парабиоз и доминанта.— В кн.: Ухтомский А., Васильев Л., Виноградов М. Учение о парабиозе. М., 1927.

УРОВНЕВАЯ СТРУКТУРА ПСИХИКИ В УЧЕНИИ АРИСТОТЕЛЯ

М. С. РОГОВИН

История науки безусловно свидетельствует о том, что ни одно научное направление не возникло внезапно, на пустом месте, без предваряющих идей и гипотез, которые сложились в систему уже гораздо позже. С нашей точки зрения, таким наиболее ранним выражением системных идей в психологии является концепция уровневой структуры психики, как она изложена в трудах Аристотеля; общие черты и дальнейшее развитие этой концепции были кратко рассмотрены нами в [12].

Труды Аристотеля как по отдельным наукам, так и собственно по философии есть во многих отношениях вершина того, чего достигла античность, и психология не представляет в этом отношении исключения. В контексте нашего изложения важно подчеркнуть, что именно у Аристотеля впервые вводится и получает обоснование ряд хотя и взаимосвязанных, но все же разных понятий функциональной, структурно-уровневой и даже (хотя и в очень специфическом смысле!) генетической психологии, причем все это на такой широкой философской основе, которую мы не находим ни у одного другого автора вплоть до современности.

Психология в изложении Аристотеля настолько тесно переплетается с другими сторонами его учения, что невозможно показать истинную природу психологического учения Аристотеля вне более широкого научного, философского и культурного контекста.

Если единая, нерасчлененная наука античности в значительной мере еще слита с философией, то Аристотель делает очень важный шаг в сторону их дифференциации. Философия у Аристотеля разделяется на теоретическую (математика, физика, психология), практическую (этика, политика, экономика) и поэтическую. С современной точки зрения такая, сохранившаяся лишь частично, классификация еще явно несет на себе отпечаток первичной нерасчлененности, однако тенденции к отделению науки от философии налицо и при анализе уже собственно философской проблематики. В отличие от Платона, у которого логика, диалектика и психология еще составляют единство, у Аристотеля они отчетливо обретают признаки самостоятельности.

Непосредственно соприкасающимися с психологией областями собственно философии были для Аристотеля метафизика и ло-

гика. Метафизика — то, что изучается после физики (учения о природе), но в то же время это есть свод некоторых общих принципов, фактически основа философии как таковой. Логика у Аристотеля (в его трудах — аналитика, самый термин «логика» появится лишь у стоиков) — это учение об основных логических законах, понятии, суждении, доказательстве и опровержении, применяемых при этом методах, основа всякого научного знания, главное орудие познания, его «органон».

Дифференцируя задачи смежных с психологией областей, Аристотель тем самым идет и по пути выделения специфических особенностей психологии. Он излагает учение о психике, опираясь на все достижения античной науки и философии: так, в книге I трактата «О душе» тщательно проанализированы предшествующие учения о психике. Однако в отличие от предшествующих психологических учений, имевших либо натурфилософский (милетская школа, элеаты), либо этический (софисты, Сократ) характер, психология у Аристотеля имеет своим основанием главным образом биологию, поэтому противопоставление души телу, столь характерное для его учителя, совершенно чуждо Аристотелю. Вместе с тем подход Аристотеля к психике не следует понимать очень ограничительно, поскольку он ясно различал разные аспекты анализа: гнев, например, есть «кипение околосердечной крови или жара», но вместе с тем он обусловлен «стремлением отплатить за обиду или что-либо в этом роде» [4, с. 374]. Одно дело — «указание на материю», другое — «на форму и разумное основание».

Однако главная историческая заслуга Аристотеля — не в том, что он первым исследовал целый ряд психологических проблем, например вопрос о природе познавательных процессов, в частности ощущений, представлений, памяти, мышления, ассоциаций и т. д. Аристотель был первым философом, пытавшимся создать систему психологии. Несмотря на то что взгляды Аристотеля не поднимаются над достигнутым античной наукой уровнем естественнонаучных знаний, очень низким с современной точки зрения¹, они поражают глубиной методологического анализа и проникновением в существо рассматриваемых проблем.

Задачу построения именно такого рода системы Аристотель осуществил главным образом в трактате «О душе», хотя отдельные тонкие наблюдения и глубокие замечания о существе психического и законах его функционирования разбросаны как во мно-

¹ Как указывает крупный знаток трудов великого Стагирита В. П. Зубов, Аристотель «еще ничего не знал о функциях нервной системы, почти ничего — о мышцах, которые объединялись у него термином «мясо»; он неверно представлял себе функции головного мозга, который, по его словам, лишен крови и не является органом мышления (несмотря на то что уже двумя столетиями раньше Алкмеон правильно представлял себе назначение мозга), а служит для того, чтобы охлаждать средоточие душевной деятельности — сердце» [7, с. 176].

гих его сочинениях, не имеющих специальной психологической направленности («Риторика», «Никомахова этика» и др.), так и в ряде небольших, но очень глубоких работ («Об ощущении», «О памяти и воспоминании», «О сне», «О сновидениях»), специально посвященных психологической проблематике.

Трактат «О душе» не вызывает сомнений в авторстве Аристотеля, хотя некоторые исследователи все же не столь категоричны в отношении 3-й части, из-за ряда ее положений, близких платонизму. Время написания этого трактата — период преподавания Аристотеля в афинском Ликее (335—323 гг. до н. э.). При всей трудности датировки считается, что «De anima» написана после логических и этических трактатов Аристотеля, после «Физики», но до «Метафизики» и — что, пожалуй, еще важнее — после «Категорий». В то же время прочие психологические трактаты, а также трактаты по биологии («О дыхании», «О происхождении животных») написаны после «De anima», поскольку в них имеются ссылки на это сочинение.

На основании текста трудно дать точное определение того, что для Аристотеля есть «душа», но это понятие, без сомнения, многозначно. Определение, даваемое в самом начале трактата «душа как бы начало живых существ», — не более как намек. Вся книга I трактата есть критический анализ предшествовавших взглядов на природу души и вместе с тем «исчерпывание» ее отрицательных определений, постепенное сужение круга возможного. Аристотель доказывает, что душа не конгломерат элементов, не движение, не число, не гармония, не пропорция, не дыхание, ее нельзя делить, душа вообще не имеет аналогии во вне и т. п. Только в начале книги II говорится, что «необходимо душу признать сущностью, своего рода формой естественного тела, потенциально одаренного жизнью. Сущность же есть осуществление (энтелехия)², таким образом душа есть завершение такого тела» [4, с. 394—395].

Необходимый для такого анализа понятийный аппарат — ощущение, восприятие, образ, мышление и т. д. — выводится, как и в доаристотелевской философии, из более общих понятий, категорий; однако у Аристотеля такого рода вывод доведен до такой степени законченности и совершенства, которой не было до него. В этом смысле психология у Аристотеля представляет собой раздел гносеологии; уже приведенное выше замечание Аристотеля об эмоции гнева нельзя понять без раскрытия содержания понятий «материя», «форма», «разумное основание».

Анализ понятия души связан у Аристотеля прежде всего с учением о категориях, которое есть для него промежуточное звено между логикой и метафизикой. Помимо категорий (сущности, отношения, места, времени, качества, количества, действия, страдания, обладания и положения), Аристотель вводит ряд понятий,

² От греческих слов telos — цель, echein — иметь.

которые по своему содержанию сближаются с категориями и вместе с тем оказываются необходимыми в анализе понятия «души». Прежде всего это касается понятий материи и формы. Материя и форма в единстве составляют действительность, субстанцию, сдвиг, в котором воплощено и всеобщее. Форма не есть нечто внешнее по отношению к материи, а внутренне ей присуща, форма есть действительность того, чем потенциально является материя (мрамор — статуя). То, что в одном акте познания выступает как материя, в другом может рассматриваться как форма; переходы между ними диалектичны. В процессе познания материя — это пассивное начало, возможность стать чем-то, форма же есть результат движения, изменения.

Понятие формы у Аристотеля глубоко отличается от аналогичного понятия у Платона. У Платона форма (идея, эйдос) есть истинно сущее, прообраз изменчивых индивидуальных явлений, некое оторгнутое от реальности идеальное начало. У Аристотеля форма — это как и то, что делает вещь определенной (*causa formalis*), так и цель процесса становления (*causa finalis*). Все психические образования — чувственный образ, представление, знаменитая платоновская метафора памяти (отпечаток перстня на воске) — это тоже формы. Поскольку одним из лейтмотивов всей системы взглядов Аристотеля является имманентность общего (формы) конкретному (вещам), то он постулирует и соответствие чувственного и мысленного содержания. Понятия — это чистые формы, мыслимые независимо от материи. Как и у Платона, здесь понятия не просто субъективное: поскольку человек с их помощью постигает неизменную сущность вещей, они есть и выражение этой сущности, адекватное объективным формам вещей.

Уже здесь Аристотель выделяет различные уровни формы: 1) внешняя конфигурация вещи; 2) движение (включая качественное изменение); 3) осуществление цели (энтелехия). Каждый следующий уровень есть все большее приближение к сущности и необходимости. Вместе с тем Аристотель указывает, что познание и деятельность идут противоположными путями: познание вещей направляется от внешней конфигурации к движению и от него — к цели, имманентной форме; деятельность же начинается с цели, осуществляется через движение и определяет конфигурацию. Поэтому имманентная природе цель — это для Аристотеля высшее понятие, оно является последним для нашего познания и первым в самих вещах.

Подобно другим античным мыслителям, Аристотель различает чувственное и разумное познание. В основе чувственного познания лежит ощущение, поэтому Аристотель отводит анализу ощущений очень важную роль. Ощущение есть известное движение (наверное, следовало бы говорить о процессе), источник которого находится вне данного органа чувств. Наряду с фиксацией вторичности ощущения по отношению к объекту и его роли как

начального звена процесса познания, Аристотель подчеркивает, что ощущение — форма всего ощущаемого, т. е. конечный абстрактный продукт отражения. Именно в этой связи Аристотель проводит разграничение между ощущением и «ощущающим началом»: последнее не есть действующая сила, а только способность, потенциальное, предпосылка ощущения. Для Аристотеля ощущение есть восприятие чувственных форм без материи. На основе ощущений человек запечатлевает предметы, имеющие цвет, вкус, звук, но не как отдельные вещи, а как нечто имеющее качество. Ощущаемое есть пространственная величина, но ни способность ощущать, ни самое ощущение не есть величина пространственная. Возвращаясь к знаменитому сравнению, Аристотель писал, что, подобно тому как отпечаток золотого перстня на воске не есть золото, так и в душе имеется не камень, а лишь образ камня.

Уже в отношении работы органов чувств Аристотель постулирует определенную иерархию с точки зрения той роли, которую эти органы играют в деятельности человека и в процессе познания. Основой, точнее говоря, образцом для остальных органов является осязание. В данной связи следует особо подчеркнуть, что современные данные о развитии функции зрения и ее распаде в случаях патологии в общем подтверждают эту точку зрения (8). Занимающие иерархически более высокое место органы чувств обладают по отношению к базовым еще и определенным своеобразием, иначе говоря, более высокий уровень есть и более специфический. Высший орган чувств, по Аристотелю, это слух, поскольку он связан с восприятием речи. С этой иерархией органов чувств связана также чрезвычайно интересная идея «посредников», которые наиболее совершенны у слуха и у зрения. Как известно, идея опосредования психических функций человека лежит и в основе теории культурно-исторического развития Л. С. Выготского; правда, положения этой теории обратны тем, которые отстаивал Аристотель. По Аристотелю, иерархически более высокому уровню соответствует непосредственность воздействия: зрение нуждается в свете, и поэтому оно ниже слуха. У низших органов чувств — осязания и вкуса — посредником служит лишь собственное тело.

Несомненно, что при установлении существа ощущений Аристотель делает акцент именно на динамике качественных состояний души. Поэтому у Аристотеля нет сколько-нибудь явного разграничения ощущений и восприятий, которые, с современной точки зрения, отличаются именно структурными характеристиками (хотя на это важнейшее обстоятельство есть указания уже у Демокрита). Но выделение качественных состояний души есть лишь первый шаг в психологическом анализе Аристотеля; последующие представляют собой установление уровневой структуры психики и природы сознания. Переход осуществляется через определение существа продуктов психической деятельности.

Если ощущения представляют собой первое звено познания, то конечное его звено составляют знания. Переходом от одного к другому является процесс научения, процесс выработки знания. Как отмечает Аристотель в «Первой аналитике», мы можем всему научиться либо с помощью силлогизма, либо путем индукции. Принципы или начала разума, т. е. отправные пункты, с которых начинается всякое знание, берут свое начало в предметах восприятия, затем они расширяются в ходе накопления опыта. Когда человек от незнания переходит к знанию, он меняет свое состояние; когда человек применяет уже имеющиеся у него знания, его состояние не меняется. Анализ процесса научения приводит Аристотеля к проблемам обобщенного знания, знанию принципов, основ самого познания; последнее, по Аристотелю, есть область деятельного разума, т. е. высшей ступени в создаваемой им иерархии онтологических и гносеологических структур (на этих вопросах мы остановимся ниже).

Само собой понятно, что Аристотель еще очень мало мог сказать относительно того, как возникает общее знание, каков генезис понятий или принципов, каким образом человек от единичного переходит ко всеобщему. Как известно, Платон решил этот вопрос так, что реальные человеческие знания есть неполное, несовершенное отражение того совершенного знания, которое душа имела в ее доземном существовании. Аристотель решает этот вопрос, указывая, с одной стороны, на накопление и расширение опыта, что, естественно, связано с привлечением понятия ассоциации. Поэтому представления Аристотеля о процессе научения мало отличаются от всего того, что писалось в трудах по психологии (особенно в рамках эмпиризма и ассоцианизма — Д. Локк, Ф. Гальтон) вплоть до начала XX в. С другой стороны, Аристотель всегда указывает на имманентность понятий — вещам, на внутреннее единство онтологического и гносеологического аспектов познания³, на единство общего и единичного, на диалектическое их взаимопроникновение. В течение жизни человека постоянно имеет место процесс расчленения и дифференциации его индивидуального опыта на восприятия и представления; этот процесс есть вместе с тем и предустановленное выделение принципов: так, если воспринимается единичное, то само восприятие относится ко всеобщему.

Пронизывающая труды Аристотеля идея взаимообусловленности внешнего и внутреннего по своему существу динамична. По

³ Это свойственное взглядам Аристотеля единство онтологического и гносеологического всегда вызывало внутренний протест у представителей идеалистической философии. Н. Гартман [16], например, стремится выделить в аристотелевской уровневой системе психического именно онтологическое содержание (ontologisches Gedankengut). Поэтому он ставит вопрос в исключительно односторонней форме: благодаря чему в учении Аристотеля «слои» (Schichten) души есть вместе с тем и онтологические слои — Seinschichten?

какова эта динамичность? Аристотель, как и вообще античные мыслители, по-видимому, еще не знал идеи развития как такового в его современном понимании. Идея развития фактически замещается у Аристотеля идеей закономерного изменения единой системы, включающей как реальные вещи, так и отражающую их душу. Это изменение разворачивается по нескольким сходящимся где-то на высшем уровне линиям: движение формы как таковой от неоформленной, неопределенной материи к «чистой форме», «форме форм», идентичной богу; движение органически обусловленных структур от вегетативной души, животной души, наделенной ощущением и способностью перемещения в пространстве, к разумной душе, чему соответствуют и уровни форм познания — мнение, пассивный разум и активный разум; наконец, та динамика, которая возникает при установлении соответствия между вещами и знанием о них: форма, движение, энтелехия и имманентная самой себе цель, опять же форма форм, бог.

Эта схема детерминации была бы слишком жесткой и неадекватной, если бы не еще одно дополнение, придающее системе понятий Аристотеля особую гибкость. Дело в том, что в полное определение вещи (в максимально широком значении — как объективной реальности) входит раскрытие не только ее сущности, но и акциденций — того, что с ней может случиться⁴. С понятием акциденции у Аристотеля связано и понятие возможности, или потенциального бытия. Возможное — это то, что может реализоваться в действительности; однако то, что обладает способностью существовать может и не иметь актуального существования, «так как сущее в возможности может и не быть <в действительности>» [3, с. 307]. Для Аристотеля переход от потенциального бытия к актуальному предрешен (из огня огонь, из зерна пшеницы — пшеница). Каждая «природа» реализуется по определенному закону («естественное»), «вероятное» — то, что случается по большей части и не просто то, что случается, а что в пределах возможного может случиться и ипаче). «Случайное», по Аристотелю, имеет место там, где причина (или закон) не определена; кроме того, случайное предполагает предварительный выбор цели и может быть определено как нечто, не входившее в намерения человека. Возможное и случайное объединяются в понятии допустимого бытия.

Принцип иерархически построенной структуры (системы, здесь различие этих терминов несущественно) выдерживается Аристотелем не только при анализе основных понятий психологии, но и непосредственно при анализе явлений психического; как мы подчеркивали, между этими двумя разделами учения Аристо-

⁴ Лат. accidere — «приключаться». В греческом это значение жестко: то, что встретилось по пути и пошло с предметом, стало его принадлежностью; в латинском это значение ослаблено: что-то присоединяется к предмету, но не прочно.

тели существует неразрывная связь. Но в анализе собственно психического сильнее всего проявляется Аристотель-биолог: здесь на первый план выступает параллелизм ступеням органического. Человек, по Аристотелю, обладает растительной, животной и разумной душой. Первые две не только сосуществуют, но в известной мере вторая представляет собой продолжение первой; в то же время в отношении разумной души нет никакого сомнения в том, что она не возникает из растительной и животной, а «придается» им извне. Наряду с этим по существу геологическим тезисом очень важна мысль Аристотеля о том, что под влиянием разумной души растительная и животная «облагораживаются»; в результате животная страсть трансформируется в целенаправленную человеческую деятельность. Единство бессмертной разумной души и ее нижних уровней оставалось для него проблемой⁵.

Как и Платон, Аристотель постулирует трехступенчатое строение души, но сходство здесь больше внешнее, отдельные уровни души понимаются совсем по-разному. Это различие налицо и в изложении отдельных, частных проблем. Так, вся область аффектов, эмоционально приемлемого и неприемлемого связывается у Платона преимущественно с низшим уровнем, у Аристотеля — с высшим. Но главное различие обоих философов здесь состоит в том, что у Аристотеля идея уровней составляет неотъемлемую часть его системных представлений, а не есть самодовлеющий принцип, как у Платона. По-видимому, для Аристотеля было очень важным соблности гармоническое равновесие между акцентом на единстве души в целом и своеобразии каждого отдельного ее уровня, это стремление иногда настолько сильно, что функциональные различия между целым и его частями сходят в изложении Аристотеля на нет.

Идеалистическая философия всегда стремилась рассматривать иерархию уровней психического в учении Аристотеля как непрерывное восхождение от недоступной познанию (в терминологии Н. Гартмана, *unfassbar und undenkbar*) «первичной материи» к «духу», божественному, т. е. как проявление телеологизма, односторонней зависимости низших уровней от высших. В действительности никому не удалось доказать, что Аристотель придерживался этой схемы и она, безусловно, не отражает его взглядов: во-первых, высший уровень воспринимается как нечто чужеродное всей системе, а во-вторых, в этой системе нет столь желаемой идеализмом односторонней зависимости; у Аристотеля высшие уровни в свою очередь определяются низшими и зависимость эта обратима, без оттенка какой-либо телеологичности.

Анализируя эту часть учения Аристотеля, Н. Гартман [16] видит паличие психологического содержания лишь во втором «слое» и считает, что первый и третий выходят за рамки психического. С этим мнением нельзя согласиться.

Несмотря на то что на вершине своей иерархии структурных уровней Аристотель отводит место божеству как всеобщей побудительной причине и первооснове психического, было бы ошибкой считать позицию Аристотеля в целом идеалистической. Общую материалистическую ее направленность отчетливо рассмотрели те, для кого эта позиция оказалась неприемлемой. Так, Н. Гартман [16] говорит о том, что в указанной иерархии имплицитно содержится самая нижняя, базовая, ступень — уровень физической природы. Материалистическая направленность взглядов Аристотеля также отчетливо проявляется при их детальном сопоставлении со взглядами других философов, в частности Плотина.

К числу основных характеристик психического, по Аристотелю, относятся, во-первых, взаимосвязь уровней (кроме, по-видимому, самого высшего), базирование более высоких уровней на нижерасположенных; во-вторых, диалектическая взаимосвязь уровней: каждый уровень обладает известной автономией и вместе с тем до конца может быть понят лишь в его связи с другими уровнями. В третьих, хотя психология у Аристотеля тесно связана с остальными сторонами его учения, она не копирует космологии, что нередко имело место в учениях более раннего (натурфилософского) периода развития античной философии; в этом, быть может, впервые выразилась тенденция очертить контуры психологии как самостоятельной науки.

Мы полагаем, Н. Гартман [16] не прав, обвиняя Аристотеля в том, что предлагаемая им иерархическая структура психики не соответствует его учению о форме и материи. Ни форма, ни материя сами по себе, как подчеркивает Н. Гартман, не завершены, у Аристотеля лишь единичное, конкретное обладает полным бытием и потому есть само для себя существующее. Но Гартман критикует Аристотеля так, как если бы тот специально строил онтологическую концепцию и притом в XX в. Кроме того, давая описание иерархии уровней души, Аристотель всегда стремится не только к выделению и ограничению области психического, но и к сохранению внутреннего единства этой области. Так, рассматривая восприятие, Аристотель отмечает как его обусловленность внешними предметами, так и то, что восприятие вызывает соответствующее стремление. Эти общие механизмы действительны для всех уровней, но на каждом уровне они реализуются по-разному. На низших уровнях предмет и вызываемое им стремление слиты; связь восприятия и стремления теснее всего для низших, аморфных модальностей, вкуса и осязания, но более высокие модальности относительно свободны от жесткой зависимости. При этом постоянно подчеркивается главное для Аристотеля положение о душе как направляющем и организующем принципе человеческого поведения: питает не пища, а душа, душа же лежит в основе репродукирования.

Н. Гартман прав, когда говорит о том, что в принципе выс-

них уровней могло быть и иное число и сами они могли бы быть иными. Но для Аристотеля важен в первую очередь самый принцип иерархии уровней: «Nur auf das Grundsätzliche der ganzen Reihe kommt es an» [16, с. 22]. Поэтому и Н. Гартман тут же должен признать, что уровни у Аристотеля — это не «слои» (Schichten) в онтологическом смысле, не формы бытия, да и самая телеология есть скорее всего лишь ранговое упорядочение структур. Все это справедливо в особенности для среднего уровня, психологически наиболее насыщенного.

Уже в качестве производных этого общего структурно-уровневого принципа выступают у Аристотеля и первая (растительная и собственно обеспечивающая существование) душа, и вторая — «воспринимающая и стремящаяся» душа. Если у Платона познание имеет место на всех трех уровнях и различия между ними носят в конечном итоге структурный характер, то у Аристотеля на первый план выступает функциональная дифференциация уровней. Определение души как энтелехия физической организации тела относится у Аристотеля, по-видимому, лишь к нижней части (уровню) души, не затрагивая высших, которым уже свойственны активные побуждения, не укладывающиеся в понятие энтелехия. Последнее не отменяет ее роли как общей предпосылки психического, но если на низших уровнях энтелехия выступает как действующий принцип, воплощенный в самом строении объекта, то на высших уровнях — лишь как организующий, упорядочивающий принцип (потому высшие функции не имеют телесно-витального характера). Высший уровень расчленился далее на активный и пассивный дух, показывая этим наличие все менее резких границ по мере продвижения вверх, внутри среднего уровня — основное различие между восприятием и витальными функциями.

Говоря о низшем уровне — витальной, вегетативной душе, Аристотель усматривал формообразующее начало в питании, переработке пищи; первый уровень всей душевной деятельности есть поэтому то, что питает, что вызывает и поддерживает этот процесс, и с этого начинается вся внутренняя трансформация в организме. В рамках того же вегетативного уровня над питанием надстраивается функция размножения — репродуцирования всего организма. Таким образом, воспроизводство — основа первого уровня души.

Во второй книге «О душе» Аристотель ставит чрезвычайной важности проблему (в полной мере исследованную только современной когнитивной психологией, см. [13]) — определенности и неопределенности как детерминантов познания. Эту проблему Аристотель стремится решать путем установления функций каждого уровня души. Каждый орган чувств дает душе совершенно определенное, ни с чем не смешиваемое содержание, то, чего нельзя воспринять с помощью других органов, и, следовательно, не может вводить в заблуждение. Уже на этом уровне происходит

расщепление воспринимаемого, поскольку, помимо специфических качеств, доступных какому-то одному чувству (цвета — зрению, звуков — слуху), существуют качества, доступные всем чувствам в одинаковой степени — общие качества, такие, как движение, покой, число, фигура, величина. Отсюда идет ставшее традиционным для всей истории философии и психологии разделение качеств на первичные и вторичные (Г. Галилей, Р. Декарт, Д. Локк; этому делению, как известно, уделялось много внимания в XVII—XVIII вв., в период противопоставления эмпиризма — рационализму, а позднее уже в XIX в. — оно налицо в работах К. Вернике). Однако Аристотель сводит общие качества к одному общему основанию — движению и тем предвосхищает интегративные психологические учения конца XIX — начала XX в.

Движение у Аристотеля — не иллюзорное, не только в мысли, это — не только динамика формы — но реальное; это — внутренняя пружина мироздания. Движение начинается с вечного и равномерного движения небесного свода и кончается движением земных вещей. Но движение есть и органическое развитие, в котором отчетливо выступают уровни: низший уровень — вегетативный, средний — связанный с ощущениями и движениями, и высший, где налицо мыслящий разум. В отношении души понятие движения предстает в разных своих аспектах: в широком значении — как видоизменение чувствующего органа под воздействием извне и в то же время в более узком значении — как основа общих качеств и, следовательно, того особого внутреннего психологического механизма, который выводит процесс познания за рамки непосредственно (чувственно) воспринимаемого.

Безусловно важное для Аристотеля разграничение общих и специфических качеств диалектично прежде всего в том смысле, что, оставаясь, в принципе, в существе самим собой, меняет свое содержание на каждом уровне познания и соответственно изменяет содержание каждого из этих понятий. Уже при познании специфических качеств возникает потенциальная возможность ошибок, которые вместе с тем знаменуют собой и усложнение этого процесса; характерно, что Аристотель имеет в виду не столько нарушения работы органов чувств, сколько ошибки, проистекающие из работы самого механизма ощущений (как бы мы теперь сказали, систематические ошибки). Уже на этом уровне познания возможно объединение различных качеств, например сладкого и цвета. Это само собой ведет к понятию ассоциации (хотя самый термин применяется далеко не во всех случаях). При отсутствии совпадения может реализоваться случайная связь (не сын Клеона, а то, что он белый: белому случайно присуще, что он сын Клеона [4, с. 424]). Но главное в том, что с этого пункта начинается развертывание цепи рассуждений, далеко выводящих за рамки специфики ощущений: в опыте индивида возможно совпадение желтого и горечи (желчь), но ни

один орган чувств, взятый отдельно, не сможет нам засвидетельствовать, что эти два качества составляют единство. Ощущение движения (поскольку оно не случайно) и выводимые из него общие качества имеют принципиально разную природу, поэтому общим качествам не соответствует ни один орган чувств.

Дальнейший логико-гносеологический анализ приводит Аристотеля к заключению, что наряду с механизмом ассоциации следует признать наличие способности различения, самой себе тождественной: поскольку невозможно различить с помощью отдельных чувств, что сладкое есть нечто отличное от белого, постольку, по Аристотелю, необходимо, чтобы «нечто единое засвидетельствовало эти различия» [4, с. 424—425].

Не случайно одним из самых сложных во всей психологии Аристотеля является вопрос об «общем чувстве»; по существу — это и вопрос о сознании и самосознании как интегративных уровнях психического. В трактате «О душе» имеется аналогия между «общим чувством» и осязанием. В то время как другие ощущения дифференцируются на противоположные пары (белого и черного, высокого и низкого тона и т. д.), осязательные ощущения многообразны. Осязание не есть отдельное ощущение, а совокупность, конгломерат многих; осязание, по Аристотелю, можно обозначить как «первичное», т. е., во-первых, существующее независимо от других ощущений, и, во-вторых, являющееся общим условием всякого восприятия — чувство. С позиций современной психофизиологии анализаторов этот тезис Аристотеля имплицитно содержит в себе две разные проблемы: с одной стороны, — проблему развития дистантрецепторов из контактрецепторов (И. Шеррингтон) и проблему межуровневой интеграции психических функций — с другой. Последняя на протяжении истории психологии ставилась и формулировалась неоднократно — «неосознанные умозаключения» Г. Гельмгольца [17], «перцептивная готовность» Дж. Брунера [14], «вторичное восприятие» современной когнитивной психологии [13]; но Аристотель не только поставил эту проблему, но и, как было указано, правильно наметил контуры лежащей в ее основе собственно психологической структуры.

Свойственный исключительно человеку высший уровень описывается и анализируется Аристотелем в третьей книге трактата «О душе». Разумная душа перерабатывает впечатления, которые были восприняты на нижестоящей ступени, и характеризуется размышлением и выдвиганием гипотез. На этом высшем уровне вводится ряд подразделений, также по-существу образующих иерархию: здесь рассматриваются мнение, знание, индукция и высшее мышление, мышление собственно разумное. Основное деление здесь — на пассивный и активный разум.

Одна из основных функций разумной души — различение, хотя последнее имеет место и на предшествующем уровне. Но, как уже отмечалось выше, Аристотель оперирует и чрезвычайно важным, с нашей точки зрения, понятием «облагораживания».

Это значит, что функция различения, идущая от разума, сверху, проникает в собственно восприятие и даже до более глубоких слоев. Эта свойственная более высоким уровням способность в функциональном плане конституирует широкую область представлений (в терминологии Аристотеля — фантазий), причем, так же как много столетий спустя это делал Гегель, Аристотель выделяет свойство последних быть относительно независимыми от восприятий. Но здесь надо подчеркнуть именно относительность этого положения. Представления относятся к пассивному разуму, к этой же рубрике Аристотель относит и суждения — и это только вследствие их связи, пусть отдаленной, но все же реальной, с восприятиями.

Низшая форма разума есть мнение, имеющее в основе своей умозаключение, суждение, которые могут быть и истинными и ложными. Мнение связано с познанием чувственно воспринимаемых явлений, которые не имеют ни определения, ни доказательств и на которые не распространяются законы как выражение необходимости. В отличие от мнения и выше его внутри иерархической организации располагается знание, научное знание. От восприятия оно отличается тем, что его предметом является всеобщее и необходимое, а не единичное и случайное, а от мнения — что оно всегда истинно.

Над низшим разумом надстраивается высший, активный. Основная функция активного духа — не столько мышление, сколько внутреннее, априорно-интуитивное категориальное конструирование. Высший уровень выпадает из всей системы: Аристотель, поскольку он стоял перед необходимостью логически завершить свою систему, вынужден был постулировать для высшего разума бессмертие. Это была цена, которую следовало заплатить за то, чтобы довести до логического конца систему и динамику форм бытия и познания. Высший, божественный, разум — неподвижный, замкнутый в себе, самодовлеющий есть вместе с тем и источник всякого движения, форма форм, т. е. конечное звено цепи, всеобщая детерминанта. Бог у Аристотеля есть, таким образом, издержки логики, необходимости закончить систему. Большинство философов, изучавших впоследствии наследие Аристотеля, как правило, критически относились к этой части его учения, указывая на отсутствие внутренней связи между высшим разумом и остальными уровнями психического.

Построенная таким образом концепция психического имеет — в полном соответствии с общей направленностью психологии у Аристотеля — в основном биологические предпосылки. Но одновременно идет и совсем иная линия собственно психологического анализа: подходя к проблеме сознания, Аристотель рассматривает его так же как иерархическую структуру, но уже совершенно иную по своему строению. В плане характеристики самого анализа — это третий шаг после анализа состояний и биологически обусловленной дискретной уровневой структуры к конти-

нуальной организации самого сознания. Общая сенсуалистическая и материалистическая направленность учения Аристотеля проявляется здесь в том, что анализ сознания опирается прежде всего на закономерности чувственного опыта. При этом, правда, необходимой оказывается более углубленная проработка таких понятий, как время и движение. Следовательно, эта ступень анализа непосредственно смыкается с категориальным анализом и в какой-то мере уже не основывается на биологии.

С наибольшей отчетливостью стремление проследить структуру сознания и ее динамику выступает при анализе памяти и воспоминания. В своем учении о памяти Аристотель прежде всего выдвигает тезис о специфическом объекте памяти; тем самым он устанавливает различие понятий памяти и воспоминания, с одной стороны, и связь их с понятием времени — с другой: объектом наших надежд является будущее, ощущений и восприятий — настоящее, объектом памяти — прошлое. Память проявляется и в знаниях, взятых безотносительно к этому специфическому объекту; таково знание, например, что сумма углов треугольника равна двум прямым; это, однако, — особый случай, обусловленный тем, что содержание здесь может быть схвачено лишь на высшем уровне разумного познания.

Как нельзя мыслить вне понятий протяженности и длительности, так и память, по Аристотелю, связана с абстрактным мышлением лишь косвенно, через образ. Далее, из факта непосредственной связи памяти с отсчетом времени, естественно, вытекает и столь же непосредственная связь памяти и движения, ибо, как подчеркивал Аристотель в других трактатах, самое время есть лишь свойство движения, благодаря которому последнее становится доступным для измерения. Измеряет же только «душа, которая считает». Связь памяти с движением выявляет то общее и то различное, что есть у памяти и ощущения. «Ощущение (происходит) от внешних предметов, а припоминание из души, (направляясь) к движениям или остаткам их в органах чувств» [4, с. 386]. Но движение, связанное с припоминанием, оставляет в душе, подобно ощущению, некоторый след, который есть в конечном итоге «реализация того же общего принципа чувствительности, благодаря которому мы воспринимаем и понятие времени» [20, р. 120].

Как мы уже отмечали, противопоставление памяти воспоминанию не случайно, а имеет определенное значение. Воспоминание есть возвращение ранее бывшего знания, ощущения или того состояния, которое было связано с ними, — возвращение, обусловленное поиском, усилием, которые делает наш разум; собственно память следует уже за воспоминанием. Как и в отношении собственно памяти, так и в отношении воспоминания, Аристотель акцентирует роль движения, но уже не в связи с ощущением, а в связи со свойством движений закономерно переходить от одного к другому, образуя привычные последовательности.

«Поэтому наиболее легкими для воспоминания являются вещи, находящиеся в определенном порядке, как, например, в математике» [20, р. 66]. Отсюда, естественно,— один шаг до формулировки ассоциативных закономерностей. Аристотель замечает при этом, что связи, помогающие воспоминанию, нередко бывают и весьма причудливыми, но (что, по-видимому, гораздо важнее) самый принцип связи есть только некоторое «предложение» нашему разуму: так, если мы вспоминаем букву С в ряду А, В, С, D, Е, то после этого мы можем вспоминать как D, так и Е. Хуже всего мы вспоминаем имена, ибо они не образуют наблюдаемых последовательностей.

Продолжая обособление воспоминания от памяти, Аристотель вновь возвращается к вопросу о связи их с понятием времени. Для воспоминания, по-видимому, уже недостаточно простого соотнесения с прошедшим, для него необходимо сравнение между собой различных отрезков времени. Хотя само точное соотнесение прошлого события с определенным моментом времени и не обязательно, возможность создания разумом «временного масштаба» выводится Аристотелем из очевидной способности его мыслить одни и те же предметы в пространстве разными по их объему и соотнести эти объемы с удалением самих предметов.

И, наконец, самое важное отличие воспоминания от памяти состоит в том, что воспоминание есть своего рода рассуждение и как таковое есть принадлежность исключительно человека. Воспоминание есть как раз рассуждение о том, как мы что-то ощущали, воспринимали или знали, это есть определенный поиск и, следовательно, обусловленный волей акт мышления — силлогизм.

Поскольку мы часто наблюдаем, как этот поиск приобретает форму внешнего движения, мы можем сказать также, что воспоминания, хотя бы частично, обусловлены биологически, телесно. Однако имеется и одна объединяющая и в известной мере выходящая за рамки биологии предпосылка психических процессов. Как вообще возможно что-то вспомнить, если связанная с этим психическая деятельность происходит в настоящем, а ее объект — в прошлом? Что же все-таки есть материал памяти, что мы вспоминаем? Есть ли это то впечатление, которое получает разум или же мы вспоминаем самые предметы? Если это впечатление, то значит, что мы не помним ничего отсутствующего; если же это самые объекты, то каким образом, воспринимая только впечатления, мы возвращаем в сознание объекты, которые не дают нам ощущения?

Принципиальная возможность решения этих вопросов лежит в самой природе сознания, в его диалектической природе. Уже любой акт памяти, согласно Аристотелю, имеет двойственную природу; подобно тому как картина есть и самый предмет, и изображение чего-то иного, отсутствующего, так и память есть и само прошлое впечатление, и его восприятие. Если на картине

Изображено животное, то это есть и животное, и его копия; оставаясь тем, что оно есть, оно в то же время есть и нечто иное. Животное и его копия — объекты неидеитичные, и поэтому мы можем, стоя перед картиной, осознавать ее то как животное, то как картину. Совершенно то же самое, считает Аристотель, мы имеем и в отношении памяти; взятая сама по себе, как продукт нашего сознания — это образ, взятая как указание на нечто иное — это есть копия. Идея самовозвышения познавательного уровня как одной из основных характеристик сознания несомненно (хотя и вне прямой связи с учением Аристотеля) нашла свое продолжение в психологии. Так, по П. Жапе, сознание — не только совокупность регулировочных реакций, но и самоподдерживающийся, и саморазвивающийся процесс, подобный процессу горения. Осознание чего-либо есть более высокий по своему уровню акт, чем тот, к которому он относится. «Прогресс разума (*esprit*), — писал он, — происходит путем последовательных актов сознания (*prises de conscience*), надстраивающихся один над другим» [18, с. 164].

Таким образом, у Аристотеля безусловно намечен выход за рамки собственно биологических предпосылок структурно-уровневой организации психики. В этой связи следует обратиться к пониманию Аристотелем существа искусства. Начало всякого искусства, по Аристотелю, мимезис — образное представление и воспроизведение действительности. Для Аристотеля нет непреходимой грани между искусством и наукой, поскольку искусство также имеет дело с познанием вероятного или необходимого; но искусство познает не отдельные факты, а связи фактов, действий, поступков. Будучи обобщением, искусство, так же как и наука, есть форма познания, но его возможности и методы иные. Как известно, эта мысль была блестяще развита А. А. Потемной, который указывал, что «искусство... стремится свести разнообразные явления к сравнительно небольшому числу знаков или образов и им достигается увеличение важности умственных комплексов, входящих в наше сознание» [10, с. 82 сл.]; в современной психологии близкие взгляды мы находим у Р. Арнхейма [6]. Анализ искусства Аристотелем по существу превосходит психологическую теорию деятельности, поскольку внутренние закономерности познания обусловлены внешними формами ее реализации. Двойная соотнесенность актов самосознания (картина есть и самый предмет, и изображение чего-то иного) обусловлена, по Аристотелю, направленной во вне деятельностью субъекта.

* * *

Проведенное рассмотрение структурно-уровневой концепции психики у Аристотеля имело двойную цель: показать на основе общих его взглядов глубокое содержательное ее отличие от того, с чем имеет дело современная наука; вместе с тем важно было

проследить и преемственность определенных идей, их трансформацию на протяжении всей истории философии и науки. В этой связи мы воспринимаем тезисы Аристотеля о душе и ее иерархическом строении не только в качестве в целом материалистически ориентированного учения и не только как первую научно обоснованную системную концепцию психического, но и как конкретную рабочую психологическую схему, построенную на основе глубокого проникновения в сущность психического и во многом предвосхитившую последующее развитие психологии на более чем два тысячелетия. Особая психологическая интуиция Аристотеля есть прямое следствие его общеметодологического подхода, который не знает резкого противопоставления в качестве разнородных сущностей реальности и познания, подобного тому, какой имеет место в идеалистической философии после Декарта. Всеобщность для него не только мыслится, но и действительно существует, общее существует через единичное и познается через опыт. Нет никакого противоречия между психологией Аристотеля и его учением о материи и форме, если подходить к нему с этой точки зрения. Ведь для Аристотеля «душа» — не абстрактная энтелехия, не отблеск эманации, а, говоря его же словами, «душа есть как бы рука; как рука есть орудие орудий, так и ум ест форма форм...» [4, с. 440].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аристотель*. Аналитики первая и вторая. М., 1952.
2. *Аристотель*. Категории. М., 1939.
3. *Аристотель*. Метафизика.— Соч. в 4-х т., т. 1, 1975.
4. *Аристотель*. О душе.— Соч. в 4-х т., т. 1. М., 1975.
5. *Аристотель*. Риторика. СПб., 1894.
6. *Арнхейм Р.* Искусство и визуальное восприятие. М., 1974.
7. *Зубов В. П.* Аристотель. М., 1963.
8. *Казанский А.* Учение Аристотеля о значении опыта при познании. Одесса, 1891.
9. *Лурия А. Р.* Высшие корковые функции человека. М., МГУ, 1962.
10. *Потебня А. А.* Из записок по теории словесности. Харьков, 1905.
11. *Роговин М. С.* Введение в психологию. М., 1969.
12. *Роговин М. С.* Развитие структурно-уровневого подхода в психологии.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1974. М., 1974, с. 187—230.
13. *Роговин М. С.* Предмет и теоретические основы когнитивной психологии.— В кн.: Зарубежные исследования по психологии познания. М., 1972.
14. *Briner J. S.* On perceptual readiness.— *Psychol. Bull.*, 1957, v. 64, p. 123—139.
15. *Hamelin O.* La théorie de l'intellect d'après Aristote et ses commentateurs (1906). Ouvrage publié avec un introduction par E. Barbotin. Paris, 1953.
16. *Hartmann N.* Die Anfänge des Schichtengedenkens in der Alten Philosophie.— *Abhandl. Preuss. Akad. Wiss.*, Berlin, 1943, Bd 3.
17. *Helmholtz H.* Handbuch der physiologischen Optik. Bd 1—3. Leipzig, 1856—1866.
18. *Janet P.* L'évolution psychologique de la personnalité. Paris, 1929.
19. *Nuyens F.* L'évolution de la psychologie d'Aristote. Louvain, Institut supérieur de philosophie, 1948.
20. *Psychologie d'Aristote*. Trad. on fr. par J. Barthelemy Saint-Hilaire, Paris, 1846.

СИСТЕМНОСТЬ, ГОМЕОСТАЗ И АКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗМА

М. Г. ЯРОШЕВСКИЙ

Как нередко случается в истории мысли, с появлением новых научных концепций меняется видение прошлого. В нем начинают различать идеи, родственные этим концепциям, осмысливают их как предвестники и прообразы. Сказанное относится и к принципу системности.

Речь в данном случае идет, конечно, не о стадиях, через которые проходит рецепция нового знания, когда оно сперва отвергается как несовместимое с существующими воззрениями, а затем наступает период его ассимиляции, происходит переориентация мышления на новый лад и, наконец, раздаются голоса о том, что перед нами всего лишь «хорошо забытое старое». Речь, повторяем, идет не об этом, а об одной из главных антиномий научного прогресса и соответственно исторического познания, а именно об антиномии вариантного и инвариантного в развитии идей, о традициях и новаторстве, о диалектике абсолютного и относительного в постигаемой истине.

Системный подход вовсе не является «терминологической революцией», попыткой представить давних знакомых под новыми именами. Он знаменует важные сдвиги в способах исследования и интерпретации явлений, а иногда и в способах построения научных предметов. Но эта, ставшая тривиальной оценка таит опасность забвения более глубоких, чем выявляемые современной методологической рефлексией, оснований данного научного направления. Если бы системный подход был чем-то прививаемым извне со стороны энтузиастов новых методологических стратегем, цена его была бы невелика. Сами энтузиасты появились в ответ на те изменения, которые претерпел категориальный строй позитивного научного знания. Чувство историзма не должно покидать приверженцев системного движения. Лишь в этом случае они смогут сохранить понимание того, откуда и куда они идут.

Системный подход как методологическая ориентация не был «изобретен» философами. Он зародился в определенный исторический период в силу обстоятельств, достаточно детально рассмотренных в литературе, и реально направлял исследовательскую практику (включая лабораторную, экспериментальную работу) еще до того, как был эксплицирован идеально, в виде набора методологических идеализаций. Более того, известны по-

пытки самих естествоиспытателей вычленили эти идеализации из общего состава предметных научных знаний, выявить его особый (сравнительно с этим составом) идейный статус и даже признать за ним эвристическую роль. Конечно, такие попытки зародились не ранее того, как «системная эвристика» уже успешно использовалась на уровне конкретных, эмпирических исследований. В области биологических наук наиболее интенсивно шла кристаллизация принципа системности как регулятора повседневной лабораторной работы. Поэтому вполне закономерно, что именно биологам принадлежали попытки осмыслить этот принцип на уровне специальной теоретической рефлексии.

Так, Уолтер Кеннон — самый крупный американский физиолог нашего века — выдвинул концепцию о «рабочих принципах» науки, которые он трактовал не как извне заданные логические (или эвристические) нормативы, а как «вычитываемые» из природы самих объектов, в данном случае биологических. Натуралист, оперируя ими, способен обнаружить новые феномены, прийти к важным открытиям. К этим принципам Кеннон относит наряду с причинностью и системность. Причинность предполагает, что за каждым жизненным отклонением стоят производящие его (хотя, быть может, при наличном уровне знаний незримые) естественные, доступные опытному контролю факторы. Что же касается системности, то ее синонимом для Кеннона являлся принцип гомеостаза, согласно которому все происходящее в организме направлено к сохранению стабильного состояния вопреки возмущающим влияниям среды. Рабочий, эвристический смысл этого принципа Кеннон видел в том, что, руководствуясь им, физиолог в любом компоненте и отклонении живой системы усматривает одно из приспособлений, решающих единственную задачу — удержать внутреннюю среду в равновесном состоянии. Такой общий взгляд позволяет делать настоящие открытия.

Под открытием, как явствует из разъяснений Кеннона, можно понимать различные вещи. Иногда, говоря о нем, имеют в виду какой-либо частный феномен типа открытия адреналина как секрета надпочечников или торможения мышечной активности при раздражении определенных нервов или нервных центров. Однако все это скорее предоткрытия, поскольку не выявлена роль установленных фактов в «телесной экономии». В чем смысл выброса адреналина или торможения деятельности мышцы? Только ответив на этот вопрос, можно говорить о подлинном открытии. Ответ же на него способна дать лишь общая системно-гомеостатическая модель. Она позволяет объяснить факты, обнаруживаемые на чисто эмпирическом уровне, а также имеет прогностическую ценность, направляя на поиск еще неизвестных физиологу регуляторов, обеспечивающих устойчивость организма и вступающих в игру при ее нарушении.

Из исследований биологического гомеостаза Кеннон экстрагировал «общие принципы организаций», действительные для

любых «сложных объединений» (систем). «Имеются, указывал он, — общие принципы организации, приложимые в широких масштабах к сложным объединениям сотрудничающих частей» [4, с. 34]. Конкретизируя это положение и охватывая им паряду с биологическими объектами социальные, Кеннон выделяет обширный спектр признаков, характеризующих систему в отличие от «не-системы»: стремление к сохранению стабильности, дифференциацию и интеграцию функций «сотрудничающих частей» с целью решения общей для всей системы задачи, согласование внешних и внутренних отношений, саморегуляцию, обеспечиваемую своевременным поступлением сигналов об отклонениях от «средней позиции» и принятого курса с последующим включением средств восстановления стабильности и др. Сквозь призму этих признаков следует, по Кеннону, изучать как «тело биологическое», так и «тело политическое» (социальное), начиная от элементарной системы, каковой является семья, и до государства.

Такой подход, согласно Кеннону, универсален, но смысл его, как мы видим, истощается идеей гомеостаза, т. е. определенного типа физиологической регуляции, с открытием которого наступила новая эпоха в разработке представлений о «внутренних пружинах» организма. Концепция гомеостаза воплотила принцип системности, который посредством нее внедрялся в мышление натуралистов, исследователей поведения и саморегуляции сложных систем. Его методологическая сила коренилась в преобразовании таких кардинальных категорий, как часть и целое, структура и функция, причина и цель, внешнее и внутреннее. Само же преобразование, повторяем, происходило не по ту сторону конкретно-научной исследовательской практики, а в ее глубинах исходя из модели организма как субстрата гомеостатических регуляций.

Имелись ли у Кеннона предшественники? Первая попытка представить организм как целеустремленное целое принадлежит Аристотелю. Поскольку открытое им с естественнонаучных позиций своеобразие организации и поведения живых организмов получило впоследствии идеалистическую интерпретацию и Аристотелю был присвоен титул родоначальника витализма, необходимо реконструировать аристотелево учение об организме в его исторически достоверном виде. Обратимся к контексту, в котором оно сложилось.

Аристотель, как известно, прошел школу Платона, опиравшегося при истолковании человека не на философию природы, а на задаваемую социумом этику, т. е. область, где действуют нормы, «целевые причины» как регуляторы поведения отдельной особи (организма). Платон распространил свойства морального сознания на всю действительность. Вещи у него стремятся подражать идеям, к ним же устремляются несовершенные человеческие представления, а сами идеи стягиваются к высшей из них идее блага. Детерминизм, различные варианты которого содержа

лись в учениях прежних философов — от Гераклита до Демокрита, был отвергнут во имя телеологии. Гносеологическим истоком такого воззрения послужили реальные свойства человеческого сознания как устройства, ориентированного на еще нереализованные цели. Хотя цели и берутся из внешнего мира, но они вовсе не движут поступками по типу внешних толчков. Вместе с тем «телеология» на уровне сознания отличается от целесообразности отпавлений организма на других уровнях.

Для Платона здесь никаких проблем не существовало: ведь он ставил поведение не только организма, но и неорганических тел в зависимость от внеположных всему материальному регулятивов (идей). В ином направлении продвигалась мысль Аристотеля, учившегося не только по «устным текстам» Платона, но и по книгам ненавистного Платону Демокрита, считавшего, согласно свидетельству древних, что одно причинное объяснение стоит персидского престола. В демокритовой картине образования несчетного множества миров из потоков неделимых и непроницаемых частиц не было места для понятия цели. Организм как скопление атомов считался возникающим и распадающимся в силу действия тех же законов, по которым возникают и исчезают все остальные вещи. Если для Платона прототипом объяснения организма служило человеческое сознание с реально присущей ему социально обусловленной способностью программировать телесные действия индивида, то Демокрит не видел в организмах ничего, кроме сочетаний атомов, возникающих время от времени в общем круговороте природы. Ни у Платона, ни у Демокрита категория организма в качестве самостоятельной не выделялась. Она еще не приобрела своего собственного, одной лишь ей присущего содержания, организм отождествлялся либо с другими природными телами, либо с человеческим мышлением с его способностью к сознательному целеполаганию.

К этому необходимо присоединить следующее существенное обстоятельство. У всех философов до Аристотеля движущим началом вещей считалась душа. Однако, по Демокриту, душа — это легкие и шарообразные атомы огня, одна из разновидностей вещества среди других, к которой равно применим физический закон рассеяния (ведь душа тоже является телесной). Мироззренческое острие этой идеи было направлено против господствующих мифолого-теологических догм. Но в плане естественнонаучном она служила барьером к объяснению реальных системных особенностей живого организма, поскольку снимала с повестки дня проблему организации и устойчивости физических процессов в организме.

Этот барьер перешагнул Аристотель. Он не смог бы выстроить свою модель, не будь предшествующей «дуэли» между Платоном и Демокритом, показавшей применительно к организму недостаточность прежних представлений как о причине, так и о цели. Учтя итоги этой «дуэли» и обобщив огромный опыт античного

естествознания, Аристотель реализовал новый категориальный синтез, который позволил трактовать организм в качестве особой системы, подчиненной телеологии и причинности, но в ином смысле, чем это представлялось ранее.

Живой организм имеет физический субстрат, в нем содержатся те же элементы, из которых состоит неорганическая природа, но в нем действие этих элементов совершается в определенных границах, положенных его особой организацией, которая выступает как целое, определяющее взаимосвязь частей. Организм прекращает свое существование не из-за исчезновения одного из главных элементов (атомов огня, как учил Демокрит), а из-за распада организации. Эту организацию Аристотель обозначил термином «душа», имеющим в его концепции значение, существенно отличное не только от всех предшествующих, но и последующих. Душа для Аристотеля — это форма организации способного к жизни тела. «Необходимо душу признать сущностью, своего рода формой естественного тела, потенциально одаренного жизнью» [1, с. 36]. Смысл этого главного вывода Аристотель стремится раскрыть в трех метафорах — «секира», «глаз», «кормчий». Физическое тело тогда становится секирой, когда производит свойственные ему операции. «В этом и заключается душа» [1, с. 37]. Глаз перестает быть глазом с утратой зрительной функции. «Если бы глаз был живым существом, душой его было бы зрение» [1, с. 37]. И, наконец, «неясно, с точки зрения Аристотеля, не относится ли душа к своему телу как корабельщик к своему судну» [1, с. 37].

Функция органа, деятельность органа, управление движущимся объектом — таковы признаки, на которые следует ориентироваться в поисках природы души. Душа — это операция, деятельность и управление, но не самостоятельное тело среди других, не особое начало, как предполагалось прежде. «Правильно думают те, — продолжает Аристотель, — кому представляется, что душа не может существовать без тела и не является телом» [1, с. 41]. Идеалистические интерпретаторы Аристотеля во все последующие века неизменно ставили ударение на второй части тезиса («душа не является телом»), игнорируя итог аристотелевых размышлений о природе души, итог, который сразу же делал бессмысленными все вопросы о прошлом и будущем души, способах ее соединения с телом и т. п. Тезис «душа не является телом» имел у Аристотеля тот единственный смысл, что она не идентична ни отдельным вещественным элементам, ни их смешению. Поэтому те представления о соотношении этих элементов (проблема части и целого), об их взаимодействии на основе соударения, сцепления и других физических процессов (проблема причинности), их концентрации и рассеяния (проблема упорядоченности), которые неотвратно следовали из презумпции о «вещественности» организма и его души, должны быть заменены другими, более адекватными.

Вместе с тем, не являясь телом, душа не может существовать без него. Смысл этого положения разъясняет приведенные выше метафоры: кусок камня превращается в орудие только в руках того, кто употребляет его с определенной целью, но вместе с тем ставить цель бессмысленно, не обладая средствами к ее достижению; глаз становится органом благодаря выполнению им своей функции, но ничто не может функционировать, не будучи способным к этому. Мы видим, что наряду с проблемами, поставленными у предшествующих философов, но не получившими приемлемого для Аристотеля-биолога решения (часть и целое, причинность, упорядоченность), здесь поставлены новые проблемы, особо важные в плане постижения своеобразия живого — цель и средства, структура и функция. Однако этим не ограничивалось аристотелевское положение о невозможности существования души без тела. Имелся еще один аспект, касающийся уже отношения души не к ее органическому субстрату, а к внешней среде, от которой этот субстрат не отделим.

Преимущество предшествующего материализма определялось тем, что душа, мыслившаяся как разновидность вещества, включалась в круговорот природных стихий и благодаря этому подводилась под общие законы мироздания. Аристотель первым провел демаркационную линию между неорганическим и органическим. Проблема их взаимоотношения тем самым выступила в новом ракурсе. Ведь органические тела построены из тех же элементов, что неорганическая природа, и могут существовать не иначе, как черная в ней вещь, поддерживающее, говоря аристотелевским языком, их «питание и рост». Питание происходит за счет внешнего вещества, которое, однако, поглощается органическим телом принципиально иначе, чем неорганическим, а именно путем целесообразного распределения «в пределах границы и закона». Такой специфический для живого организма способ усвоения внешнего и есть душа в ее самой фундаментальной форме. Таким образом, к обрисованному спектру проблем, связанных с разработкой категории организма, присоединилась еще одна — проблема соотношения внешнего и внутреннего, с признанием первичности внешнего и активности внутреннего.

По образцу «питания» (как мы сказали бы сейчас, ассимиляции веществ) Аристотель попытался представить и другие функции одушевленного тела — сенсорную и интеллектуальную. Здесь сохраняется тот же подход — первичность внешнего и активность внутреннего. В ощущении (сенсорная функция) это выражено в том, что воспринимаются формы предметов без их материи, «подобно тому как воск принимает отпечаток печати без железа и без золота» [1, с. 73].

В отношении сенсорной функции, где непереносимость воздействия физического предмета на орган очевидна, принцип первичности внешнего удавалось провести бескомпромиссно. Однако в отношении способности организма к интеллектуальным актам

ситуация была значительно сложнее. У человека в отличие от животных цель стремлений может выступать не только в форме чувственных образов, но и понятий, которые организм, согласно Аристотелю, усваивает из внешнего по отношению к нему источника. Что же является таковым источником? Ведь объекты интеллектуального познания («усвоения») существенно иные, чем объекты «питания» или ощущения, которые носят «вещный» характер, они находятся за пределами взаимодействия организма с внешним миром, вне природы. Здесь у Аристотеля линия детерминистского, естественнонаучного объяснения обрывалась. Организм оказывался причастным к миру вечных категорий и истин, постигаемых в деятельном состоянии и напоминающих платоновские надзвездные идеи.

Известно, какие контroversы в истории философской мысли породил аристотелевский догмат о «верховном разуме». Мы же в связи с рассмотрением вопроса о том, как у Аристотеля зарождалась новая модель организма, хотим обратить внимание на два обстоятельства: функции организма разграничивались по внешним объектам своей реализации; они истолковывались как неразрывно связанные в последовательном развитии жизнедеятельности.

Перед нами генетический ряд, в котором высшее возникает на основе предшествующего, более элементарного и фундаментального. Живое тело выступало в виде иерархически организованного целого, и эта иерархия имела генетический смысл. Категория организма складывалась в аристотелевском мышлении под воздействием потребности охватить в целостной схеме как предчеловеческие, так и человеческие формы. Но именно последние представляли собой камень преткновения: поведение человека регулируется качественно иным образом, чем поведение животного. Это побудило Аристотеля ввести такую детерминанту, как продукты сверхиндивидуального разума (нуса), исходящие из нематериальной сферы, но оказывающие воздействие на ход телесных процессов. Эти продукты суть нечто «внешнее» по отношению к органическому телу, которому, по Аристотелю, присущ и свой внутренний двигатель. Когда из желудка вырастает дуб, из одной зародышевой клетки — человек, из другой — слон, то объяснить различие в этих процессах развития усвоением внешнего питательного материала невозможно.

До понятия о генетической программе оставалось два с лишним тысячелетия, но принцип направленной реализации (энергея) присущего организму потенциала (динамис) четко сформулирован и выражен в понятии об энтелехии как цели, которая «движет изнутри». Именно этот термин стал трактоваться как главный показатель виталистического стиля биологии Аристотеля.

Следует, однако, различать две ипостаси в аристотелевой «энтелехии», отражающие его общий подход к организму. Уже отмечалось его стремление постичь организм как целое, включающее

все живое — растительное, животное, человеческое. Отсюда возникла и опасность редукции «сверху вниз» — распространения на элементарное тех способов поведения, которые присущи высшему и сложному. Так произошло и с «энтелехией». В этом термине соединились два значения: «программно-генетическое», указывающее на направленность биологического развития, и «мотивационно-целеобразовательное», характерное только для человека. Примером второго (пример Аристотеля) служит творчество скульптора, преобразующего кусок мрамора соответственно замыслу, который движет телесными действиями этого скульптора. Различий между реализацией генетической программы и программы социальной Аристотель не проводил. Обе объединялись термином «энтелехия». И поскольку целенаправленность человеческого поведения известна каждому из его сознательного опыта, а о генетической «развертке» организма никакого позитивного знания не было, телеология живого представлялась по образу и подобию разумного целеполагания. Это и стало опорой последующего витализма.

Итак, категория организма в качестве биологической сложилась впервые у Аристотеля. Причем эта специально-паучная категория имела своей предпосылкой, как мы видим, новый синтез философских категорий — целого и части, причины и цели, структуры и функции, внешнего и внутреннего, цели и средства, возможности и действительности. Воспроизводя своеобразие биологических объектов, Аристотель трактует организм как систему. Она целостна, устойчива, активна, целеустремленна. В отличие от постоянно подверженных «энтропии» (сравни демокритово «рассеяние» атомов) физических объектов она стремится сохранить свою организацию. Будучи неотделима от внешнего, она активно противостоит ему и «поглощает» его порциями в соответствии с присутствующим ей устройством. В этом мы видим зачатки концепции гомеостаза, согласно которой организм удерживает свои процессы на стабильном уровне вопреки возмущающим внешним воздействиям.

Вместе с тем устойчивость живого сопряжена с его изменением, развитием, движущую силу которого Аристотель усматривал в самом телесном субстрате, в стремлении организма к «потребному будущему», к преформированной цели, заранее определяющей ход текущих событий. Учение Аристотеля запечатлело первую фазу научного понимания системности, гомеостаза и активности организма, ставшую исходной для всех последующих исканий и решений.

Вторую фазу открыла биологическая модель Декарта. Она понзила с аристотелевской телеологией, утвердив равенство «организм-машина». Огромное революционизирующее воздействие этой формулы на естествознание общеизвестно. Из организма изгонялись любые факторы, недоступные причинному анализу и экспериментальной проверке. Мыслить организм по типу машины — вовсе не значит отождествлять одно и другое. Это была

именно модель, позволившая ввести новые категориальные представления. Старые категории не аннулировались, а преобразовывались, получая четкое выражение в наглядной схеме.

Важнейшей среди них, составляющей главный жизненный нерв научного объяснения, явилась категория причинности. Иногда ее отождествляют с детерминизмом как принципом, который позволяет предсказывать явления и управлять ими. Но детерминизм не сводится к причинности, тем более в ее механическом варианте, утвердившемся со времен Галилея и Декарта (этот вариант отличался от демокритовского, поскольку причинность выступила в строгом физико-математическом одеянии). Детерминистское объяснение явлений не исчерпывалось причинным не только впоследствии, но и в XVII в., о котором сейчас идет речь. Между картиной физического мира и картиной (моделью) организма имелось существенное различие, и детерминистская интерпретация второй включила новые важные признаки, без которых прекрасно обходилось строго причинное описание неорганической природы. «Это может показаться невероятным, но это факт, что в течение трехсот лет писатели, которые оспаривали возможность объяснить жизнь, исходя из физики и химии, оперировали в качестве аргумента тем, что живые тела не ведут себя машинообразно, вместо того, чтобы указать, что само по себе наличие у живых существ машинообразных функций доказывает, что жизнь не может быть объяснена в терминах физики и химии» [6, с. 55].

В определенном смысле Декарт столкнулся с той же трудностью, что и Аристотель, знакомый с наиболее последовательным причинным объяснением взаимодействия элементов природы, предложенным Демокритом. Для изучения живых систем с присущими им целостностью, упорядоченностью, организацией, целесообразностью и др. атомистическая гипотеза была непригодна. Столь же непригодной в этом плане являлась и картезианская концепция о вихреобразном движении материальных частиц; с ее помощью анатомо-физиологическое знание не могло быть продвинуто ни на йоту. Вместе с тем отказаться от указанной концепции значило бы раззять природу на лишённые внутренней связи сферы. Выход, найденный Декартом, известен. Он состоял в том, чтобы «загнать» движущиеся по собственным законам физические «вихри» (в виде огнеподобных частиц, названных «животными духами») в телесную конструкцию, которая, в свою очередь, работает по собственным, иным, чем в «чистой» физике, принципам. Иными словами, телесная конструкция стала рассматриваться по аналогии с созданными человеком машинообразными устройствами, но не как неорганическое тело.

В концепции Декарта следует разграничить трактовку непосредственной мышечной реакции и трактовку поведения организма как целого. Применительно к первой, исходя из постулата, согласно которому движение отдельной мышцы ие может иметь

инной причины, кроме материальной, Декарт объяснил это движение притоком «животных духов» (отсюда ложное представление Декарта об увеличении объема мышцы, блестяще опровергнутое Глиссоном). Что же касается целостного поведения, то оно выводилось из «диспозиции органов», т. е. определенной телесной организации. Именно в изображении строения и функции этой организации как целесообразно устроенного целого крылась объяснительная сила понятия, приобретшего в дальнейшем прославленное имя рефлекса. Объяснить рефлекс расположением и связью органов, взаимодействием дискретных частей целостного организма, решающего важную для его благополучия задачу, значило придерживаться не физико-химического, а системного подхода. Системность, целостность, целесообразность в декартовой модели организма — иные, чем у Аристотеля.

Душа уступила место машине. Выигрыш для естественнонаучной мысли был огромным. Правда, конкретные, эмпирически достоверные сведения о внутреннем устройстве работающего организма являлись у Декарта столь же фантастичными, как и у Аристотеля. Очень скоро этим воспользовались противники рефлексорной схемы, которые, атакуя декартовы представления об ее анатомо-физиологических компонентах («животные духи», «поры» мозга и др.), стремились поставить под сомнение схему в целом. Но ее эвристический потенциал был огромен и на протяжении столетий она направляла развитие нервно-мышечной физиологии. Модель «организм-машина» обеспечила с новых позиций понимание таких свойств живого тела, как системность (машина предполагает определенное устройство и согласованное взаимодействие ее компонентов, необходимых и достаточных для успешного функционирования), целостность (у Декарта — ответная реакция на раздражитель производится всей «машиной тела»), целесообразность (в машине она предусмотрена конструктором, а в «живой машине» выражена в полезной службе на благо целого).

Однако два других неотъемлемых параметра живой системы — ее гомеостатичность и активность — модель Декарта не объясняла. Она предполагала, что устойчивость организма обеспечивается, как и в мире механических автоматов, его конструкцией. Сама же конструкция способна лишь отвечать на внешние воздействия, т. е. работать реактивно, а не активно, по собственному почину. Конечно, ввиду такой самоочевидной особенности организмов, как видоизменение ими своего поведения под давлением новых обстоятельств, Декарту пришлось задуматься над возможностью использовать принцип рефлекса для того, чтобы справиться и с этой трудностью. Выход, найденный им, предвосхищал идею об условном рефлексе. «Когда собака видит куропатку, она, естественно, бросается к ней, а когда слышит ружейный выстрел, звук его, естественно, побуждает ее убежать. Но тем не менее легавых собак обыкновенно приучают к тому, чтобы

вид куропатки заставлял их останавливаться, а звук выстрела, который она слышит при стрельбе в куропатку, заставлял их подбегать к ней» [3, с. 623]. Декарт предлагает для объяснения подобных феноменов возможный план перестроек в конструкции первой машины. Но изменения эти, как и в машинах, считались результатом внешнего вмешательства, а не реализации собственных возможностей системы.

В середине прошлого века в биологии сложилась кризисная ситуация. Прежние представления рушились под влиянием триумфа двух направлений: физико-химической школы, внедрившей в физиологическое мышление закон сохранения и превращения энергии (благодаря чему организм включался в круговорот физико-химических процессов в природе), и дарвиновского учения, в котором принцип определяющей роли внешней среды сочетался с идеей борьбы живых существ за выживание в этой среде. Физико-химическая школа утверждала детерминизм (в энергетическом варианте), учение Дарвина дало причинное объяснение целесообразности.

Пафос физико-химического направления состоял в том, чтобы отождествить процессы в неорганической и органической природе, подвести их под один закон и сделать организм объектом математически точного знания. По-новому интерпретируя отношение «организм — среда», дарвиновская концепция акцентировала активность организма, побуждая снять знак равенства между двумя членами этого отношения. Тем самым теория Дарвина стимулировала развитие идеи о двух средах: внешней, к которой приспособляется организм, и внутренней, присущей ему самому, отстаиваемой им в борьбе за существование. Сам Дарвин этой идеи не выдвигал, но подготавливал ее своим учением. У истоков новой модели организма стоял К. Бернар. По своему поворотному в развитии системных представлений в биологии значению эта модель сопоставима с моделями Аристотеля и Декарта, решительно превосходя их по своему воздействию на экспериментальное исследование физиологических функций. Согласно Бернару, организм имеет две среды: внешнюю, физическую, среду и внутреннюю, в которой существуют все живые элементы организма. Внутренняя среда состоит из плазмы и лимфы (в дальнейшем к этому была присоединена тканевая жидкость). К. Бернар впервые поставил вопрос о постоянстве внутренней среды и факторах, его удерживающих. Генеральная идея состояла в том, что именно благодаря постоянству внутренней среды организм приобретает независимость от внешних превратностей. На сохранение констант этой среды (кислород, сахар, соли и т. д.) работает множество витальных механизмов. О том, каковы эти механизмы, Бернар еще ничего сказать не мог. Но общая идея являлась чрезвычайно перспективной, и через несколько десятилетий Холдейн оценил ее как наиболее плодотворную из когда либо выдвинутых физиологами.

У Кеннона идея гомеостаза развивается в оригинальное учение о «мудрости тела». Ему же принадлежит и сам термин «гомеостаз». Решающе новым явилось понимание организма как открытой системы. Кеннон писал: «В открытой системе, каковой является наше тело, составленное из неустойчивого материала и подверженное непрерывному воздействию условий, вызывающих в нем нарушения, его постоянство само по себе говорит о действии или готовности к действию агентов, поддерживающих это постоянство» [5, с. 281]. Организм способен сохраниться в качестве системы, лишь развивая специальную активность, направленную на поддержание стабильности. «Существование комплексной системы невозможно без стабилизирующих процессов» [5, с. 293].

Для поддержания гомеостаза необходимо, согласно Кеннону, два вида устройств: сигнальные устройства, чувствительные к любым изменениям, ставящим под угрозу гомеостаз; корректирующие устройства, которые изменяют запасы веществ в организме или скорость протекающих в нем процессов. Перед нами — саморегуляция посредством обратных связей. Система различает значимые для нее изменения в среде и запускает в ход сервомеханизмы, регулирующие процессы, которые происходят в самой системе в направлении восстановления стабильности, т. е. равновесного состояния (гомеостаза). За этим общим выводом, служившим теоретической подоплекой всего, что происходило в экспериментально-физиологической лаборатории Кеннона, где изучались путем перерезок, раздражений, экстирпаций и других методик телесные аппараты гомеостаза, стояли новые категориальные установки. Преодолевались, в частности, механические представления о причинности, которые культивировала физико-химическая школа, знавшая только две переменные (раздражитель и реакция), связь между которыми не мыслилась иначе, чем внешняя и однонаправленная. Теперь она выступала в виде кольцевой, подготовив один из главных выводов кибернетики (напомним, что посредником между Кенноном и Винером был кенноновский ученик и сотрудник А. Розенблот).

Идеи о кольцевом принципе реагирования отдельных органов и подсистем складывались до Кеннона. Важный кенноновский шаг состоял в том, что принцип «круговой» взаимосвязи сигнальных и корректирующих устройств был распространен на организм как целое, причем предполагалось, что факторы, обеспечивающие гомеостаз, действуют не порознь, а комплексно и координированно. «Иллюстрацией могут служить сложные и комплексные реакции, совершающиеся в крови и одновременно в кровообращении и системе дыхания с тем, чтобы сохранить в плазме относительное постоянство кислотно-щелочного баланса, а также организация оборонительной реакции, направленной против падения температуры, когда защитные процессы сменяют друг друга в определенной последовательности» [5, с. 2].

Гомеостаз — это сложная, динамическая, развертывающаяся в пространстве и времени система, отдельные компоненты которой, их связи и координирующие центры доступны точному экспериментальному изучению. Принцип системности организма восходит к аристотелевской модели. У Декарта он воплотился в образ механической конструкции, внутреннее устройство которой обеспечивает комплексную двигательную реакцию на внешние толчки. У Кеннона конструкция из воображаемой становится реальной, открытой для физиологического опыта, саморегулирующейся благодаря обратным связям, способной перестраиваться и адаптироваться к угрожающим ее устойчивости факторам. Такая перестройка носит характер преднастройки. Изменения во внутренней среде телеологичны в том смысле, что происходят заблаговременно, а не в момент непосредственного действия раздражителей. Эти изменения приводят организм в состояние боевой готовности к предстоящим пертурбациям, повышая его шансы на выживаемость.

Физиологическое учение о гомеостазе отвечает не только на вопрос «как?», но и на вопрос «для чего?». Заслуга Аристотеля состояла в том, что он первым поставил этот вопрос применительно к биологическим объектам, ответив на него учением об энтелехии. Ответ Кеннона был принципиально иным, поскольку вытекал из дарвиновской концепции естественного отбора, давшей телеологии живого естественнонаучное объяснение. Целесообразность действия механизмов гомеостаза (например, механизмов сохранения постоянства температуры тела в условиях резких перепадов температуры внешней среды) — продукт естественного отбора, а не энтелехии. Не только добывание, но и сохранение механизмов гомеостаза требует от организмов специальной активности. Этим гомеостаз в живых системах отличается от саморегуляции в неорганических (технических) устройствах.

Активность в традиционной ее трактовке означала нечто противоположное автоматически протекающим процессам. В ней было принято видеть спонтанное проявление энергии жизненных сил. Однако, по Кеннону, в условиях гомеостаза активность представляет своего рода автоматизм. «Если состояние остается устойчивым, то так происходит потому, что любая тенденция к изменению сталкивается с возрастающей активностью фактора или факторов, которые сопротивляются изменению» [5, с. 281]. Автоматическая активность? Это звучало парадоксально, выражая новую трактовку представления об активности как о затрате ресурсов организма не на решение внешнедвигательных задач, а на поддержание собственной устойчивости, которая, согласно учению о гомеостазе и вопреки модели, восходящей к Декарту, даром не дается. Такова была новая системно-детерминистская трактовка организма, его целесообразности и активности. Хотелось бы вновь обратить внимание на то, что здесь строго детерминистское объяснение не совпадало с мехапо-каузальным. Это

еще раз свидетельствует о неправомерности отождествления детерминизма с причинностью.

Принцип гомеостаза, позволяющий радикально иначе, чем в предшествующих концепциях, объяснить поведение целеустремленных систем, был распространен сперва самим Кенноном, а затем и многими другими с биологических объектов на системы иного типа, приобретя тем самым универсальное значение. «Не полезно ли,— спрашивал Кеннон,— изучить другие формы организации — промышленные, домашние или социальные — в свете организации живого тела?» [5, с. 287]. И отвечая на этот вопрос в другой работе «Тело как гид в политике», он писал: «Аналогия может быть инструктивной, если взамен сравнения структурных деталей будет соотнесено выполнение функций в физиологической и социальной областях» [4, с. 22]. Изучение методов «регуляции и контроля устойчивых состояний в организме»,— утверждал Кеннон в разгар охватившего капиталистический мир кризиса,— может оказаться полезным «для других видов организаций, даже социальных и индустриальных, которые страдают от пертурбаций» [4, с. 25]. Идентифицируя социальное регулирование с физиологическими, Кеннон отрезал себе путь к пониманию действительных закономерностей и механизмов развития общества, являющихся изначально историческими. Однако при всей ограниченности этих экстраполяций роль учения о гомеостазе в утверждении принципа системности в его современном варианте (отличном от перипатетического и картезианского) трудно переоценить. В особенности это стало очевидно с появлением кибернетики, опиравшейся на системную трактовку гомеостатических регуляций.

Все возрастающий авторитет учения о гомеостазе определялся его высокой эвристичностью в плане исследования физиологических регуляций внутренней среды организма. В учении о гомеостазе доминировала идея «обороны» организма от разрушительных внешних влияний, защиты в противовес этим влияниям с помощью великого множества устройств своих внутренних констант, удержания равновесного состояния между внутренней средой и средой внешней. Тем самым системное описание относилось не к изолированному организму, а к иному системному феномену — «организм — среда». Однако, поскольку основной массив испытанных в опыте и теоретически разработанных знаний относился к внутриорганическим регуляциям (системе «внутренняя среда»), возникал соблазн интерпретировать с этих приобретших достаточную прочность позиций также и систему «организм — среда». Соблазн был велик, и ему поддались многие естествоиспытатели, увидевшие смысл взаимоотношений между организмом и средой в достижении равновесных (гомеостатических) отношений между ними. Такая экстраполяция препятствовала исследованию активности организма по отношению к внешней среде (а не только среде внутренней). Учение о гомеостазе

давало естественнонаучное объяснение лишь устремленности организма к удержанию на стабильном уровне веществ и процессов во внутренней среде, поэтому некогда поставленная Аристотелем проблема активной направленности организма на реализацию своих целей во внешнем мире вновь появилась на горизонте физиологического видения.

Наиболее резко высказал неудовлетворенность гомеостатической моделью поведения организма Н. А. Бернштейн. Известно, сколь много он сделал для утверждения в физиологии принципов системного мышления. Однако его особо важным шагом явилась идея о том, что системность организма не идентична гомеостатическим (и им аналогичным) регуляциям. Н. А. Бернштейн поставил вопрос о системной природе активности как качественно новой характеристике поведения живых существ. Он писал: «Активность выступает как наиболее общая всеохватывающая характеристика живых организмов и систем» [2, с. 329]. Применяя понятия биофизики, Н. А. Бернштейн оценивал целенаправленность действий биологического объекта как борьбу за негэнтропию, а применяя понятия кибернетики, он переводит категорию цели на объективный язык, трактует ее как закодированную в мозгу модель потребного организму будущего. Этот энерго-информационный подход открыл новую, еще не написанную главу современной физиологии.

* * *

Мы рассмотрели три эпохальные модели организма и «заявку» на четвертую. Каждая из них, с одной стороны, интегрировала естественнонаучные достижения своей эпохи, с другой — содержала просpekt принципиально новых, теоретических и эмпирических исследований природы живых тел. В каждой из них за «лежащими на поверхности» конкретными представлениями об устройстве и работе организма незримо скрывались взаимодействующие между собой фундаментальные категории — причины и цели, внутреннего и внешнего, части и целого и др. Смена моделей означала каждый раз новый категориальный синтез, сквозь призму которого воспринимались конституирующие признаки организма — системность, устойчивость, активность.

Различные стадии в преобразовании общих представлений об организме свидетельствуют о присущем динамике научных идей диалектическом единстве инвариантного и вариативного, эволюционного и революционного.

Схема гомеостатических регуляций имела своих предшественниц в моделях, которым она пришла на смену и которым также были присущи признаки системности, устойчивости и активности, но в иной интерпретации. Эта схема, синтезируя достижения биологии, преодолела ограниченность предшествующих моделей и приобрела фундаментальное значение для теоретического и экспериментального исследования целостного организма как саморегу-

лирующей системы. Однако системный подход в биологии не ограничивается той репрезентацией, которую он получил в концепции гомеостаза.

Биология активности перенимает от своих предшественниц принцип системности (подобно тому как он передавался «на эстафете» от аристотелевской модели к декартовской, а от нее к бернар-кенноновской) и вместе с тем обогащает его новым содержанием (подобно тому как в предшествовавшие эпохи он обогащался при переходе от одной модели к другой). Изучение рождения и смены системных идей в науке служит неперенным компонентом построения продуктивной теории ее развития, потребность в которой столь остро испытывает современная исследовательская практика.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аристотель*. О душе. М., 1937.
2. *Бернштейн Н. А.* Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., 1966.
3. *Декарт Р.* Избранные произведения. М., 1950.
4. *Cannon W.* The body as guide to politics. London, 1942.
5. *Cannon W.* Wisdom of the body. London, 1932.
6. *Polanyi M.* Life transcending physics and chemistry.— *Chemical and Engineering News*, 1967, v. 45.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Б. А. РЕЗНИКОВ

В современную эпоху возрастает влияние образования на научно-технический и социальный прогресс общества. Особое значение вопросов образования в условиях научно-технической революции определяется рядом факторов, и в первую очередь превращением науки в непосредственную производительную силу общества. Вместе с тем научно-техническая революция выдвигает ряд специфических проблем образования, связанных со значительными трудностями, для преодоления которых должен привлекаться обширный арсенал научных и организационных средств и методов. Немалую роль при этом призваны сыграть системный подход к решению проблем образования, комплексное использование достижений различных системных направлений современной науки. Последним вопросом пока еще уделяется недостаточное внимание. Настоящая работа охватывает лишь часть данной области системных исследований и в основном посвящена рассмотрению следующих вопросов: формулировке проблем образования, рассматриваемого как объект системного исследования; изучению некоторых путей решения этих проблем с учетом роли системных направлений в структуре современной науки; выявлению места и значения основополагающих концепций математики как общесистемных компонентов науки, используемых в научных целях и целях обучения.

ОБРАЗОВАНИЕ КАК ОБЪЕКТ СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Понятие образования имеет широкую область применения, и при его определении необходимо учитывать полисемию самого термина «образование». Наиболее распространенным является понимание образования как особого процесса (результата процесса) или как специфической системы (системы образования). Так, в ВСЭ [7] образование определяется как «процесс и результат усвоения систематизированных знаний, умений и навыков». Принимая во внимание задачи настоящей работы, определим образование как систему (систему образования), обеспечивающую в соответствии с целями общества передачу тех или иных научно-практических знаний членам данного общества.

Система образования обладает специфическими чертами большой системы: наличие многих «входов» и «выходов», разнообра-

ние Компионейтов (в работе Ф. Г. Кумбса [30], например, указывается 12 компонентов системы образования — таких, как учащиеся, преподаватели, содержание обучения, технология обучения, управление и др.), иерархичность структуры, большие информационные потоки, многоцелевой характер функционирования, ведущая роль человеческого коллектива. Основными «входами» этой системы являются поступающие людские ресурсы — учащиеся и преподаватели с соответствующими уровнями подготовки, материально-финансовые ресурсы, выделяемые обществом для нужд образования, и тезаурус — совокупность научных и практических знаний. Последний определяет многие специфические особенности образования, и ему должно быть уделено особое внимание при проведении системного исследования. «Выходами» системы образования являются группы лиц, получившие образование и направляемые в народное хозяйство, науку и другие сферы человеческой деятельности.

Применительно к рассматриваемой системе должны получить реализацию основные функции системного подхода, ориентированные как на постановку новых задач, так и на методологический анализ существующего знания [6]. Рассмотрение образования как целостной системы позволяет более полно очертить круг основных проблем, изучить их взаимосвязь, выявить скрытые резервы для их решения. Необходимо различать специфические проблемы образования, обусловленные социальными условиями развития тех или иных регионов человеческого общества, и общие проблемы образования, для которых определяющую роль играют факторы научно-технической революции. Остановимся кратко на второй группе проблем.

Проблема «информационного взрыва». В одном из выступлений академика П. Н. Федосеева говорилось: «В последние годы все острее становится проблема так называемого «информационного взрыва» — лавинообразно растущего потока публикаций, с которым все труднее справляться в науке и технике, экономике и политике. Задачи развития науки, оптимизации производства и переработки информации требуют решения проблемы ее содержательности, ценности. Как отбросить бессодержательную или излишнюю информацию при обучении и научном обмене? Эта «задача века» стоит перед наукой в целом и перед философией в особенности, поскольку философия всегда стремилась к «спрессовыванию» информации на пути обобщения понятий» [49, с. 438]. Добавим, что решение этой исключительно сложной задачи представляется возможным лишь в том случае, если в науке будет использован весь современный арсенал средств для установления действенной системы постепенного «спрессовывания» информации на пути от частных эмпирических и прикладных исследований до философских обобщений и постепенной «конкретизации» при переходе с философского на нижележащие уровни.

Проблема «долговечности специалиста». Данная проблема свя-

запа с предыдущей; ее значение обусловлено быстрыми темпами научно-технического прогресса и сопровождающих его процессов старения и обновления информации. Комплексное решение проблемы «долговечности специалиста» предполагает постановку задач повышения фундаментальности образования, ориентации образования на перспективы развития науки и техники, сочетании передачи научных знаний с привитием навыков творческого мышления.

Проблема устранения «барьеров специализации», т. е. такого построения образования, которое позволяло бы специалистам различных профилей успешно работать над решением общих задач. А. А. Ляпунов в своей известной работе по вопросам образования отмечал, что «... высшая школа готовит узких специалистов, почти не знающих смежных специальностей и совершенно не подготовленных к совместной работе с представителями других специальностей» [32, с. 41]. Несмотря на значительные усилия, предпринимаемые в данном направлении, проблема эта остается весьма актуальной.

Проблема уровня преподавания — достижения одинаковой глубины проработки и степени формализации при изучении естественных и искусственных (созданных человеком) объектов, простых и сложных систем. Так, например, известный американский специалист Г. Саймон считает, что главной задачей не только инженерных, но и ряда других учебных заведений является научить конструированию искусственных объектов — артефактов. Термину «конструирование артефактов» придается при этом очень широкий смысл: от инженерной деятельности по созданию различных систем до принятия решения с целью изменения в желательном направлении ситуаций, возникающих в производственной сфере, или построения программ типа «искусственного интеллекта». Резкое отставание уровня преподавания конструирования от уровня преподавания фундаментальных основ естественных наук, обучение конструированию «по принципу кулинарных рецептов» являлось, по мнению Г. Саймона, одной из основных причин кризисных явлений в системе образования США [44, с. 70—73].

Отметим также своеобразный парадокс сложности, который наблюдается в современной учебной литературе о системах. Для простых систем приводится описание с помощью адекватных математических структур, отличающихся большой математической содержательностью (например, математическая структура динамической системы [23]). Для изучения сложных (больших) систем часто рекомендуется использование средств и методов, примитивных в математическом отношении. Это обосновывается необходимостью справиться со сложностью без существенной потери адекватности. Парадокс сложности, в частности, проявляется в существенном снижении уровня преподавания ряда специальностей на старших курсах вузов по сравнению с младшими курсами.

Проблема интенсификации обучения. «Совершенствование работы высшей школы,— пишет В. Г. Афанасьев,— идет по линии интенсификации обучения, экономии времени, поисков внутренних резервов, поскольку экстенсивные факторы — увеличение сроков обучения, загрузки студентов в отведенные календарные сроки и т. д. уже исчерпали себя» [1, с. 398]. Проблема интенсификации обучения может рассматриваться как частичное обобщение сформулированных выше четырех проблем. Решение данной проблемы тесно связано с совершенствованием технологии обучения, т. е. совокупности применяемых педагогических приемов, опирающихся на научные результаты конкретных наук, психологические и кибернетические исследования и современные технические средства обучения.

Проблема адаптации образования к изменяющейся ситуации в науке и технике, к новым потребностям общества. Данная проблема также имеет обобщающий характер по отношению к рассмотренным выше. Одним из факторов, обусловивших ее возникновение, является исторически сложившаяся ориентация образования не на перспективу развития науки, а на ее ретроспективу. А. А. Ляпунов отмечал консервативный, укоренившийся с давних пор подход к формированию перечня изучаемых дисциплин и их содержания, связанный со своеобразной инерцией мышления преподавательского состава, учитывающего при решении данных вопросов преимущественно те проблемы, которые считались актуальными во время их собственного обучения [32]. Определенное оправдание отставанию образования может быть найдено в стремлении строить преподавание на основе установившейся системы понятий и методов, достаточно далеко продвинувшихся разработок и весомых прикладных результатов. Однако в связи со стремительным развитием науки и техники и не менее быстрым изменением требований к подготовке специалистов отрицательные последствия такого отставания все более возрастают.

Еще более существенный ущерб может быть нанесен в связи с неудовлетворительной адаптацией образования к изменению потребностей общества в кадрах специалистов различного профиля и квалификации. Проблема адаптации образования настолько серьезна, что, например, в работе [30] она рассматривается как определяющая кризис образования в современном мире. Со многими выводами книги [30], написанной на основе анализа развития образования в капиталистических и развивающихся странах, естественно, согласиться нельзя. Вместе с тем положение о том, что система образования должна быть гибкой и готовить хорошо адаптирующихся специалистов, безусловно имеет широкое значение.

Применение системного подхода к образованию предполагает проведение многоаспектного системного исследования (элементного, структурного, функционального, интегративного, коммуникационного, исторического [2]) в свете перечисленных проблем.

При этом может быть поставлена задача определения оптимального адаптивного управления системой образования, состоящего в таком воздействии на ведущие элементы системы (содержание, технологию, методы контроля и т. д.), которое обеспечило бы наилучшие — с точки зрения общественных потребностей — результаты на выходах системы при всестороннем учете изменений на ее входах. Постановка данной задачи, естественно, возможна лишь при условии соответствующего изучения не только собственно системы образования, но и ее входов и выходов.

Проблемы системного подхода к образованию находят определенное освещение в литературе. В последнее время значительное внимание уделяется анализу требований к выходам системы образования, использованию при этом как краткосрочного прогнозирования, учитывающего запросы тех организаций, в которые предполагается направить специалистов, так и долгосрочного научного прогнозирования развития отраслей народного хозяйства. Эти исследования создают определенную основу для определения требований к выпускаемым специалистам, а с учетом структурно-логических взаимосвязей дисциплин — для разработки методик проектирования учебных планов вузов. Предпринимаются также попытки введения некоторых количественных мер (см. [38, 47]). Другую обширную область исследований составляют вопросы совершенствования технологии обучения. Многие новые результаты в этой области связаны с направлением, получившим название математико-кибернетической дидактики, или кибернетической педагогики,— особой частью дидактики, посвященной разработке научных методов обучения на основе исследований математического и кибернетического характера. Данное направление достаточно подробно освещено в [5], и мы не будем на нем останавливаться.

Вместе с тем многие вопросы системного исследования образования еще не получили необходимой разработки. К ним прежде всего следует отнести то влияние, которое оказывают на образование изменения в структуре научных знаний, в особенности в связи со становлением системных направлений в науке. Эти направления в силу самой своей природы обладают большими потенциальными возможностями для установления действительной связи как между различными комплексами наук, так и между отдельными науками, входящими в состав комплексов, для «сжатия» научной информации, а следовательно, и для решения перечисленных выше проблем образования. Актуальность их решения обусловлена также тем, что система образования во многом определяет дальнейшее развитие науки и вместе с ней образует один из контуров социальной суперсистемы.

БЛОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМНЫХ ЗНАНИЙ И НЕКОТОРЫЕ ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Достаточно полное рассмотрение проблем образования невозможно без обращения к классификации наук, к структуре научных знаний. Это хорошо понимал А. А. Ляпунов, который в упомянутой выше статье [32] при анализе вопросов образования использовал предложенный им вариант классификации наук. В классификационных схемах Б. М. Кедрова (см. [24, 25, 26, 27]), А. А. Ляпунова и некоторых других в качестве типовых элементов комплексов наук (отраслей научного знания) выступают отдельные науки или теории. Нам представляется полезным — по крайней мере для образовательных целей — использовать и другое построение структуры знаний, предполагающее введение специальных комплексов (блоков), отражающих развитие системных научных направлений. В соответствующие блоки при этом должны войти понятия, методы, принципы, концепции, подходы общенаучного и (или) междисциплинарного характера, не входящие в какую-либо теорию, а также теории и метатеории, не входящие в определенную науку.

Возникновение и развитие системных научных направлений следует рассматривать как результат процесса синтеза наук особого рода, вызванных к жизни огромным ростом научной информации, сложностью и многообразием связей между науками и объективно направленных на обобщение, трансформацию и координацию знаний, их формализацию и математизацию, создание общенаучного понятийно-терминологического аппарата. В этих направлениях рельефно проявляется ряд характерных изменений в структуре современной науки, к которым П. В. Копнин относил: «Обрастание ткани науки понятиями и терминами, носящими инструментальный характер и направленными непосредственно не на изучаемый объект, а на само знание о нем; создание мета-теорий и метанаук. Стремление к созданию фундаментальных теорий, синтезирующих знание из различных областей, возникновение новых методов, имеющих значение для познания объектов, входящих в поле зрения разных наук, образование понятий, относящихся к самым различным сферам действительности...» [29, с. 78]. Следует также отметить, что системные направления науки характеризуются не только междисциплинарной, но и межотраслевой ориентацией, т. е. имеют своими источниками и в то же время объектами воздействия все отрасли научного знания, а сами являются объектом изучения и координации со стороны философии. Все сказанное и определяет целесообразность выделения элементов этих направлений в отдельные блоки.

Принимая во внимание, что часть элементов системных направлений играет фундаментальную роль, тогда как другая их часть ориентирована на прикладное знание, выделим два соответствующих этим ориентациям блока. Они должны отразить форми-

рование качественно новой отрасли научного знания, компоненты которой находятся на различных ступенях генезиса и отличаются общенаучным характером, широкой междисциплинарной и межотраслевой значимостью. В связи с этим назовем выделенные блоки соответственно блоком *общенаучных (общесистемных)* компонентов и блоком *прикладных (системно-кибернетических)* компонентов науки. Эти блоки совместно образуют отрасль общенаучного и системно-кибернетического знания.

Переходя к рассмотрению первого из указанных блоков, прежде всего отметим, что понятия общенаучного и общесистемного здесь не отождествляются, однако предполагается, что все общесистемные компоненты являются общенаучными и составляют значительную часть последних. Учитывая, что общенаучные (общесистемные) компоненты в основном формируются в рамках определенных научных направлений, имеющих непосредственную или косвенную системную ориентацию, можно определить данный блок как совокупность системных, кибернетических, семиотических, науковедческих и математических компонентов общенаучного характера. Дальнейшая конкретизация состава блока представляет собой сложную, не имеющую в настоящее время полного решения, задачу ввиду того, что указанные компоненты находятся в стадии интенсивного развития и интеграции, определяясь в основном синтезом идей, возникающих под системными, кибернетическими знаменами. Можно, однако, утверждать, что в данный блок должны входить общенаучные (но не философские) понятия и категории (система, структура, организация, управление, информация и т. д.) [48], основополагающие системные и кибернетические методы и принципы (например, принцип целостности, принцип обратной связи), общенаучные подходы типа системного подхода [6] и развивающиеся на данной основе теории и метатеории: различные варианты общей теории систем [43], зарождающиеся теории, посвященные общим вопросам информации, семиотики, искусственного интеллекта [48]. По-видимому, к данному блоку следует также отнести общую теорию пауки, в которую, в частности, входит вопрос о структуре научных знаний и некоторые другие компоненты науковедения (см. [36, 42]). Представляется также целесообразным включение в данный блок основополагающих концепций математики, рассматриваемых с точки зрения их общенаучного (общесистемного) значения, предопределенного историческими условиями возникновения и развития этих концепций.

Блок прикладных (системно-кибернетических) компонентов науки объединяет понятия, методы, теории прикладного и междисциплинарного характера, через посредство которых осуществляется переход от общих системных и кибернетических идей к конкретным прикладным задачам специальных наук. К данному блоку относятся теории управляемых динамических систем, адаптивных систем, информации (в смысле Шеннона — Винера), планиро-

вания экспериментов, многочисленные теории и методы, входящие в исследование операций, находящаяся в стадии становления теория сложных (больших) систем и некоторые другие [41].

Обратим внимание на наличие у большинства компонентов последнего блока своеобразных свойств трансформации (учет этих свойств весьма важен, в частности, для правильной организации обучения), состоящих в том, что с определенной точки зрения эти компоненты могут рассматриваться как составные части других блоков структуры научных знаний. Действительно, методы решения экстремальных задач при ограничениях типа неравенств являются одними из основных в теории управляемых динамических систем и в исследовании операций, а с чисто математической точки зрения они представляют собой часть общей теории решения экстремальных задач — раздела математики. Аналогичным образом вопросы теории информации и планирования экспериментов относятся к соответствующим разделам математической статистики. С другой стороны, теория сложных (больших) систем при определенной конкретизации распадается на часть, относящиеся в основном либо к отрасли технических наук (системотехника), либо к отрасли общественных наук (системный анализ, понимаемый в смысле организации управления крупномасштабными системами). Аналогичная двойственность характерна также для некоторых компонентов общенаучного (общесистемного) блока, например, для концепций математики, которые, по нашему мнению, в различной интерпретации должны быть введены как в данный блок, так и в блок математики.

Предлагаемая блочная организация знаний, несмотря на ее ориентировочный характер, позволяет наметить определенные пути решения обрисованных выше проблем образования. Развитие общенаучных (общесистемных) и прикладных (системно-кибернетических) компонентов научного знания создает возможность установления более эффективных связей между различными отраслями научного знания, синтеза (спрессовывания) и координации знаний, повышения эффективности взаимодействия общественных, естественных и технических наук и на основе этого достижения высокого уровня преемственности преподавания, интенсификации обучения в целом. Используя разграничение уровней методологии [6], можно наметить последовательность переходов от одного уровня к другому: от наивысшего философского уровня к уровню общенаучных (общесистемных) компонентов и через него к естественным и общественным наукам и к уровню прикладных (системно-кибернетических) компонентов, а от последнего — к уровню конкретных прикладных наук. Такой подход, по нашему мнению, дает ключ к правильному построению структуры обучения, глубокому увязыванию мировоззренческой и специальной подготовки кадров науки и народного хозяйства.

Создавшееся в настоящее время положение в области образования таково, что результаты внедрения достижений системных

научных направлений в практику обучения должны существенно превысить те издержки, которые могут иметь место в связи с недостаточной зрелостью отдельных системных направлений, отсутствием единой точки зрения на их содержание, роль и место в науке. Это внедрение пока еще имеет частный, в значительной степени стихийный характер и проявляется в основном в формировании некоторых вузовских курсов, отражающих лишь отдельные стороны развития тех или иных междисциплинарных системных направлений (курсы технической, экономической, биологической кибернетики, исследования операций, сложных и больших систем и т. д.). Однако без глубокого осмысления процессов системной ориентации науки, учитывающего итоги и перспективы развития всех новых компонентов научного знания, и принятия организационных мер, устанавливающих соответствующий перечень, объем и направленность содержания вузовских дисциплин, нельзя достичь необходимого качества и эффективной реализации указанных достижений науки в интересах решения проблем образования.

В качестве одной из таких мер предлагается определенная иерархическая организация подготовки специалистов в вузе. Применительно к техническим вузам организация такой подготовки предполагает: а) постановку основного курса, в котором концентрируется обобщенный научный материал, относящийся к наиболее важным общенаучным (общесистемным) и прикладным (системно-кибернетическим) компонентам системных знаний; б) постановку одного или нескольких ориентированных курсов, развивающих идеи основного курса и более полно учитывающих конкретный профиль подготовки специалистов; в) организацию преподавания отдельных технических наук в соответствии со структурой основного и ориентированных курсов; г) обеспечение преемственности преподавания общественных, естественных и технических дисциплин на основе использования трансформирующих, опосредующих свойств указанных курсов [22]. Аналогичные предложения могут быть сформулированы для организации подготовки специалистов в университетах и других высших учебных заведениях.

КОНЦЕПЦИИ МАТЕМАТИКИ КАК ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ КОМПОНЕНТЫ НАУКИ И МАТЕМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Стремление к строгости и точности выражения во всех областях научного исследования и использование в этих целях математических представлений — характерная черта современной науки. Не менее активно ставится и решается вопрос о математизации образования, т. е. усилении математической подготовки всех видов специальностей. Вместе с тем направленность данных

процессов не полностью соответствует задачам, выдвигаемым в связи с перспективами развития научно-технической революции, и возможностям решения этих задач, заложенным в самом развитии математики. Как известно, бурное развитие вычислительной техники и программного обеспечения ЭВМ явилось мощным стимулом для появления множества вычислительных методов и алгоритмов и одновременного освобождения человека от выполнения рутинных вычислительных операций. Изменился характер инженерного труда. Как никогда повысилась роль обобщающих классификационных построений, сочетания количественных и качественных оценок, системно-логического анализа, научного обоснования организационных решений. В этих условиях все большее значение в науке приобретают логико-познавательные функции математики, а в задачах образования — использование ее построений для создания математического фундамента системной подготовки специалистов, организации проблемного обучения (привития навыков самостоятельной постановки и решения проблем) и реализации в связи с этим дидактических идей Д. Пойа, который видел главную задачу обучения математике в развитии мыслительных способностей человека (см. [39, 40]).

Значительные перспективы достижения прогресса в этих направлениях связаны с всесторонним использованием богатых потенциальных возможностей, заложенных в основополагающих концепциях математики, связанных с ее обоснованием, общим построением и логическим анализом ее архитектоники. Рассматривая методы исследования больших систем, А. А. Ляпунов отмечал, что «наиболее глубокие вопросы, связанные с обоснованием математики, оказываются идейно родственными новым областям приложения математики» [33, с. 36]. Более того, имеет место не только идейная близость, но и прямое использование формальных представлений отдельных концепций математики в целях выработки общего математического языка для описания систем, что нашло отражение в различных вариантах построения математической общей теории систем, описанных в книге В. Н. Садовского [43]. Однако единая система взглядов на развитие, взаимосвязь и области приложений различных концепций математики для решения не собственно математических задач отсутствует, а в образовании специалистов-нематематиков этим концепциям вообще не отводится места (слабо представлены общенаучные аспекты этих концепций и в университетском образовании математиков). При этом существует неправильное представление о существовании каких-то особых трудностей, связанных с рассмотрением данных концепций (последнее в определенной степени справедливо в отношении развернутых, содержащих подробные доказательства теорий, связанных с данными концепциями, но не их основных положений и формальных построений, которые представляют наибольший интерес для широкого круга специалистов).

Основополагающие концепции математики в концентрированной форме выражают результаты ее исторического развития и особенно революционных изменений в ней, происшедших в последнем столетии. Они являются эффективным средством экспликации научных знаний, системного изучения как объектов собственно математики (выступая в виде своеобразных общематематических системных построений), так и объектов других отраслей научного знания. Этим концепциям еще предстоит занять соответствующее место при построении фундаментальных основ подготовки специалистов различных профилей. Проведем в связи с этим краткое рассмотрение указанных концепций как общесистемных компонентов науки.

Теоретико-множественная концепция. В этой концепции, которая пропизывает всю современную математику, в качестве основного понятия и строительного блока формальных математических построений выступает множество, а в качестве основной конструкции — n -арное отношение, заданное на некоторых множествах (отношение в свою очередь представляет собой подмножество декартового произведения этих множеств, т. е. опять-таки множество). Естественным следствием данной концепции является определение системы как *отношения* или определенной совокупности отношений (см. [35]). При этом множествам, на которых строятся отношения, придается смысл множеств элементов реальных физических систем или множеств элементов абстрактных систем, а графики отношений определяют связи, взаимодействие элементов, т. е. то, что объединяет элементы в единое целое, в систему¹.

В рамках теории множеств и отношений получает строгую интерпретацию ряд понятий общенаучного характера: эквивалентность, толерантность, порядок, предпочтение, отображение, композиция, декомпозиция и многие другие (см. [35, 37, 51]).

Своеобразное проявление обратного воздействия системно-кибернетических идей на теоретико-множественную концепцию наблюдается в связи с введением Л. Заде понятия нечеткого (расплывчатого, размытого) множества как совокупности элементов, вхождение каждого из которых в данное множество характеризуется известной степенью принадлежности к этому множеству (см. [4, 21]). Такое определение множества потребовало соответствующей экспликации всех остальных понятий и формализмов теоретико-множественной концепции. Представление системы как нечеткого отношения (отношений) является перспективным средством проведения исследований в условиях неопределенности.

Концепция математической структуры. Данная концепция

¹ Реальные системы многоаспектны, поэтому на самом деле речь идет о представлении какого-либо аспекта реальной системы математическими средствами. Развернутая критика определения системы как отношения множества дана в работах [15, 52, 53].

явилась результатом дальнейшего развития теоретико-множественной концепции на основе новых идей, связанных с необходимостью глубокого осмысления и совершенствования архитектуры математики. Эта концепция, являющаяся выдающимся образцом системного мышления в математике, была сформулирована математической школой Н. Бурбаки и характеризуется следующими исходными пунктами: 1) теория множеств как основа для создания общей теории математических структур, изучаемых различными разделами математики; 2) аксиоматический метод и шкала множеств как средства определения рода математической структуры, принадлежность к которому устанавливается правилами формирования на некоторых базисных множествах шкалы посредством булеанов и декартовых произведений новых множеств (ступеней шкалы) и выделения с помощью аксиом (аксиом структуры) подмножеств этих множеств; 3) развитие математических структур путем последовательного перехода от наиболее общих (порождающих) структур к новым структурам, обогащенным дополнительными аксиомами и синтезом с другими структурами; построение системы современной математики как иерархии структур (см. [11—14, 19]).

Мы здесь умышленно привели достаточно развернутую характеристику, чтобы подчеркнуть аспекты формирования и развития, важнейшие в концепции математической структуры, но, к сожалению, не нашедшие соответствующего отражения в системной интерпретации этой концепции, в том числе в известной работе У. Р. Эшби [54]. Из приведенной формулировки, в частности, следует, что определение системы как математической структуры является существенно более содержательным, чем простое определение системы как множества или отношения (хотя формально и сводится к последним в случае конкретного задания базисных множеств и построения структуры на одной ступени шкалы). Данная концепция позволяет установить соответствие между определенными математическими структурами и классами систем, непосредственно связанных с теми или иными прикладными задачами. В первую очередь здесь следует назвать класс динамических систем, включающий классические и кибернетические (управляемые) динамические системы [23]. Рассматривая динамические системы как род математической структуры, последовательно обогащая их введением дополнительных аксиом и структур, можно провести глубокий морфологический анализ данного класса систем с выделением подклассов, типов, видов как известных, так и ранее не изучавшихся систем, обоснованно подойти к определению места и взаимосвязи рассмотрения данных вопросов в учебных курсах. Аналогичное положение имеет место для недавно введенного так называемого абстрактного семейства языков (т. е. семейства языков, определяемого аксиоматически) — математической структуры, которой соответствует широкий круг лингвистических систем [17].

Использование сформулированных Н. Бурбаки положений о построении различных математических структур на ступенях шкалы множеств и развитой им теории морфизмов создает определенные возможности для формулировки идей многоаспектного и многомасштабного моделирования систем. Действительно, вводя в качестве базисных множеств множества элементов, соответствующих реальному физическому составу системы и (или) характеризующих процессы в ней, можно осуществить построение на ступенях шкалы множеств совокупности моделей системы, т. е. представить систему как совокупность взаимосвязанных математических структур. А введение нескольких шкал с различающимися по мощности базисными множествами и рассмотрение морфизмов структур, построенных на однотипных ступенях этих шкал, можно интерпретировать как построение математических моделей систем, имеющих различную степень агрегирования, или масштаб представления [41].

Задачи изучения систем в условиях неопределенности приводят к рассмотрению вероятностных, статистических и нечетких математических структур. Построение первых из этих структур связано с наделением множеств, входящих в соответствующие детерминированные структуры, свойствами вероятностных пространств А. Н. Колмогорова. Переход от вероятностных структур к статистическим характеризуется, с одной стороны, изменением содержательной основы решаемых задач, с другой — заменой известной вероятностной меры семейством вероятностных мер, заданным параметрически или непараметрически (параметрическая и непараметрическая математические статистики). Теория статистических структур как стройная система взглядов на архитектуру математической статистики сформировалась лишь в самое последнее время под воздействием работ Ю. В. Линника и Ж. Р. Барра (см. [3, 46]). Нечеткие математические структуры возникают в том случае, если отдельные базисные множества шкалы, на ступенях которой строятся математические структуры, являются нечеткими. Эти структуры вообще лишь начинают исследоваться.

Логико-алгебраическая концепция. Математическая логика по существу с самого своего зарождения играет двойственную роль: как средство обоснования математики и как аппарат общенаучного значения, используемый в качестве инструментария философии и некоторых других наук. Логико-алгебраическая концепция, становление которой связано с именами А. Тарского и А. И. Мальцева, возникла на основе слияния идей математической логики и общей алгебры. Она частично перекрывается (в алгебраической части) с концепцией математической структуры Н. Бурбаки, но содержит также ряд принципиально новых элементов, привнесенных математической логикой.

В качестве основополагающей конструкции в данном случае принимается алгебраическая система [34], называемая также

Ω -структурой [28], которая определяется заданием некоторого множества (носителя Ω -структуры) и совокупности алгебраических операций и предикатов (отношений) на нем в соответствии с некоторым перечнем их наименований и арностей (сигнатурой σ). Частными вариантами этой структуры, соответствующими случаям включения в сигнатуру только операций или только отношений, являются алгебраические структуры и модели (реляционные системы). Свойства Ω -структур выражаются в аксиоматике, задаваемой определенным набором формул, составленных на языке математической логики с использованием сигнатуры σ . Введение такого описания создает новые возможности для отражения свойств систем по сравнению с концепцией математической структуры в смысле Н. Бурбаки. В то же время последняя концепция имеет существенные преимущества перед рассматриваемым вариантом логико-алгебраической концепции, предполагающим использование лишь одного базисного множества для построения Ω -структуры (в некоторых случаях вводится вспомогательное множество операторов [28]). Теория динамических систем, развиваемая в рамках концепции математических структур Н. Бурбаки, вводит ряд базисных множеств (состояний, времени, управлений), что позволяет ей решать богатые по содержанию задачи исследования различных аспектов поведения неуправляемых и управляемых систем [23].

Пути преодоления указанных трудностей и использования положительных свойств логико-алгебраической концепции для описания систем намечены в работе Ю. А. Шрейдера [52]. Основные идеи этой работы связаны с введением понятия каркаса (множество, сигнатура, аксиоматика), фиксирующего определенную совокупность моделей, интерпретируемых как возможные состояния некоторого членения системы, а также с обобщенным определением морфизма применительно к случаям рассмотрения морфизма моделей, принадлежащих каркасам с различной сигнатурой. Это дало основание определить систему как класс каркасов (членений системы) с заданной для каждой пары каркасов композицией, устанавливающей морфизм пар моделей, соответствующих этим каркасам. Такое определение системы открывает достаточно широкие возможности как для ее многоаспектного изучения, так и для рассмотрения динамики процессов в системе.

Категорийно-функторная концепция. Ряд авторов, например М. Бунге [9], рассматривают категорийно-функторную концепцию как определяющий фактор новой революции в математике. Категория представляет собой класс объектов, связанных отношениями морфизма, подчиняющихся определенным законам, а функтор определяет отображение данных объектов и их морфизмов из одной категории в другую. Наряду с одноместным функтором в рассмотрение вводятся n -местные функторы из n категорий в некоторую категорию. Рассматриваются также функторные морфизмы (см. [8, 50]). В качестве объектов категории могут выступать

элементы множеств (в этом случае категория отождествляется с множеством), множества (всевозможные множества), структурированные (т. е. наделенные математической структурой) множества и т. д. Столь же разнообразны варианты использования функторов. Например, род математической структуры в смысле Н. Бурбаки может рассматриваться как частный случай функтора [8]. Таким образом, категорийно-функторная концепция дает широкое обобщение таким фундаментальным понятиям математики, как множество, отображение, морфизм, математическая структура. На основе этой концепции происходит обобщение и развитие других концептуальных построений математики, которые в этом случае выступают как частные концепции.

Системная интерпретация категорийно-функторной концепции связана с определением системы как категории (совокупности категорий) или как функтора (совокупности функторов). Последнее определение, в частности, позволяет подойти с обобщенных позиций к проблеме многоаспектного представления систем, включая в соответствующей интерпретации и рассмотренные выше пути: а) образование из некоторых базисных неструктурированных множеств, принадлежащих соответствующим категориям, категорий тех или иных математических структур, представляющих различные аспекты системы — модификация концепции математической структуры; б) композиция с помощью набора функторов структурированных множеств, осуществляемая в соответствии с определенной аксиоматикой, — этот путь развивает изложенные выше идеи логико-алгебраической концепции, так как реляционные системы представляют собой частный случай структурированных множеств. Естественно, что при этом множества как объекты категорий, из которых осуществляется функторное отображение, должны отождествляться с соответствующими физическими или абстрактными членениями системы с учетом возможности введения различной степени агрегированности представлений. Необходимо также при этом надлежащим образом определить морфизмы в категорийно-функторных конструкциях.

В качестве другого примера возможной системной интерпретации категорийно-функторной концепции рассмотрим проблему выбора в социальной системе. Соответствующая математическая модель при известных условиях может быть представлена некоторой совокупностью категорий отношений предпочтения отдельных индивидуумов или организаций в тех или иных ситуациях, заданных на множествах простых или сложных (векторных) альтернатив, и многоместного функтора, отображающего объекты этих категорий в категорию результирующих отношений предпочтения и определяющего тем самым в соответствии с избираемым пониманием оптимальности принятие решений в данных ситуациях. В рамках этой модели могут быть рассмотрены различные задачи векторного (однокоалиционного) [20], игрового

(бескоалиционного и коалиционного) [16] и экспертного [37] выбора.

В заключение еще раз подчеркнем, что новый подход к проблемам образования, связанный с растущим значением системной ориентации в подготовке всех видов специалистов, диктует целесообразность более широкого использования в процессе обучения основополагающих концепций математики. При этом речь должна идти, разумеется, об основных идеях, понятиях и представлениях, а не о деталях математического аппарата. По нашему убеждению, этот путь открывает существенные резервы повышения эффективности высшего образования в условиях научно-технической революции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев В. Г.* Научно-техническая революция, управление, образование. М., 1972.
2. *Афанасьев В. Г.* О системном подходе в социальном познании.— Вопросы философии, 1973, № 6.
3. *Барра Ж.-Р.* Основные понятия математической статистики. М., 1974.
4. *Беллман Р., Заде Л.* Принятие решений в расплывчатых условиях.— В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решения. М., 1976.
5. *Бирюков Б. В., Геллер Е. С.* Кибернетика в гуманитарных науках. М., 1973.
6. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
7. БСЭ, изд. 3-е, т. 18.
8. *Букур И., Деляну А.* Введение в теорию категорий и функторов. М., 1972.
9. *Бунге М.* Философия физики. М., 1975.
10. *Бунге М.* Концептуальное представление фактов.— Вопросы философии, 1975, № 4.
11. *Бурбаки Н.* Архитектура математики.— В кн.: Очерки по истории математики. М., 1963.
12. *Бурбаки Н.* Теория множеств. М., 1965.
13. *Бурбаки Н.* Общая топология. М., 1958—1959.
14. *Бурбаки Н.* Алгебра. М., 1962.
15. *Виленкин Н. Я., Шрейдер Ю. А.* Понятие множества и реальные объекты.— Вопросы философии, 1974, № 2.
16. *Воробьев Н. Н.* Проблема математизации знания.— В кн.: Управление. Информация. Интеллект. М., 1976.
17. *Гинзбург С., Грейбах Ш.* Абстрактные семейства языков.— В кн.: Языки и автоматы. М., 1975.
18. *Готт В. С., Урсул А. Д.* Общенаучные понятия и их роль в познании. М., 1975.
19. *Дьедонне Ж.* Дело Никола Бурбаки.— В кн.: Очерки по математике. М., 1973.
20. *Емельянов С. В., Борисов В. И., Малевич А. А., Черкашин А. М.* Модели и методы векторной оптимизации.— В кн.: Итоги науки и техники. Техническая кибернетика, т. 5. М., 1973.
21. *Заде Л.* Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов, принятия решений.— В кн.: Математика сегодня. М., 1974.
22. *Калинин В. Н., Резников В. А.* Научные основы определения перечня, взаимосвязи и объема дисциплин, связанных с организацией системно-кибернетической подготовки в техническом вузе.— Всес. семинар по проблемам высшей школы. Тезисы докладов, М., 1978.

23. *Калман Р., Фалб П., Арбиб М.* Очерки по математической теории систем. М., 1971.
24. *Кедров Б. М.* Классификация наук. I. Энгельс и его предшественники. М., 1961.
25. *Кедров Б. М.* Классификация наук. II. От Ленина до наших дней. М., 1965.
26. *Кедров Б. М.* О науках фундаментальных и прикладных.— Вопросы философии, 1972, № 10.
27. *Кедров Б. М.* О синтезе наук.— Вопросы философии, 1973, № 3.
28. *Кон П.* Универсальная алгебра. М., 1967.
29. *Копкин П. В.* Выступление на совещании.— В кн.: Проблемы философии и методологии современного естествознания. М., 1973.
30. *Кумбс Ф. Г.* Кризис образования в современном мире. Системный анализ. М., 1970.
31. *Ледников Е. Е.* Проблема конструкторов в анализе научных теорий. Киев, 1969.
32. *Ляпунов А. А.* Система образования и систематизация наук.— Вопросы философии, 1968, № 3.
33. *Ляпунов А. А.* В чем состоит системный подход к изучению реальных объектов сложной природы.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1971. М., 1971.
34. *Мальцев А. И.* Алгебраические системы. М., 1970.
35. *Месарович М.* Основания общей теории систем.— В кн.: Общая теория систем. М., 1966.
36. *Микулинский С. Р., Родный Н. И.* Место науковедения в системе наук.— Вопросы философии, 1968, № 6.
37. *Миркин Б. Г.* Проблема группового выбора. М., 1974.
38. Основы проектирования учебных планов вузов. М., 1975.
39. *Пойа Д.* Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1957.
40. *Пойа Д.* Математическое открытие. М., 1970.
41. *Резников Б. А.* Системные направления в науке и управление. Л., 1974.
42. *Родный Н. И.* Очерки по истории и методологии естествознания. М., 1975.
43. *Садовский В. Н.* Основания общей теории систем. М., 1974.
44. *Саймон Г.* Науки об искусственном. М., 1972.
45. *Соколовский Ю. И.* Онтодидактика — актуальное направление исследований.— Вестн. высшей школы, 1973, № 8.
46. *Соле Ж.-Л.* Основные структуры математической статистики. М., 1972.
47. *Таукач Г. Л.* Теория инженерной специализации. Киев, 1976.
48. Управление. Информация. Интеллект. М., 1976.
49. *Федосеев П. Н.* Итоги и перспективы исследований по философским вопросам современного естествознания.— В кн.: Проблемы философии и методологии современного естествознания. М., 1973.
50. *Цаленко М. Ш., Шultzгейфер Е. Г.* Основы теории категорий. М., 1974.
51. *Шрейдер Ю. А.* Равенство, сходство, порядок. М., 1971.
52. *Шрейдер Ю. А.* Язык описания систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1973. М., 1973.
53. *Шрейдер Ю. А.* Сложные системы и космологические принципы.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1975. М., 1975.
54. *Эшби У. Р.* Теоретико-множественный подход к механизму и гомеостазису.— В кн.: Исследования по общей теории систем. М., 1969.

О СИСТЕМНОМ ПОДХОДЕ К ДИДАКТИКЕ

П. М. ЭРДНИЕВ, Б. П. ЭРДНИЕВ

В настоящей статье предпринимается попытка показать, что некоторые общие закономерности теории систем с успехом могут быть использованы при анализе сложившихся учебных программ и учебников, а также при разработке методики обучения. При этом системный подход к проблемам дидактики позволяет, на наш взгляд, найти пути преодоления таких извечных недостатков обучения, как формализм и раздробленность знаний учащихся.

СИСТЕМНОСТЬ ЗНАНИЙ

Системный подход освещает новым светом многие общие и специальные проблемы дидактики. Уже появились сочинения, посвященные системному изложению отдельных отраслей знаний [17, 21]. Однако в силу инерции мысли, особенно в педагогике, в практике обучения в средней и высшей школе до сих пор преобладает «элементаристский» (в смысле [7]), а не целостный, «интегративный», подход.

В эпоху научно-технической революции наиболее остро встала проблема освоения быстро возрастающего объема необходимого минимума знаний за меньшее, чем прежде, время. Педагоги и психологи справедливо ищут разрешение этого противоречия в создании новых методических систем обучения, реализующих нетронутые резервы человеческой психики: считается, что человек за всю свою жизнь не использует и десятой доли информационной мощи своего мозга.

Подобно тому как цепная реакция не возникает, пока не достигнута определенная концентрация вещества, так и разреженность информационного потока затрудняет консолидацию знаний, являющуюся целью учебного процесса. Если, скажем, сегодня учат табличное умножение ($5 \times 7 = 35$), то с тем же примером, но с нулями ($50 \times 7 = 350$) дети встречаются лишь через полгода. Или: в первом семестре студент дифференцирует, а обратную задачу на интегрирование решает только во втором¹.

¹ В десятках курсов математического анализа дифференциальное исчисление излагается отдельно от своего дополнения — интегрального исчисления.

Некоторые успешные дидактические поиски последних лет (Лозанов — в Болгарии, Занков и Шаталов — в СССР [13, 24]) при всем различии их подходов имеют то общее, что в них идет речь об ускорении потока учебной информации, о более быстром обучении. Выяснилось, что даже простое сжатие во времени учебного материала (при сохранении неизменной последовательности тем и разделов и характера учебных заданий) пробуждает запасные резервы психики.

В разрабатываемом нами методе укрупнения дидактических единиц мы идем дальше: ускоренное обучение здесь достигается за счет качественного преобразования главной «клеточки» обучения — упражнения.

Отдельную «клеточку» учебного процесса, т. е. его локальную и относительно самостоятельную ступень мы определяем как дидактическую единицу, состоящую из логически различных элементов, которые образуют в то же время взаимосвязанное целое. Благодаря этому укрупненная единица обладает устойчивостью и способна к быстрому воспроизведению в сознании. В теоретическом отношении мы можем говорить о возникновении нового качества знаний — их системности.

Основной прием этой дидактической линии — *самостоятельное создание учащимися семейства взаимосвязанных задач*. Многолетнее испытание в школах этого метода показало его практичность: программный материал удается изучать с экономией 15—20% учебного времени. Кроме того, достижению системности содействуют специальные приемы символической или образной (визуальной) фиксации учебного материала, обеспечивающие одновременное усвоение взаимосвязанных знаний.

Например, шесть теорем, связанных с теорией Пифагора, могут быть объединены в блоки, записаны наглядно и концентрированно следующим образом:

$$\boxed{A \cong 90^\circ} \longleftrightarrow \boxed{a^2 \cong b^2 + c^2}$$

В серии наших экспериментальных пособий [29—38] успешно осуществлено совместное изучение взаимно-обратных действий (сложения и вычитания, умножения и деления), взаимно-обратных теорем, взаимно-обратных функций, обыкновенных и десятичных дробей, основных операций теории множеств и логики высказываний, геометрии плоскости и пространства и т. п., т. е. постижение аналогичных или контрастных понятий в их единстве и взаимопереходах между ними.

Необходимость системного, укрупненного, целостного изложения учебного материала объясняется в конечном счете закономер-

ния. Приятное исключение составляет пособие [23], в котором таблицы дифференциалов и интегралов даны на одной странице.

ностями информационных процессов мозга, а именно: циклическостью потоков информации в мозгу человека [29]; параметрами оперативной памяти, в пределах которой (30—40 минут у человека) должны фиксироваться основные компоненты знания².

Физиологи установили экспериментально, что основными единицами человеческой речи являются не отдельные звуки, а целые слоги (т. е. более крупные носители информации). При этом одни и те же сети нейронов «могут участвовать в эмоциях прямо противоположного знака при изменениях электрического знака» [6, с. 106].

Л. Бертуланфи системой называет «комплекс взаимодействующих компонентов» [5, с. 61]. Однако это определение в силу чрезвычайной его абстрактности кажется нам недостаточным. В плане нашей темы представляется более содержательным определение, данное П. К. Анохиным: «Системой можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретает характер взаимодействия компонентов на получение фокусированного полезного результата» [3, с. 28].

Такой подход позволяет оценить и сопоставить разные схемы организации учебного материала.

Рассмотрим подробнее один пример. Линейное уравнение $kx + p = 0$ (I) связано как с единицей более высокого уровня — квадратным уравнением $ax^2 + bx + c = 0$ (II), так и с единицами того же уровня: линейной функцией $y = kx + p$ (III), линейными неравенствами с одной переменной $kx + p \geq 0$ (IV), линейными неравенствами с двумя переменными $y \geq kx + p$ (V). Перед автором учебника возникает вопрос, изучать ли (II) после линейного уравнения (I), затем последовательно (III) и (IV) или объединить компоненты (I), (III), (IV), (V) в единой укрупненной теме «линейные функции, уравнения и неравенства».

Традиционное обсуждение таких вопросов в пределах «чистой логики или математики» или «самой в себе дидактики» даже не обнаруживает здесь проблемы. А между тем все три задания могут быть представлены в совместной записи $y = 2x - 4 \geq 0$ и наглядно реализуемые на одном и том же рисунке, несомненно, выступают здесь в качестве не столько взаимодействующих, сколько — по Анохину — *взаимодействующих* компонентов единой системы знаний.

Если запись $2x - 4 \geq 0$ интерпретируется двумя лучами координатной прямой, то запись — трихотомия $y \geq 2x - 4$ интерпретируется двумя полуплоскостями (см. рис. 1). (Методически выгодно эти схемы предложить вместе одну под другой для визуального анализа и сравнения).

² Электроэнцефалографическими измерениями найдено, что процесс узнавания изображений «развивается уже после того, как само изображение исчезло с экрана» [12, с. 152].

В нашем опыте экспериментального обучения подобные совокупности заданий образуют укрупненную единицу «высшего уровня». По действующим же программам линейные уравнения и неравенства с одной переменной ($2x - 4 \geq 0$) полагаются изучать в VI—VII классах, а линейные уравнения и неравенства с двумя переменными ($y \geq 2x - 4$) в основном изучаются в X классе.

Примечательно, что постепенно обретают популярность пособия, в которых осуществляется одновременное усвоение многих компонентов единой системы знания.

Так, в книге [4] аналогичные образы плоскости и пространства рассматриваются совместно.

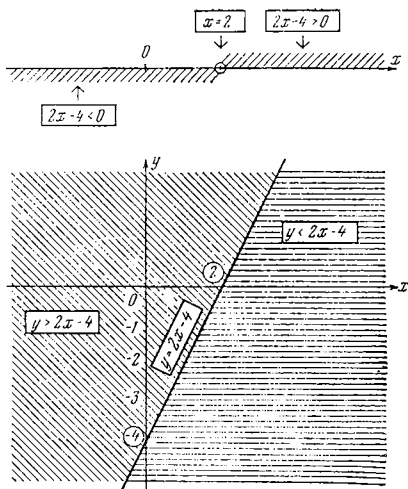


Рис. 1

Открытие неевклидовой геометрии историки математики объясняют тем, что Лобачевский работал над учебником, в котором планиметрия и стереометрия излагались совместно. Известные знания, будучи включены в новую, более широкую, систему, помогли ученому выйти из привычной колеи представлений.

Системный подход к дидактическим проблемам немедленно ставит *проблему времени* в педагогике: элементы одной и той же системы знаний должны, как правило, войти в сознание одновременно или на возможно меньшем временном интервале. Именно при этом условии часть постигается через целое, анализ совершается через синтез.

В данной связи чрезвычайно интересен следующий пример.

Поступающие на математическое отделение в один из крупных педагогических институтов допускали в своей массе грубые ошибки при решении простейшего неравенства $\sin x > 0,5$, хотя они тут же успешно решали соответствующее уравнение $\sin x = 0,5$. В чем же дело?

Оказывается, что одноименные уравнения и неравенства, изученные, согласно учебникам, порознь, так и не обретают качества элементов единой системы знаний. Знания, усвоенные раздельно во времени, так и остаются на уровне сосуществующих знаний, т. е. внесистемным набором сведений, вследствие чего память учащихся переполняется осколками разрозненных знаний.

Устойчивы же во времени, способны к саморазвитию только системные, укрупненные знания, в богатстве связей и обусловливающих одного другим.

По действующим сейчас программам в I классе изучают только два действия — сложение и вычитание. Между тем даже простейший числовой ряд (хотя бы в пределах 20) предполагает разрывывание не менее чем на четырех действиях (не только на сложении и вычитании, но и на свернутых формах этих действий — умножении и делении).

Принцип укрупнения единиц усвоения мы видим в следующем: в ткани развивающегося знания предыдущее и последующее звенья должны иметь больше общих носителей информации, начиная с кодов возможно более низкого уровня. Поясним сказанное. Два утверждения обретают внутреннее единство и образуют целостную систему, коль скоро они:

а) составлены из одних и тех же букв, знаков, цифр, например:

$$\begin{array}{ll} 2+3=5 & \text{и} & 5-3=2 \\ (x^2+c)'=2x & \text{и} & \int 2x dx=x^2+c \end{array}$$

б) содержат возможно больше общих слов (понятий), например:

Из всех прямоугольников равной периметра квадрат обладает наибольшей площадью меньшим периметром.

В указанном смысле весьма практичны также упражнения типа «домино»:

$$\begin{array}{l} 2 + 5 \\ + 6 \\ 3 + \end{array} \quad \begin{array}{l} \int \cos x dx \\ \int \cos 2x dx \\ \int \cos \left(2x + \frac{\pi}{4} \right) dx \end{array}$$

Процессы решения семейства трех примеров (слева) и группы трех интегралов (справа) имеют то общее, что результаты вычислений по первому заданию из совокупности включаются немедленно в ход решения второго и т. д. Это означает сознательное использование эффекта оперативной памяти (системообразующим фактором здесь будет тождество чисел и символов в следующих друг за другом примерах).

По К. Прибраму, в подобных цепных упражнениях небольшое изменение стимула приводит к актуализации всех первоначально исчезнувших реакций [20, с. 66].

Этим, видно, и объясняется эффективность наших экспериментальных учебников, в которых сознательно осуществлена пространственная и временная близость воспринимаемых компонентов целостного знания [35, 36]. Отметим один важный пункт: в совокупности наших экспериментальных учебников удалось включить обязательные для усвоения законы, правила, задачи

и т. п. в неизвестные ранее целостности знаний. Стало быть, описываемый метод открывает путь к совершенно новым системам знаний, хотя элементы этих знаний были известны и в классической дидактике.

ДВОЙСТВЕННОСТЬ В СТРУКТУРЕ ЗНАНИЙ

Достижение системности знаний неизбежно связано с проявлением «двойственности знания», которую не следует отождествлять с дуализмом³.

Простейшая система — это парная, состоящая из двух компонентов, различающихся в каком-либо отношении, но сходных по другим параметрам. (Упомянем, что человек воспринимает глубину пространства и стереоскопичность изображений благодаря сравнительной переработке потоков зрительной информации, поступающей через оба глаза).

Выявление двойственности в науке означало часто крупное свершение: таковы, например, обнаружение физического и морального старения техники (в политэкономии); корпускулярно-волнового дуализма (в физике). Даже создание двойной итальянской бухгалтерии (дебет — кредит) резко облегчило учет и ускорило движение товаров.

Понятие двойственность представляет в общепознавательном плане категорию большой ценности. Советские философы отмечают, что системный подход к исследованию объектов может осуществляться «только путем построения взаимно-дополнительных теорий, концепций, разработок» [25, с. 248].

Двойственность присуща как бы всем ступеням переработки информации человеком, всем этапам обобщения. Любопытные проявления принципа двойственности обнаружены в психологии восприятия и мышления.

В философской литературе понятие единого (единственного) обычно противопоставляется понятию множественного. В определенном смысле верно, однако, и то, что множественному в познании предшествует двойственное: каждой части противостоит все то, что остается от целого вне пределов этой части.

Итак, простейшая форма анализа — это не разбиение целого на «много» частей, а разделение на «две» части, раздвоение единого. В теоретическом аппарате собственно философии такие понятия, как «противоречие», «противоположность», «противоположение», употребляются чрезвычайно часто. Но эти понятия фразеологически (один против другого!) предполагают наличие

³ «Самое лучшее в моей книге: 1) подчеркнутый уже в первой главе двойственный характер труда, смотря по тому, выражается ли он в потребительной или в меновой стоимости (на этом основывается все понимание фактов)...» [1, с. 277].

именно двух полюсов, двух характеристик явлений, внутренне взаимосвязанных.

Этап дифференцирования трех понятий — единственного, двойственного и множественного — был скачком в логическом освоении мира человеком. Два объекта, порознь воспринимаемые, должны были объединиться в сознании в целостное единое множество, дабы обрести качество «двуединства». Числительные «два» имели качественное происхождение — это была какая-то конкретная естественная пара: рук, ног, глаз, крыльев, верхнего и нижнего ряда зубов и т. п. [1]. Множество, состоящее из двух элементов, стало в дальнейшем базой нового расширения числовых представлений: число «2» стало следующей после «1» сложной единицей счета (счет парами).

Особая роль двоичной системы исчисления неожиданно проявилась в новом качестве в последние десятилетия: математическая логика, вычислительные машины основаны как раз на двоичной системе, на логической операции дихотомии.

Академик А. Н. Колмогоров указывает, что применение дихотомии существенно облегчает переработку информации [9]. В некоторых исследованиях по теории систем справедливо усматривают развитие системного качества по линии усложнения, обогащения связей между компонентами: двойственность — полярность — противоречие [19, с. 57].

А в дидактике особенно важно соблюдение преемственности, постепенности в движении от простого к сложному в процессе все более точной категориальной характеристики изучаемого. Понятно, что первым, наиболее доступным в обучении шагом на пути к познанию диалектического противоречия выступает именно противопоставление одного другому.

Выразительный пример двойственности, переходящей в полярность, приводит член-корреспондент АН СССР Ю. А. Жданов, характеризуя структуру органического вещества: «...аминокислота аланин одновременно является и основанием и кислотой, объединяя оба противоположных качества своей внутренней природой» [11, с. 532].

Вершиной развития органической природы является возникновение мозга, мыслящей материи, человека разумного. Поляризованность человеческих мыслей несомненно связана с недавним обнаружением электрических диполей в коре мозга [20, с. 360].

Поворотной вехой в исследовании работы мозга, как известно, стало создание И. П. Павловым теории условных рефлексов. В своих мемуарах И. П. Павлов указывает, как он вначале тщетно пытался создавать условный рефлекс многократным повторением двучленного раздражения по схеме:

световое раздражение → кормление → выделение слюны собакой.

Повторив такую процедуру несколько раз, он неожиданно

опускал среднее звено в надежде получить у животного следующий двучленный рефлекс:

свет→выделение слюны.

Оказалось, что тренировка на таких двухэлементных задачах приводит к успеху медленно, причем созданная так связь обычно быстро разрушалась.

И. П. Павлов решил данную проблему «вышибанием клина клином»: если простая задача решается животным медленно, с ошибками, то, быть может,— рассуждал ученый — оно решит быстрее «сдвоенную» задачу?

Так был открыт знаменитый метод «перемежающегося противопоставления» раздражителей:

а) сильный свет→кормление→слюна;

б) слабый свет→нет кормления→нет слюны.

Как пишет И. П. Павлов, при такой системе уже после нескольких повторений двойственного задания у животного возникало четкое дифференцирование раздражителей по одному качеству. Всякое великое открытие кажется простым (но после того как оно совершено!).

Таким образом, уже элементарное явление рефлексорной деятельности, составляющее простейший вид психологических явлений вообще, в сущности, представляет единство двух явлений, каждое из которых в свою очередь дихотомично:

сильный свет→слабый свет
↓ ↓
слюна нет слюны

Эта исходная двойственность реакций несомненно проявляется во всей последующей иерархии многообразных психических явлений. Поэтому нам не должно казаться неожиданным то, что сложная система (знаний) суть такая, которую «надобно описывать не менее чем двумя языками» [2, с. 167].

Возвращаясь к проблемам преподавания математики, уместно отметить фундаментальное значение логического принципа двойственности для различных отраслей этой науки, в частности: топологии, проективной геометрии, теории множеств, математической логики, линейного программирования и др.

В математике понятие «двойственность» тесно связано с родственными понятиями, как-то: «сопряженность» (например, комплексных чисел, матриц, теорем, фигур, преобразований); «взаимность» (взаимно простые числа, многочлены); «симметричность» (групп, матриц, функций, графиков) и т. п.

Есть основания полагать, что принцип двойственности, проявляющийся наиболее отчетливо в «высших» разделах математики,

должен учитываться при конструировании адекватных методических систем обучения самой науке — математике.

Мы ограничимся одним примером, демонстрирующим возможность совместного изучения формул теории множеств и логики высказываний. На рис. 2 показан «визуальный» вывод дистрибутивного закона, причем методическая новинка («квадратное кодирование») позволяет получить автоматически и таблицу истинности для двух частей доказываемого равенства [35].

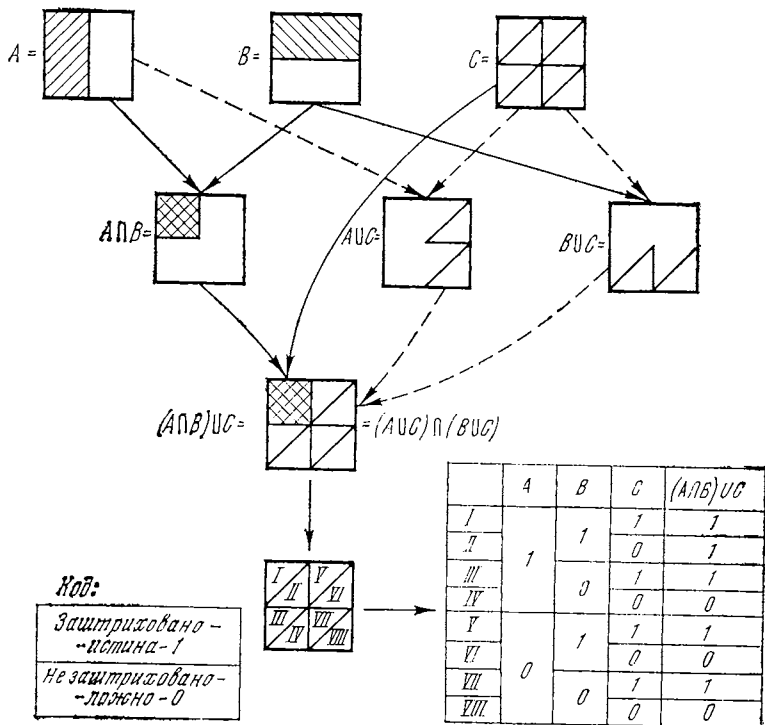


Рис. 2

Почувствительно отметить, что в самое последнее время физиологи открыли функциональную асимметрию мозга: левое полушарие ответственно за речевые, абстрактные компоненты мышления, а правое — за образные, конкретные компоненты мышления. Оказывается, что подобная асимметрия и постоянное двустороннее перекодирование существенно повышают эффективность работы головного мозга человека [20, с. 85].

Ущербность знания, оформленного только на одном коде, пусть и высшем, словесно-логическом, теперь объяснима физиологически: при этом не работает правое полушарие мозга, т. е. образно-

конкретный код. Математик Ж. Дьедонне написал курс геометрии без единого чертежа; здесь логика (формальная) поистине работает против педагогики, ибо такая практика равносильна сознательному выключению правой половины мозга.

Рассмотренное выше рисуночное доказательство отнюдь не простого закона математической логики прекрасно иллюстрирует мощь визуального мышления, используемого крайне недостаточно в современной дидактике. Обычное доказательство формулы $(a \wedge b) \vee c = (a \vee c) \wedge (b \vee c)$ предполагает работу только левой (речевой) половины мозга, что весьма однообразно и утомительно и в конечном счете антифизиологично.

Отметим в данной связи то, что основные философские категории позволяют выявить глубинную сущность изучаемых явлений именно благодаря парности своих структур: анализ — синтез, индукция — дедукция, явление — сущность, возможность — действительность, теория — практика и т. д. Подобно этому в последних дидактических исследованиях вместо рядоположенного рассмотрения классических «принципов дидактики» переходят к их парному анализу: «принцип доступности и научности» и т. п. [28].

Системные знания могут быть построены эффективно лишь на основе обеспечения теснейшего взаимопроникновения и взаимодействия таких двойственных начал знания, как логическое и психологическое, доказательное и гипотетическое, наглядное и образное, эмпирическое и теоретическое, абстрактное и конкретное в знаниях, расширение и углубление знаний, количественные и качественные задачи, линейная и концентрическая структура в расположении материала.

Важно при этом не скатиться к зряшному отрицанию или умалению одного из элементов приведенных пар в ущерб другому: при построении системы знаний необходимо выявить и использовать связи между ними, познание одного через другое.

МАТРИЧНОСТЬ ЗНАНИЙ

Системность знаний связана со своеобразной «матричностью» их организации⁴. Простейшая матрица — это выражение вида 2×2 . Каждая ячейка такой матрицы связана с тремя соседними ячейками; каждая ячейка содержит потенциально соседние элементы, ибо по одной известной ячейке матрицы возможно восстановить все соседние компоненты знания. Матрица — более хитрое изобретение ума, чем даже математическая формула.

Если в формальной логике не идут дальше классификации понятий по одному основанию, то содержимое ячеек матрицы подвергается классификации сразу по двум основаниям: матрицирование помогает более «жесткой» организации знаний. При этом

⁴ «Нервные привычки...» — писал К. Д. Ушинский, — не ложатся в нас отдельно, но парами, рядами, вереницами, сетями» [27, с. 25].

понятия или суждения, расположенные в клетках матрицы, подвергаются не только сознательному, но и непроизвольному сравнению [6], [20, с. 147].

В истории науки известно, как составление двумерной таблицы понятий служило нередко ключом к фундаментальным открытиям. Известно, что Д. И. Менделеев составил свою периодическую таблицу химических элементов в поисках наилучших методов объяснения студентам связей между химическими элементами. Точно так же таблица светимости звезд, составленная Герцшпрунгом, стала поворотной вехой в астрономии.

Известна особая склонность человеческой психики к поляризации мыслей, к симметризации их, к парным и четверным конструкциям вообще [14, с. 220]. Уже на самой заре человечества возникли понятия о четырех странах света, четырех временах года.

Известный французский математик Р. Том, предприняв топологический анализ лингвистических явлений, находит аналогию между следующими, на первый взгляд весьма «далекими» друг от друга, системами: во французском языке слог редко содержит более четырех фонем, а слово — более четырех слогов; генетическая информация живых организмов записывается алфавитом из четырех элементов; в равновесии может находиться не более четырех независимых физических систем [26, с. 181].

Мы позволим себе продолжить эту цепь изоморфизмов: наибольшая прочность освоения знаний достигается при подаче одной и той же учебной информации одновременно на четырех кодах: рисуночном, числовом, символическом и словесном. Именно при этих условиях актуализируются одновременно высшие и низшие коды, проявляется их взаимодействие.

Упражнение, главная «клеточка» учебного процесса, обретает системное качество тогда, когда содержит в своем составе по меньшей мере четыре компонента: исходная задача; обратная задача; составление и решение задачи, аналогичной исходной; обобщенная задача (при этом важно то, чтобы с последними видами заданий ученик справлялся самостоятельно).

Особую роль в процессе усвоения обретает переход «решение задачи → составление задачи». В общепринятой ныне дидактике обучение математике отождествляется с решением готовых задач, сконструированных кем угодно (учителем, автором книги), но не учеником (отсюда — бессистемность знаний).

Наследственная информация организмов кодируется в двойной спирали вещества. Подобно этому сочетание решения и составления задач, т. е. сопоставление двух дополнительных определений одного понятия, сочетание двух доказательств одного положения и создает условия для обретения знанием системного качества.

Примеров матризации знаний в учебных целях можно привести много.

Например, четверка примеров из трех чисел — врата в мир числовых отношений, изучаемых малышом: $5 \cdot 2 = 10$ $2 \cdot 5 = 10$
 $10 : 5 = 2$ $10 : 2 = 5$

(С четверкой теорем логического квадрата целесообразно ознакомить учащихся на 5—6-м году обучения):

$$a \rightarrow b \quad a \leftarrow b$$

$$\bar{a} \rightarrow \bar{b} \quad \bar{a} \leftarrow \bar{b}$$

Полезно обратить внимание учащихся на то, что обратная теорема ($a \leftarrow b$) и противоположная теорема ($\bar{a} \rightarrow \bar{b}$) логически эквивалентны, хотя бы потому, что в структуре символических их анамнез отражено в сущности двойное отрицание: на противоположные заменены как условия и заключение теоремы (a на \bar{a} , b на \bar{b}), так и направление импликации (\leftarrow на \rightarrow).

Школьная жизнь приносит доказательства того, как матрицирование знаний помогает верному решению вполне конкретных дидактических вопросов.

Так, авторы стабильного учебника математики для V класса пытались учить детей задачам на проценты, используя так называемую «формулу процентов», т. е. на одном «высшем» аналитическом коде. Пятилетний опыт обучения в массовой школе показал, что этот путь приводит к массе ошибок.

В нашем опыте экспериментального обучения матричная запись условия этих задач позволила одновременно и с лучшими показателями изучать все разновидности этих задач как единую систему:

Процент от числа	Число по проценту	Процентное отношение
100%—300 руб.	100%— \overline{a}	100%—300 руб.
7%— \overline{a} руб.	7%—21 руб.	\overline{c} %—21 руб.

При этом любой вид задачи на проценты решается единообразно, через составление пропорции:

$$\frac{100}{7} = \frac{300}{a} \quad 100a = 7300; \quad a = \frac{7300}{100} \text{ и т. д.}$$

Допустимо полагать, что здесь системообразующим отношением, связывающим все задачи на проценты в единую систему, выступает пропорция (запись ее и решение). Отсюда мы приходим к выводу: пропорции должны изучаться в школе раньше процентов в соответствии с историей вопроса (в действующих программах дело обстоит наоборот: проценты изучаются в IV классе, пропорции — в VI классе).

«Матрицирование» помогает также уяснению взаимосвязей между дифференцированием и интегрированием (рис. 3).

По этой схеме начинающий успешно постигает то, почему функция каждый раз выступает «в новой коже», хотя «сердце у

все все то же». $3x^2$ — производная при дифференцировании и подынтегральная функция при интегрировании; $x^3 + C$ — соответственно исходная функция и неопределенный интеграл.

Матрица, будучи одним из технических приемов фиксации системного единства понятий, обладает весьма широким приложе-

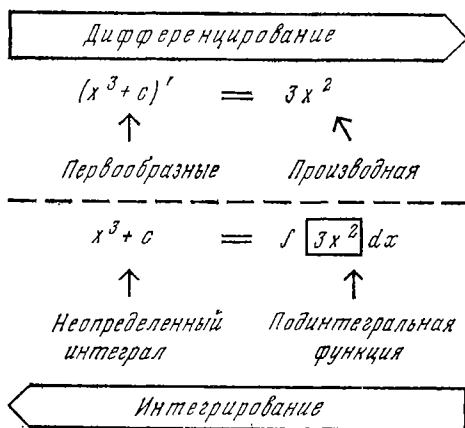


Рис. 3

прием к обучению в средней и высшей школе. Системность знания при этом выступает промежуточным, так сказать, наглядным этапом на пути к последующему познанию его диалектической противоречивости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гегель различал уровни связей между элементами, называя их соответственно механизмом, химизмом и организмом. В системе знаний, образующих даже обязательный программный минимум, встречаются все эти уровни связей. Обнаружению и усвоению этих связей служит последовательное установление двойственности, полярности и диалектической противоречивости, выступающих как компоненты единой системы.

Укрупненная единица знания, будучи «единством разнообразного многого» (Гегель), представляет системную единицу знания: в этих целях следует строить объяснение теории крупными блоками, что предполагает опору на симультанное, интегративное мышление.

Системность знания достигается через применение, в свою очередь, системы разнообразных методов обучения. Системные представления, будучи новыми для теоретического аппарата педагоги-

ки, помогают разрешению ряда важных ее проблем. Анализ знаний как специфического целостного объекта несомненно будет содействовать и развитию самой общей теории систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 31.
2. Аллибинский Б. В. и др. Понятие «система» и его методологическое значение.— В кн.: Методологические аспекты материалистической диалектики. М., 1974.
3. Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем.— В кн.: Принципы системной организации функций. М., 1973.
Беклемишев Д. В. Курс линейной алгебры и аналитической геометрии. М., 1971.
Бергаланфи Л. Общая теория систем — критический обзор.— В кн.: Исследования по общей теории систем. М., 1969.
4. Бехтерева Н. П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. М., 1971.
5. Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системный подход, предпосылки, проблемы, трудности. М., 1969.
Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системный подход в современной науке.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
6. Кибернетика.— БСЭ, т. 51.
7. Виденкин Н. Я., Нешков К. И., Шварцбург С. И. Об учебнике математики для IV класса.— Математика в школе, 1975, № 3.
8. Жданов Ю. А. Теория отражения и современная химия.— В кн.: Ленинская теория отражения и современность. София, 1969.
9. Жирмунская Е. А. Нейродинамика мозга при оптико-гностической деятельности. Комплексные психологические и электрофизиологические исследования. М., 1974.
10. Занков Л. В., Кузнецова Н. В. Из опыта обучения арифметики в 1-м классе. М., 1961.
11. Иванов З. В. Бинарные структуры в семиотических системах.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1972. М., 1972.
12. Кедров Б. М. О марксистской теории естествознания. М., 1968.
13. Ляпунов А. А. Связь между строением и происхождением управляющих систем. Системные исследования. Ежегодник 1973. М., 1973.
14. Москальская О. И. Проблемы системного описания синтаксиса. М., 1974.
15. Паск Г. Знание кибернетики для науки о поведении.— В кн.: Очерки о кибернетике. М., 1963.
16. Петрушенко Л. Е. Единство системности, организованности и самодвижения. М., 1975.
17. Прибрам К. Язык мозга. М., 1975.
18. Плагонев К. К. О системе психологии. М., 1972.
19. Роговин М. С. Развитие структурно-уровневого подхода в психологии.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1974. М., 1974.
20. Рождественский Б. Л. Лекции по математическому анализу. М., 1972.
21. Солвейчик С. Логика Шаталова.— Юность, 1975, № 9.
22. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974.
23. Том Р. Топология и лингвистика.— Усп. мат. наук, 1975, т. 30, вып. 1.
24. Ушинский К. Д. Собр. соч., т. 8. М., 1950.
25. Хабиб Р. А. Основы теории организаций учебной деятельности школьников. Ташкент, 1970.
26. Эрдниев П. М. О роли прямых и обратных связей при обучении математике.— Вопросы психологии, 1962, № 6.
27. Эрдниев П. М. Кибернетические понятия и проблемы дидактики. «Сов. педагогика», 1963, № 11.

31. *Эрдниев П. М.* Теория информации и процесс обучения.— Народное образование, 1966, № 11.
32. *Эрдниев П. М.* О структуре дидактической единицы усвоения знаний.— Вестн. высшей школы, 1968, № 10.
33. *Эрдниев П. М.* Методика упражнений по математике. М., 1970.
34. *Эрдниев П. М.* Системные исследования и проблема ускоренного обучения.— Природа, 1971, № 7.
35. *Эрдниев Б. П., Эрдниев П. М.* Азбука рассуждения. Элиста, 1971.
36. *Эрдниев П. М.* Математика. Экспериментальные учебные пособия для I, II, III классов, М., 1973—1976.
37. *Эрдниев П. М.* Фактор времени в процессе обучения и проблема «укрупнения единицы усвоения знания».— Вопросы философии, 1974, № 4.
38. *Эрдниев Б. П., Эрдниев П. М.* Системность знаний и укрупнение дидактической единицы.— Сов. педагогика, 1975, № 7.
39. *Эрдниев П. М.* Преподавание математики в школе. М., 1978.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ

ПРОБЛЕМА СОЦИАЛЬНЫХ ИНДИКАТОРОВ В СИСТЕМАХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ ГЛОБАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

Н. И. ЛАПИН

В 70-е годы возник и продолжает быстро расширяться специфический класс больших систем — системы, моделирующие глобальное развитие, или глобальные модели. Их создание отвечает потребностям современного мирового развития, которое характеризуется возрастанием масштабности, усилением интернационализации процессов, совершающихся в производственной и других сферах жизнедеятельности различных народов и регионов мира, обострением ряда проблем глобального характера.

Как отмечено на XXV съезде КПСС, «уже сегодня достаточно важны и актуальны такие глобальные проблемы, как сырьевая или энергетическая, ликвидация наиболее опасных и распространенных заболеваний и охрана окружающей среды, освоение космоса и использование ресурсов Мирового океана. В перспективе они **будут** оказывать все более заметное влияние на жизнь каждого народа. Наша страна, как и другие страны социализма, не может стоять в стороне от решения этих проблем, затрагивающих интересы всего человечества» [4, с. 56].

Все это делает необходимым комплексный анализ тенденций глобального развития. Проведение такого анализа представляет собой сложную задачу междисциплинарного характера, решение которой возможно лишь с использованием различных, как содержательных, так и формальных методов, интегрируемых в рамках системного подхода. Одним из инструментов решения этого класса задач и призваны служить глобальные модели, позволяющие исследовать различные варианты развития глобальной системы и ее подсистем, оценивать долгосрочные последствия возможных управляющих воздействий.

За короткое время в различных странах, под эгидой международных и национальных организаций, осуществлено свыше 10 крупных проектов, которые посвящены исследованию проблем глобального характера и в большинстве которых используются

Т а б л и ц а 1
Проекты глобального развития

Лидеры проектов	Названия проектов	Страны	Даты завершения
Д. Форрестер	«Мир-2», или «Мировая динамика»	США	1971
Д. Медоуз	«Мир-3», или «Пределы роста»	США	1972
М. Месарович, Э. Пестель	«Человечество у поворотного пункта», или «Стратегия выживания: органи- ческий рост»	США ФРГ	1974
А. Эррера	«Латиноамериканская модель мира», или «Модель Барилоче»	Аргентина	1974
Я. Кайа	«Новый взгляд на развитие», «Япония в развивающемся мире»	Япония	1974
Г. Линнеман	«Проблема питания и удвоение насе- ления мира»	Голландия	1975
Д. Тинберген	«Обновление международного поряд- ка»	Голландия	1976
П. Робертс	«Возможности бескризисного роста» (название условное)	Англия	1976
В. Леонтьев	«Будущее мировой экономики»	США	1976
Д. Габор	«За пределами века расточительства»	Италия	1976
Э. Ласло	«Цели для человечества»	США	1977

методы математического моделирования (подробнее см. [3, 4]). Как видно уже из названий этих проектов (см. таблицу), наряду с универсальными глобальными моделями разрабатываются и специализированные модели: одни из них посвящены какой-либо «сквозной» проблеме, содержащей угрозу кризиса для всего человечества (например, проблеме питания), другие исследуют комплекс глобальных проблем под углом зрения развития отдельных регионов или стран. На базе этих исследований разрабатываются практические рекомендации правительствам и международным организациям.

Все это свидетельствует об интенсивном развертывании и многообразии работ в области глобального моделирования, а тем самым и о необходимости анализа широкого круга методологических проблем, возникающих при построении систем, моделирующих глобальное развитие. Одной из таких проблем является формирование и использование социальных индикаторов в глобальных моделях. Настоящая статья содержит первоначальное, предварительное рассмотрение данной проблемы.

* * *

Прежде всего возникает вопрос о *критериях* отбора индикаторов. На наш взгляд, при решении такой комплексной задачи, как построение глобальной модели, следует различать три типа

критериев: общетеоретические, конкретно-научные и прикладные.

При определении общетеоретических критериев необходимо учитывать, что глобальное моделирование имеет дело со специфическим объектом — человечеством и средой его обитания. Этот объект изучается с содержательной стороны такими общетеоретическими дисциплинами, как философия и социология. С формальной же стороны, т. е. со стороны математического описания этого объекта, в качестве общетеоретической дисциплины здесь выступает математика, точнее — некоторые разделы прикладной математики, прежде всего теория управления. Однако формальная теория не может задавать содержательных критериев, в том числе и критериев отбора параметров, она лишь дает аппарат для формализации этих параметров и их взаимосвязей. Поэтому определить общетеоретические критерии отбора параметров при построении глобальной модели — значит принять имеющуюся или разработать новую социально-философскую концепцию, в рамках которой будет строиться модель и осуществляться отбор основных параметров, в особенности социальных и культурных, включаемых в данную модель.

Это создает во многом новую ситуацию для специалистов в области математического моделирования. До недавнего времени они не имели дело со столь комплексными объектами. Моделируя природные, технические и организационные системы, они отбирали параметры этих систем по критериям соответствующих конкретно-научных дисциплин, а задачи общетеоретического характера оказывались для них преимущественно задачами самой математики — задачами идентификации взаимосвязей между этими параметрами с помощью того или иного математического аппарата (имеющегося или специально разработанного). Лишь сравнительно недавно начали разрабатываться модели нового, качественно более сложного класса объектов — развития национальной экономики с учетом ряда социальных параметров, изучаемых социологией. Теперь же, моделируя глобальные системы, указанные специалисты в еще большей степени должны считаться с тем фактом, что при решении такого рода задач математика перестает быть единственной общетеоретической дисциплиной; более того, будучи формальной теорией, она вынуждена отдавать приоритет иным, содержательным общетеоретическим дисциплинам — философии и социологии.

Эта новая ситуация далеко еще не осознана в полной мере. Наблюдается некоторая инерция мышления многих математиков, которые и при решении такого нового класса задач, каким является глобальное моделирование, по-прежнему полагают, что критерии отбора параметров для модели — это лишь критерии конкретно-научного и прикладного характера.

Рассмотрим, какого рода критериями руководствовались авторы наиболее известных глобальных моделей. Первые такие модели — «Мир-2» Форрестера (1971) и «Мир-3» Д. Мелоуза (1972) —

нелегко однозначно связать с той или иной социально-философской концепцией. Оставляя в стороне такого рода общетеоретические предпосылки, авторы этих моделей непосредственно подчиняют выбор параметров конкретно-научным и прикладным критериям.

Основная задача этих моделей состояла в том, чтобы установить, сколь велика вероятность серьезного кризиса во взаимодействии человечества с природной средой. Точнее говоря, угрожает ли этот кризис физическому существованию населения планеты? При постановке этой задачи не был проведен анализ социально-философских предпосылок и альтернатив ее решения. Вследствие этого авторы первых моделей отбирали преимущественно физические параметры (такие параметры хорошо измеримы, а величины их в большинстве случаев зафиксированы), которые были наиболее удобны для моделирования. В результате эти модели включают большое число (в модели «Мир-3» около 500) параметров, характеризующих состояние природной среды, материального производства и народонаселения, а собственно социальные и культурные параметры представлены крайне бедно.

Глобальность постановки задачи интерпретируется здесь как недифференцированность человечества ни по какому из параметров — берется «мир в целом», без различия социальных классов и слоев, стран и регионов. Учитываются лишь средние величины производства и потребления. Доход, услуги и питание рассчитываются на «среднюю душу» члена человеческого рода. Лишь для демографических параметров (рождаемость и смертность) вводится дифференциация, но тоже демографического характера — по возрастным группам.

Следовательно, все эти параметры «очищены» от их конкретного, социального содержания.

Примечательно, однако, что даже при таком подходе авторы рассматриваемых моделей все же были вынуждены ввести некоторые параметры культуры — например, *образование, здравоохранение*. Правда, и эти параметры введены в их «физикалистской» функции: как факторы, влияющие на рождаемость (образование) или на смертность (здравоохранение). Однако и в этом случае мы имеем убедительное доказательство того, что при любом, даже чисто физикалистском, подходе нельзя построить глобальную модель без социально-культурных параметров. Таким образом, в первых глобальных моделях отбор параметров осуществлялся на основе не общетеоретических (социально-философских), а конкретно-научных и прикладных критериев. Тем самым общетеоретическое содержание задачи оказалось сведено к идентификации реальных взаимосвязей между параметрами с помощью определенной математической теории, позволяющей формализовать эти взаимосвязи, — как известно, в этих моделях применена и развита методология системной динамики, разработанная ранее Форрестером для других задач и оказавшаяся удобным аппаратом построения глобальных моделей.

Результаты моделей «Мир-2» и «Мир-3» широко известны, особенно по книге Д. Медоуза (с соавторами) «Пределы роста» [15]. Они сводятся к тому, что при сохранении современных тенденций развития общества валовой продукт, численность населения и загрязнение среды возрастают, а невозобновимые ресурсы планеты убывают по экспоненте, но до определенного момента — уже в XXI столетии неизбежен общий кризис, следствием которого будет катастрофическое падение валового продукта и численности населения. Предотвратить этот кризис можно немедленным принятием стратегии «глобального равновесия», которая предусматривает искусственную стабилизацию к 1990 г. промышленного капитала и численности населения (рождаемость должна стать равной смертности). Конкретных способов достижения этих целей авторы не предложили.

С критикой этих моделей как механических, неуправляемых и чрезмерно агрегированных выступили М. Месарович и Э. Пестель, выдвинув в своем проекте «Стратегия выживания» [16] задачу построения «кибернетической» модели мира. Это была обоснованная критика, но критика в рамках математической теории управления. Иными словами, в противовес методологии системной динамики была выдвинута теория многоуровневых систем, разработанная Месаровичем применительно к задачам моделирования и управления организационными системами [7].

Эта теория обобщила и формализовала ряд существенных моментов структуры и функционирования организационных систем, что и позволило Месаровичу, опираясь на такого рода общетеоретические предпосылки, выдвинуть ряд новых, по сравнению с Форрестером и Медоузом, идей относительно построения глобальной модели. Эти идеи можно свести к трем пунктам.

1. Модель должна включать не менее трех уровней: а) причинный, описывающий объективные производственно-технологические и эколого-географические процессы; б) организационный, описывающий коллективные действия лиц, принимающих решения по изменению состояния объективных процессов; в) ценностно-нормативный, описывающий формирование ценностей общества и целей организаций и лиц, принимающих решения.

2. Модель должна быть управляемой, т. е. работать в режиме диалога между ЭВМ и экспертами, принимающими решения относительно той или иной стратегии.

3. Модель должна описывать мир не просто как однородное целое, а как систему взаимосвязанных регионов.

Соответственно в модель вводится ряд новых социальных и культурных параметров: *регионы* как подсистемы глобальной системы, выделяемые, правда, в основном по экономико-географическим критериям, но с учетом и некоторых социальных и культурных характеристик (10 регионов); *ценности* и *нормы* общества, *цели* организаций; *субъект управления* — лицо, принимающее решение согласно своим ценностям, нормам, целям.

Впрочем, по заключению советских математиков [3], в докладе Месаровича и Пестеля «Римскому клубу» [16] и в других представленных ими материалах содержатся, скорее, программа построения глобальной модели и отдельные ее фрагменты, а не законченная модель сама по себе. Субъекту управления предлагается несколько альтернативных сценариев, однако остается неясным, каким образом он выбирает те управленческие стратегии, которые он хочет проверить, и сможет ли он путем перебора нескольких таких произвольно выбранных воздействий найти наиболее рациональное решение.

Тем не менее новый подход, осуществленный с позиций теории многоуровневых систем и потребовавший введения в глобальную модель новых социальных и культурных параметров, позволил Месаровичу и Пестелю получить новые результаты относительно характера тенденций развития человечества. Расчеты показали, что миру угрожает не глобальная катастрофа в XXI в., а серия кризисов, последовательно перемещающихся из региона в регион; первый из этих кризисов наступит уже в конце 70-х годов XX в. (голод, затем массовая смертность в Юго-Восточной Азии).

Исходя из этих результатов, Месарович и Пестель выдвинули (в противовес стратегии «глобального равновесия») стратегию «органического роста». Она предполагает дифференцирование направлений и темпов развития мира по различным регионам: в каждый период в одних регионах должны повышаться или снижаться темпы роста одних параметров, в других — соответствующие изменения других параметров.

Таким образом, результаты Месаровича — Пестеля существенно отличаются от результатов Форрестера — Медоуза. Однако эти различия связаны с различными подходами в рамках формального (математического), а не содержательного (социально-философского) общетеоретического описания объекта. Выше мы отмечали, что подход Форрестера — Медоуза нелегко идентифицировать с какой-либо определенной социально-философской концепцией. То же можно сказать и о подходе Месаровича — Пестеля, но из этого отнюдь не следует, что эти подходы свободны от какого бы то ни было влияния современных философских и социально-экономических концепций.

Во-первых, оба указанных подхода ориентируются на фиксирование величины и взаимосвязей параметров, в которых проявляются некоторые глубинные, сущностные характеристики объекта, но не проводят общетеоретического анализа самих этих характеристик. В этом сказывается влияние методологических установок позитивистского характера.

Во-вторых, используемые в моделях табличные функции распределения капиталовложений ориентированы на максимизации прибавочной стоимости. Однако критерий молчаливо принимается за «универсальный» и со всеми своими предпосылками (частная

собственность на средства производства, эксплуатация наемного труда и т. д.) экстраполируется на весь XXI век.

В-третьих, в отношении авторов моделей к возможностям управления глобальной системой сказываются современные буржуазные политические концепции. При этом в различных моделях обнаруживается влияние различных концепций. Моделям Форрестера — Медоуза свойствен фатально-пессимистический характер. В моделях же Месаровича — Пестеля проступают сциентистско-технократические идеи.

Таким образом, подтверждается общий тезис, что научные исследования в любой области, а тем более в такой, как моделирование глобальных систем, не могут быть свободны от влияния тех или иных философских социально-экономических и политических концепций (подробнее см. [5]). Особенно отчетливо это демонстрирует еще одна глобальная модель — так называемая латиноамериканская модель «Барилоче», разрабатывавшаяся одновременно с моделью Месаровича — Пестеля.

Эта модель, подготовленная под руководством проф. А. Эррера, во многих отношениях отличается от рассмотренных выше. Характерную ее особенность составляет глубокая противоречивость.

С одной стороны, авторы сознательно отдают приоритет не формально-математическому, а содержательному, социально-философскому описанию объекта: вводятся такие понятия, как *потребности и способности, свобода и равенство, управление и самоуправление* [13]. С другой стороны, большинство этих понятий не операционализуется и не используется при построении собственно математической модели.

Противоречивы и сами содержательные установки. С одной стороны, отвергаются и капитализм, и реально существующий социализм, а провозглашаемые социалистические принципы (общественная собственность на средства производства, централизованное планирование) характеризуются самими же авторами как пека «социальная утопия».

Наглядно эта противоречивость выражается в разделении мира на четыре региона, из которых один — развитые страны, без деления их на капиталистические и социалистические, а три другие региона — развивающиеся страны, группируемые по географическому признаку. Здесь и обнаруживается подлинная основа всех противоречий: первостепенное значение придается не различию между капитализмом и социализмом, а разделению мира на «богатые» и «бедные» регионы и страны. В соответствии с этим разделением строились и основные сценарии взаимодействия регионов: при отсутствии или при наличии экономической помощи «богатых» регионов «бедным». Практический вывод из экспериментов с моделью сводится к тому, что необходима помощь «бедным» регионам со стороны «богатых» стран в размере до 2% ежегодного конечного продукта этих стран.

При всей ошибочности деления мира на «богатые» и «бедные» регионы и обусловленной этим глубокой противоречивости модели Барилоче, в ней сделан некоторый шаг вперед к разработке социальных индикаторов при построении глобальной модели. Во-первых, сознательно поставлена задача руководствоваться при отборе этих индикаторов некоторой социально-философской концепцией; правда, задача эта, скорее, декларирована, чем реализована. Во-вторых, операционализированы и введены в математическую модель некоторые новые индикаторы.

Важнейший из них — *удовлетворительные условия жизни*. Под этими условиями понимаются определенные уровни питания и обеспеченности жильем, медицинским обслуживанием и образованием. Указанный параметр принципиально отличается от чисто биологического «выживания»: он не сводится к экстремальному «жить или не жить», а включает нормативную постановку вопроса о некотором минимуме условий жизни, удовлетворяющем основные потребности человека. Правда, на наш взгляд, определение понятия «удовлетворительные условия жизни» не будет полным без включения в него обеспеченности трудом, содержание которого соответствует квалификации работника; соответственно должны учитываться определенные условия труда и гарантироваться принцип оплаты по труду.

Другой существенный параметр, которому в этой модели уделено специальное внимание, — это *урбанизация*. Он включает операциональные характеристики условий жизни городского и сельского населения, процессов миграции из деревни в город и т. д.

Не ставя задачу проследить использование социальных индикаторов во всех имеющихся глобальных моделях, отметим лишь еще один аспект, наметившийся в последнее время и имеющий принципиальное значение. В специализированной «Модели международных отношений в сельском хозяйстве» (проект «MOIRA», разработанный группой голландских специалистов под руководством д-ра Х. Линнемана), наряду с четким различием капиталистических стран и механизмов функционирования их экономики, впервые в глобальном моделировании вводится параметр *социально-экономическая группа*. Имеются в виду социально-профессиональные группы внутри общества (страны), различающиеся по уровню доходов [14]. Например, для капиталистического общества выделяется шесть таких групп, значительно отстоящих друг от друга по уровням доходов и потребления.

Конечно, уровень дохода — далеко не единственный признак социальных групп и он должен быть дополнен другими признаками (наличие или отсутствие средств производства, их характер, размеры и т. п.). В этом случае введение в модель параметра «социальная группа» позволит получить не усредненную по миру в целом или по крупным регионам, а более конкретную картину социально-экономических процессов и их реальных тенденций.

Подведем итоги сказанному и сделаем выводы относительно некоторых нерешенных проблем в области использования социальных индикаторов в глобальном моделировании.

1. Во всех имеющихся глобальных моделях используются те или иные социальные индикаторы. Наблюдается тенденция к расширению их числа. Важнейшими из используемых индикаторов являются: социально-экономический регион; социальная группа; урбанизация; удовлетворительные условия жизни; ценности и нормы общества; субъект управления. С социально-философской, т. е. содержательной общетеоретической точки зрения бросается в глаза крайняя неполнота этого перечня; этот недостаток еще более усугубляется, если учесть, что в каждой отдельной модели используются лишь некоторые из перечисленных выше индикаторов.

Причина этого заключается в том, что многие участвующие в построении глобальных моделей специалисты еще далеко не осознали необходимость руководствоваться при отборе социальных индикаторов некоторой социально-философской концепцией, задающей общетеоретические критерии такого отбора. С другой стороны, в этом, видимо, проявляется и слабость самих распространенных на Западе социально-философских концепций, которые не обладают той обоснованностью и четкостью, какие необходимы при решении задач математического моделирования.

2. Задача состоит в том, чтобы сформировать целостную, отвечающую требованиям необходимости и достаточности систему основных социальных индикаторов для целей глобального моделирования. На наш взгляд, эту систему можно считать удовлетворительной, если она будет отвечать следующим требованиям:

а) включаемые в нее параметры должны быть теоретически обоснованы с позиций целостной социально-философской концепции и одновременно быть операционализируемыми и квантифицируемыми (прямо или косвенно);

б) по составу параметров она должна быть относительно универсальной и в то же время достаточно гибкой, позволяющей модифицировать ее для конкретных задач, решаемых при построении той или иной глобальной модели;

в) будучи относительно самостоятельной, она в то же время должна быть взаимосвязана с другими подсистемами индикаторов модели (экономическими, экологическими и др.), т. е. быть специфической подсистемой более широкой, целостной системы параметров глобальной модели.

По нашему убеждению, именно марксистская философия и социология является той общетеоретической концепцией, с позиций которой можно успешно решить сформулированную выше задачу. Диалектический материализм представляет собой целостное научное мировоззрение, синтезирующее достижения наук о природе,

технике, обществе и мышлении [8]. В социологии марксизма сформирована система понятий, выражающих законы социального прогресса, структуру и динамику различных типов обществ. Ориентируясь на целенаправленное практическое изменение мира, она использует современные методы управления, включая методы системного анализа, математического моделирования [2]. В социологических исследованиях разработаны методы операционализации и квантификации многих общих понятий, получен значительный объем первичной информации.

3. Однако это не значит, что уже имеется готовая система социальных индикаторов, отвечающая специальным задачам глобального моделирования. Построение такой системы требует как уточнения решений некоторых традиционных проблем, так и решения ряда новых проблем.

Прежде всего, в связи с необходимостью операционализировать — для целей глобального моделирования — понятие «социальный индикатор», остро встает традиционная проблема: что такое социальное. Эта проблема весьма широко дебатировалась в СССР и в других странах.

На Западе сложилось так называемое «движение за социальные индикаторы». Его представители подчеркивают недостаточность преобладавшего до последнего времени понятия «валовой национальный продукт» для интегральной характеристики состояния общества в целом и условий жизни его членов и выдвигают новое понятие — «качество жизни» [10]. При этом одни авторы включают в число социальных индикаторов большинство «основных параметров жизни общества — население, окружающая среда, технология и т. д. [12, 17]; тогда как другие относят к социальным более узкий круг параметров — такие, как труд, социальная общность, семья и др. [9].

Анализ показывает, что имеются три основные области значений понятия «социальный»: первое значение связано со спецификой человеческого общества в отличие от природы в целом и животного мира в особенности, оно указывает на исторический характер общественных явлений и процессов, на их обусловленность внутренними законами самого общества; второе значение связано с выявлением конкретной внутренней структуры и динамики общества, исторически сменяющихся форм совместной жизнедеятельности людей; третье — с характеристикой условий и содержания развития отдельного человека, личности. Таким образом, первое значение имеет общий характер, а второе и третье являются более специальными. Каждое из них выполняет свои методологические функции при построении глобальной модели.

4. Уточнение основных значений понятия «социальное» — одна из актуальных проблем, решение которой будет способствовать операционализации понятия «социальный индикатор», необходимой при формировании перечня индикаторов для задач глобального моделирования.

Прежде всего следует определить основания для классификации этих индикаторов. Проблема состоит в наличии большого числа таких оснований, которые желательно свести к необходимому минимуму.

В самом общем виде имеются теоретические и эмпирические основания классификации. Теоретические основания, в свою очередь, подразделяются на содержательные и формальные.

В содержательном отношении существует веер оснований классификации. Представляется фундаментальным различие параметров по их роли в функционировании социальной системы: детерминирующие и детерминируемые параметры при наличии обратных связей от вторых к первым.

Существенны и структурные подходы: различие горизонтальных уровней системы (от глобального до индивидуального) и ее вертикальных сфер (производство, обслуживание и т. д., включая управление). Исторический подход требует выделять сменяющие друг друга типы и состояния социальных систем, а соответственно — индикаторы прошлого, настоящего и будущего. Значимо также различие объективных и субъективных показателей (каково положение на самом деле и как оно воспринимается субъектами). Между всеми этими и другими содержательными подходами имеется тесная взаимосвязь — они переплетаются, пронизывают друг друга.

Наряду с этим, ряд оснований для классификации задается со стороны формальной (математической) теории. Это различие индикаторов по возможности их квантификации, агрегации — дезагрегации и др.

Наконец, индикаторы могут быть классифицированы и по некоторым эмпирическим основаниям: наличие источников информации, методов ее получения и т. д.

Теоретические (содержательные и формальные) и эмпирические основания классификации индикаторов взаимосвязаны прежде всего потому, что они должны реализоваться в рамках единой модели. Чтобы модель не оказалась чрезмерно сложной и нереализуемой, эти основания должны быть сведены к необходимому и достаточному минимуму. При этом наиболее трудной является задача минимизации содержательных оснований.

Имеются разные подходы к решению данной проблемы. Одни специалисты предлагают идеальную «пирамиду индексов»: ее вершину составляют такие ценности, как изобилие, здоровье, равенство; средний уровень — промежуточные абстракции (например, «изобилие» дифференцируется на производство различных товаров, услуг и т. д.); в основании пирамиды находится широкий перечень специфических индикаторов, соотносимых с указанными промежуточными абстракциями [11]. Другие специалисты, отмечая нереалистичность «пирамиды», конструируют «куб индексов» по трем основаниям: (1) объективные и субъективные индексы; (2) агрегированные и глобальные величины,

дисперсионные величины, ковариационные величины; (3) реально существующие и потенциально применимые индексы [10]. Однако эта проблема в целом, а применительно к задачам глобального моделирования в особенности, еще не имеет убедительного решения.

Наконец особую проблему, относительно которой мы ограничимся лишь ее упоминанием, составляет выбор основных (из множества возможных) взаимосвязей социальных индикаторов с другими индикаторами глобальной модели — экономическими, экологическими и т. д., в соответствии с требованиями целостности модели.

5. Построение системы социальных индикаторов выдвигает также ряд проблем перед собственно математической теорией моделирования и управления. Например, достаточно ли корректна идентификация глобальной системы в целом и ее социальной подсистемы в особенности с многоуровневой иерархической системой. По определению Месаровича, одной из неизменных характеристик иерархической системы является «приоритет действий или право вмешательства подсистем верхнего уровня в деятельность подсистем нижнего уровня» [7]. Но что принимать за такого рода верхний уровень по отношению к глобальной системе?

Другую проблему составляет разработка специального математического аппарата, который пригоден для описания исторической изменчивости объекта и механизмов его функционирования. Имеются и иные проблемы (подробнее см. [6]).

В заключение подчеркнем, что решение охарактеризованных выше и других содержательных и формальных проблем возможно лишь объединенными усилиями философов, социологов, историков, экономистов, математиков, специалистов в области моделирования больших систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976.
2. *Гвишиани Д. М.* Организация и управление. М., 1972.
3. *Геловани В. А., Пионтковский А. А., Юрченко В. В.* Моделирование глобальных систем. М., 1975 (Комитет по системному анализу Президиума АН СССР).
4. *Загладин В., Фролов И.* Глобальные проблемы современности.— *Коммунист*, 1976, № 16.
5. *Лапин Н. И.* Глобальное моделирование — новый метод прогнозирования и область идейно-теоретической борьбы.— *Вопросы философии*, 1976, № 2.
6. *Лапин Н. И., Геловани В. А.* Методологические проблемы глобального моделирования.— В кн.: *Взаимосвязь наук при решении экологических проблем.* Москва — Обнинск, 1976.
7. *Месарович М., Мако Д., Такагара И.* Теория иерархических многоуровневых систем. М., 1973.
8. *Федосеев П. Н.* Коммунизм и философия. М., 1971.
9. *Campbell A., Converse P.* The human meaning of social change. N. Y., 1972.

10. *Encel S., Marstrand P., Page W.* The art of anticipation. Values and methods in forecasting. London, 1975.
11. *Gross B.* The state of the nation. London, 1966.
12. *Gross B.* (Ed.). Social intelligence for Americans future. Boston, 1969.
13. *Kaplan M.* Towards an alternative world model: the socio-political dimensions.— Report in the Proceedings of the Seminar on the Latin American World Model at IIASA. Laxenburg, 1974.
14. *Linnemann H.* (Ed.). MOIRA: A model of international relations in agriculture.— Paper for the Third IIASA Symposium on Global Modelling (Food and Agriculture). Laxenburg, 1975.
15. *Meadows D. M., Meadows D. L., Panders J., William W.* The limits to growth. N. Y., 1972.
16. *Mesarovich M., Pestel E.* Mankind at the turning point.— The second report to the Club of Rome, 1974.
17. *Nissel M.* (Ed.). Social trends. London, 1970.

К ПРОБЛЕМЕ ЦЕЛЕЙ ГЛОБАЛЬНЫХ СИСТЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ

Н. Ф. НАУМОВА

Методологическое развитие науки происходит, как известно, в связи с решением не только теоретических, но и прикладных проблем. Поэтому так важно правильно и своевременно оценить методологические возможности исследовательских подходов, создаваемых для социально-практических, например управленческо-прогностических, задач. К числу таких заслуживающих внимания попыток системного анализа социальных процессов принадлежит, на наш взгляд, глобальное моделирование.

Возникшее как отклик прежде всего на экологическую проблему, оно затем быстро охватило целый спектр других проблем: экономическое развитие стран, регионов и человечества в целом, демографический взрыв, неравенство между странами, голод, качество жизни и т. д. Предложенная глобальным моделированием научная, но в то же время достаточно ясная и энергичная прогностическо-управленческая манера решения этих проблем вызвала живую реакцию научной общественности различных стран [14, 16, 23, 24, 26].

В советской научной печати также появился ряд работ, дающих критический анализ этого направления [3, 4, 6, 12].

Авторами этих работ убедительно вскрыты идеологические предпосылки моделей западных ученых: отсутствие классового подхода, установка на тоталитарное и технократическое решение проблем, попытка подменить проблему социального неравенства проблемой неравномерного развития стран мира, некритическое отношение к ценностям буржуазной экономической системы и т. д.

Внимание советских исследователей сосредоточено в первую очередь на важнейшем — политико-идеологическом — аспекте глобального моделирования. Это правомерно, поскольку модели Д. Медоуза, Д. Форрестера, «Барилоче», В. Леонтьева и другие уже используются в политических целях, причем легко предвидеть, что это будет происходить и с еще только разрабатываемыми моделями. В то же время критически исследуется и собственно исследовательская сторона существующих глобальных моделей, выявляются их многие просчеты: недостаточное обоснование системности (неполнота и несистемность параметров), неточность оценок состояния этих параметров и, следовательно, неточность

прогнозов, недостаточная обоснованность некоторых формул, например эконометрических, неудачи в попытках сделать модели управляемыми, т. е. ввести в систему управляющие воздействия, и т. д. Тщательно анализируется и формальный аппарат, математическая основа моделей — применение методов системной динамики и многоуровневых иерархических систем [5].

Критический марксистский анализ западных глобальных моделей продемонстрировал не только их идеологическую и научную ограниченность. Он дал основание говорить и о значительных исследовательских возможностях глобального моделирования как метода анализа социальных систем. Построенное на адекватном теоретико-методологическом основании, оно может стать инструментом, позволяющим исследовать социальные процессы системно, как процессы сложные (многомерные), крупномасштабные и долговременные. Характерные для развитого социализма возрастание объема и роли управленческой, планирующей, проектирующей деятельности, усиление внимания к собственно социальным и человеческим аспектам этой деятельности не только увеличивают объем и масштаб социально-прикладных проблем, решаемых социальным знанием, но и делают их принципиально системными. Исчисление социальной «цены» технических, экономических и организационных нововведений; формулирование социальных и культурных целей, по отношению к которым продукты технического и естественнонаучного знания выступают в качестве средств; поиски «социальных показателей» развития общества и человечества; описание альтернативных путей социального развития и оценка их с точки зрения человека и человечества — все это задачи, которые не могут быть решены как сумма частных задач, вне системного анализа, выведенного на макросоциальный и глобальный уровень.

Именно здесь, на разных уровнях исследования некоторые традиционные методологические трудности системного анализа приобретают особую остроту. Одна из них, которая и является предметом нашего рассмотрения, — это проблема формулирования целей исследуемой системы [11, с. 234—235].

Глобальность исследуемой социальной системы, если понимать ее не просто количественно (многомерность, масштабность и т. д.), а качественно, — это *отсутствие реальной системы более высокого уровня*. Это значит, что здесь по определению нет возможности для «предварительного определения целей более широкой системы, в которую входит данная», и, следовательно, цели глобальной системы не могут быть получены «в результате анализа некоторой взаимосвязанной совокупности функций и целей более широкой системы, т. е. в результате исследования, удовлетворяющего всем нормативам научного анализа» [11, с. 241]. Более того, здесь неприменим и метод «последовательных приближений», который в подобных случаях дает выход из методологически парадоксальной ситуации.

В предложенных глобальных моделях эта ситуация разрешается четырьмя способами. Первый путь, который используется чаще всего, состоит в том, что цели системы формулируются чисто ценностным способом в том смысле, что они никак теоретически не обосновываются, преподносятся как нечто само собою разумеющееся («выживание» в моделях Д. Форрестера, Д. Медоуза, М. Месаровича и Э. Пестеля, «равенство» и «достойное человека существование» в модели «Барилоче», «благополучие и достоинство» в проекте Тинбергена и т. д. (см. [7]). При таком подходе к постановке целей системы методологические требования сводятся к необходимости: эксплицировать ценности исследователя; формулировать цели альтернативно, т. е. включать альтернативы для выбора; оценивать цели с точки зрения «кому это выгодно» [14, с. 14—16, 28—30]. Очевидно, что при всей разумности этих требований они не могут обосновать определение целей системы¹. Более того, сама возможность такого обоснования ставится здесь под сомнение, что принципиально ограничивает возможности науки в этой сфере.

Второй путь, о необходимости которого западные исследователи начали говорить в ходе критики первых моделей [14, р. 107], заключается в выведении целей социальной системы из целей (точнее, установок) входящих в нее групп и индивидов [19, 20, 21, 22]. Этот путь продиктован не только своеобразным социологическим «поминализмом» и похвальным стремлением решать и планировать «с людьми», а не «за людей» [18, р. 30—31], но и традиционным для западной теории управления толкованием проблемы целей социальных систем как проблем «групповых решений» и «групповых игр». Практическое воплощение этот подход нашел, во-первых, в попытках использовать в глобальном моделировании уже существующие социологические данные об установках индивидов [15, 20, 22] и, во-вторых, в создании специальных вопросников для целей глобального моделирования (например, вопросника Гэллага-Кеттеринга [17], направленного на выяснение весьма широкого круга установок индивида: надежды, цели, заботы и убеждения сейчас, в прошлом и в будущем; удовлетворенность трудом, досугом, образованием, здоровьем, семейной жизнью, доходом и т. д.; специальные проблемы — женский вопрос, охрана среды, отношение к развивающимся странам, к ООН и т. д.).

В основе такого подхода лежит допущение, что цели социальной системы могут быть заданы, выведены с помощью «агрега-

¹ Хотя и позволяют глобальным моделям выполнять такую важную функцию, как рациональное осмысление и переосмысление ценностей культуры. Эксплицируя основные ценности культуры, глобальное моделирование тем самым превращается в компонент саморефлексии культуры, новый метод размышления над основными ориентирами человеческой деятельности.

ции» целей (установок, ценностей и т. д.) индивидов (например, цель системы — это цель, в наибольшей степени приемлемая для наибольшего числа членов системы). Теоретическая слабость этого допущения с точки зрения марксистской социологии и системной методологии очевидна — оно не учитывает ни самостоятельности системы как целого, ни непригодности многих количественных процедур (в частности, агрегации) для идентификации целей индивида. Кроме того, здесь существуют принципиальные методические трудности, которые заставляют и западных социологов скептически относиться к такого рода попыткам. Наиболее распространенные ошибки «опросного» метода задания целей следующие:

Смешение диагноза и предписания. Мнение респондента по поводу существующего положения дел толкуется как мнение о желаемом положении дел (например, неудовлетворенность толкуется как желание радикальных перемен).

Смешение учета мнений и действий на основе этих мнений. Учитывать мнения необходимо, но это не значит, что рекомендации должны сводиться к выражению этих мнений.

Смешение поведения и мнения. Даже если люди считают свое нынешнее поведение (или установки) правильным, из этого не следует, что они будут осуществлять его и дальше.

Ограничение учета мнений людей только тем, что относится к сфере «потребления».

Смешение внешних проявлений социальной проблемы с ее сущностью. Пренебрежение к теории мешает понять внутренние механизмы наблюдаемого социального поведения [25, с. 88].

Само по себе обращение к анализу общественного мнения, установок индивидов, социальных групп и общностей в процессе формулирования целей социальной системы вполне правомерно. Оно помогает решить некоторые важные методологические задачи: социологически обосновать полноту описания целей, учесть интересы различных социальных групп, избежать невольного навязывания исследователями своих ценностей. Однако данные опросов могут служить только исходным, но никак не конечным этапом анализа и формулирования целей глобальной системы.

Третий путь — вынести цели моделируемой системы за пределы модели, передав задачу их формулирования «лицу, принимающему решение» (ЛПР), работающему с ЭВМ в диалоговом режиме (модель Месаровича — Пестеля).

Ряд параметров модели остается неопределенным при написании системы уравнений. ЛПР перебирает различные «сценарии» (наборы значений этих неопределенных параметров) и в результате диалога с ЭВМ, в процессе которого оцениваются последствия каждого сценария, выбирает «приемлемый». После выбора сценария система становится замкнутой и ЭВМ просчитывает ее траекторию. Сами создатели модели не формулируют цели этого поиска, т. е. не формулируют целей глобальной

системы. Таким образом, целями системы становятся цели ЛПР [4].

Этот подход даже с практически-управленческой точки зрения имеет весьма ограниченное значение, так как ЛПР не имеет здесь возможности проанализировать весь спектр альтернатив и найти наиболее рациональное решение. С теоретической же точки зрения это просто уход от теоретического и тем самым — научного решения проблемы задания целей системы.

Четвертый путь, все более активно используемый западными исследователями, — это выведение целей глобальной системы из целей человека не как эмпирического индивида, а из некоторой теоретической модели человека. Такое решение проблемы правомерно, на наш взгляд, но при одном принципиальном методологическом условии — если найден подход, позволяющий теоретически описать человека как *самоцель* развития глобальной системы, т. е. как систему саморазвивающуюся (производящую новые элементы своей структуры, например новые потребности), целостную и бесконечную (развивающуюся вне всякого заранее заданного масштаба [1, с. 476], «желаемое состояние» которой не описывается определенными параметрами ее самой).

Для выполнения этой задачи непригодна, как нам представляется, осуществляемая сейчас в рамках глобального моделирования методология *прямой операционализации* [10], которая практически отбрасывает собственно теоретический уровень анализа и моделирования, ограничивая его произвольным отбором категорий описания и сводя тем самым свою задачу к поиску прямых «эмпирических референтов» этих категорий.

Метод прямой операционализации в данном случае заключается в описании человеческой личности как конечного набора конечных параметров (целей, ценностей, потребностей, личностных черт и т. д.), причем это описание строится как удовлетворяющее определенным требованиям.

Категории описания (параметры личности) должны быть операционализируемы, т. е. переводимы на язык объективных эмпирических измерений. Это значит, что каждый параметр описания человека должен толковаться как такое его свойство или состояние, которое может быть выражено в данных социальной статистики, социологических исследований или получено в результате работы соответствующей модели.

Параметры описания должны быть квантифицируемы, т. е. состояние отражаемых ими явлений и связи между ними должны быть выражены количественно. Если речь идет, например, о потребностях или целях, то необходимо найти способ объективно определять как сам момент удовлетворения потребности или достижения цели, так и состояние в любой момент («ближе» или «дальше» от цели и насколько и т. д.). Это значит, что все свойства или состояния человека толкуются как конечные, имеющие заданные границы.

Описание структуры, связей этих параметров должно быть таково, чтобы оно позволяло применить логический и математический аппарат теорий принятия решений, теории игр или других формализованных теорий человеческого поведения. Как правило, такое описание строится на следующих допущениях:

— иерархичность: потребности, цели, ценности всегда выстраиваются (или могут быть выстроены) в определенную иерархию, имеют устойчивый (пусть в определенных временных границах) порядок предпочтений;

— последовательность: на смену одной удовлетворенной потребности или достигнутой цели приходит другая, более «высокие» потребности возникают на базе удовлетворения более «низких» и т. д.;

— дискретность: всегда можно объективно зафиксировать конец или границы определенных этапов в процессе удовлетворения потребностей или достижения целей и ценностей;

— логичность: предыдущий этап удовлетворения или достижения должен логически не противоречить настоящему.

— сравнимость: всегда можно сказать, какая из двух потребностей (целей и т. д.) «сильнее», «выше» и т. п.

Выполнение всех этих требований прямой операционализации позволяет затем с помощью формальных, модельных процедур вывести цели глобальной системы и ее подсистем, оценить возможные альтернативные пути их развития, сформулировать приоритеты в социальном управлении, выдвинуть критерии оптимизации системы и т. д. Поэтому именно этот методологический подход господствует сейчас в глобальном моделировании.

В имеющихся моделях этот подход реализован в весьма простой форме. Если говорить о самих моделях, а не об их идеологическом обрамлении, которое, как правило, не получает воплощения ни в сценариях, ни в управляющих воздействиях, ни во внутримодельных переменных, то можно утверждать, что человек как цель глобальной системы задается здесь как некоторый набор «естественных», «минимальных» или «основных» потребностей («выживание», «удовлетворительные условия жизни», потребности в питании, образовании, жилье и медицинском обслуживании, «минимальное благополучие» и т. д.). Несмотря на не только признаваемую, но даже подчеркиваемую «минимальность» этих потребностей (как по содержанию, так и по задаваемому уровню удовлетворения), этот набор считается достаточным для описания целей модели, с помощью которой исследуются не частные проблемы (питания, образования или здравоохранения), а стратегия развития человечества.

Значительно более сложным, но на основе этого же подхода, представляется описание человека в разработках, непосредственно не воплощенных в моделях, но осуществлявшихся в рамках проектов глобального моделирования (см., например [15, 19, 20, 22]). Здесь даются определения основных потребностей (целей,

ценностей, «ориентиров») человека, предлагаются систематизированные, упорядоченные их наборы, обосновывается полнота и системность последних, предлагаются схемы операционализации и формулируются некоторые правила выстраивания и смены потребностей (целей) и т. д.

В разработке К. Мальмана «Качество жизни и альтернативы развития», сделанной для фонда «Барилоче» [22], в качестве основных человеческих потребностей предлагается рассматривать потребности в выживании, защите, любви, понимании, управлении, отдыхе, деятельности, самоуважении и синергии. Операционализация этих категорий мыслится как определение соответствующих социальных «удовлетворителей» этих потребностей. Например, потребности в понимании соответствуют образованию и обучению, потребности в управлении — принятию решений, власть, политическая деятельность и т. д. Механизм движения от одной потребности к другой описывается в сущности одним правилом: переход от «более насущных» к «менее насущным» (от выживания к защите и т. д.); в соответствии с этим должны определяться и приоритеты в социальной политике [22, с. 3, 6].

Более детализированной является разработка Х. Боссела «Об основных потребностях, приоритетах и нормативном изменении» [15], выполненная для проекта глобальной модели Месаровича — Пестеля. В ней выделяется десять групп основных потребностей, формулируемых автором как на индивидуальном, так и на социальном уровне:

1) Потребность в физическом и физиологическом поддержании жизни (индивидуальный уровень: пища, питье, воздух, кров, тепло, сон, активность, отдых, секс, ресурсы и т. д.; социальный: общественные блага, коммуникации, природные и экономические ресурсы и т. д.).

2) Основные психологические потребности (индивидуальный уровень: любовь, привязанность, чувства, эмоции, счастье, удовольствие, хорошее настроение, внутренняя гармония, снятие диссонанса, чувство завершенности, социальное признание и т. д.; социального уровня нет).

3) Социально-сформированные потребности (индивидуальный уровень: религия, идеология, суеверия, ритуалы, фетишизм и т. д.; социальный: некоторые аспекты культуры, традиций, обрядов и церемоний, групповых норм и т. д.).

4) Безопасность (индивидуальный уровень: постоянный кров, достаточная еда, хорошие условия среды, защита от агрессии и насилия, здоровье, социальная безопасность и т. д.; социальный: национальная безопасность, достаточность ресурсов, внутренняя безопасность и проведение законов в жизнь и т. д.).

5) Свобода действий (индивидуальный уровень: индивидуальная свобода, свобода передвижения, автономия, самоактуализация, самодостаточность, ответственность, индивидуальность,

независимость и т. д.; социальный: независимость, самодостаточность, не-уровнировка и т. д.).

6) Готовность (индивидуальный уровень: ориентировка, знание, информация, мудрость, самоконтроль, здоровье, игры и т. д.; социальный: все перечисленное плюс образование, тренировка, защита ресурсов и т. д.).

7) Сила (индивидуальный уровень: терпимость, широта взгляда, гибкость, здоровье и т. д.; социальный: стабильность, богатство, плюрализм, децентрализация и т. д.).

8) Предсказуемость (индивидуальный уровень: порядок, логика, рациональность, красота, мораль и т. д.; социальный: порядок, закон, социальные отношения, мир, честь, истина, лояльность и т. д.).

9) Успех (индивидуальный уровень: ориентация на цель, минимизация случайного поведения, эффективное использование ресурсов и т. д.; социальный: все перечисленное выше плюс взаимная помощь, обмен, координация, коммуникация, разделение труда, иерархизация, структура, институциональная власть и т. д.).

10) Способность влиять на среду (индивидуальный уровень: власть, функциональная часть агрессии, планы, средства, интеллект и т. д.; социальный: экономическая или военная сила, власть, агрессия, научные и промышленные возможности и т. д.) [15, с. 154—157].

Схемы операционализации автор не дает, хотя можно предположить, что, формулируя потребности на социальном уровне, он обозначает направление, в котором она должна осуществляться. Что касается процедур оценки удовлетворения потребностей, определения приоритетов и т. д., то они формулируются в рамках описанного нами подхода: количественная оценка, иерархическая структура потребностей, переход от «низших» к «высшим», количественная сравнимость силы или значения потребностей, «максимизация общего уровня удовлетворения потребностей» и т. д. [15, с. 168—171].

Очевидно, что против основных принципов методологии прямой операционализации, так же как и воплощения их в моделях и разработках, могут быть выдвинуты серьезные возражения. Большие сомнения вызывает не только корректность этих методологических принципов и их конкретизации, но и сама возможность решить в их границах поставленную задачу — описание человека как самоцели глобальной системы. Остановимся сначала на проблеме корректности этих принципов.

Операционализация понятий потребностей (целей, ценностей и т. д.) осуществляется здесь таким образом, что в некотором наборе надкультурных и наднациональных «инвариантов» потребностей каждому элементу (т. е. каждой потребности как некоторому обобщенному внутреннему состоянию личности — например, потребности в самореализации или привязанности) должен соответствовать определенный социальный предмет (или

набор социальных предметов), удовлетворяющих эту (и только эту) потребность (например, творческий труд и семья). Однако эта теоретическая задача невыполнима, как отмечают иногда и те, кто ее ставит [15, с. 168], ибо здесь существует двойная неопределенность.

Во-первых, все социальные предметы многофункциональны по отношению к инвариантам человеческих потребностей. Творческий труд, социальный статус, семья, не говоря уже о таком универсальном социальном предмете, как деньги, — каждый из них удовлетворяет не одну, а сразу несколько человеческих потребностей. Это значит, что объективные данные о доходе, характере труда, количестве разводов и т. д. не дают нам ответа на вопрос, какие именно потребности удовлетворяются. Именно поэтому в схеме Боссела мы наблюдаем повторение в различных группах потребностей одних и тех же социальных явлений и процессов — обучения, коммуникаций, культуры, законов, власти и т. д. Ту же неоднозначность можно обнаружить и в схеме Мальмана.

Во-вторых, любая инвариантная потребность может быть удовлетворена различными путями, с помощью различных социальных предметов. Это значит, что, зная потребности людей (как некоторые внутренние состояния), мы не можем однозначно определить, даже в рамках одной культуры, какие именно социальные предметы необходимы им для удовлетворения этих потребностей. «Чем», например, будет самоутверждаться человек — творчеством, властью или любовью? Более того, даже имея объективные данные и о потребностях людей и об их социальном «спросе», мы не можем однозначно определить их потребности в целом (как единство внутреннего побуждения и социального предмета), ибо не знаем, какой именно элемент одного ряда соответствует каждому элементу другого ряда.

Из принципиальных трудностей операционализации вытекают такие же трудности квантификации, невозможность объективно установить, рассчитать степень удовлетворения тех или иных инвариантных потребностей личности. Можно определить структуру «спроса» на социальные предметы, но эта структура не дает ответа на вопрос, какие именно потребности и насколько удовлетворяет при этом человек. А без этого задача моделирования человека как совокупности потребностей редуцируется к задаче моделирования экономического поведения человека, т. е. чисто экономического спроса. Если же при моделировании ограничиться только теми потребностями, ценностями или целями, степень насыщения или удовлетворения которых может быть рассчитана на основании объективных данных, то из модели выпадут «ненасыщаемые» потребности, такие, как потребность в самореализации или смысле жизни, универсальные ценности и «иррациональные» потребности. Тем самым устранятся важнейшие элементы, определяющие открытость и потенциальность человеческой личности.

Наиболее уязвимыми являются постулаты о иерархической структуре потребностей и последовательном переходе человека с нижних ступеней этой иерархии на более высокие (при условии необходимого удовлетворения данной потребности). Эти утверждения не соответствуют, во-первых, психологической реальности, в которой весьма сильны такие механизмы, как сдвиг мотива на средство, т. е. «застывание» на определенных уровнях, возникновение новых потребностей, а не просто передвижение по заданной иерархии, параллельное действие нескольких потребностей и т. д. Во-вторых, они не соответствуют реальности социальной. В каком мире мы жили бы, если бы человек действительно переходил на следующий уровень, только полностью удовлетворив потребности предыдущего? Где была бы человеческая культура? И в какой мир зовут нас теоретики «базисных» или «минимальных» потребностей, предлагая строить приоритеты по принципу «сначала удовлетворим первичные потребности, а потом — вторичные». Придет ли тогда время этих «вторичных»? Постулат о последовательном удовлетворении человеческих потребностей — это призыв к свертыванию культурного развития.

Анализ методологии прямой операционализации и ее применения дает основания, как нам представляется, сделать выводы не только о некорректности ее основных посылок. Последняя служит внешним выражением неадекватности подхода в целом для целей глобального моделирования. Описание человека как совокупности каких-либо количественных его параметров неадекватно поставленной задаче — описать его как самоцель глобальной системы, оно не дает возможности представить человека как систему бесконечную, саморазвивающуюся и целостную.

Анализ трудностей, возникающих при описании человека в моделях глобальных систем, позволяет сделать вывод, что разрешение их возможно только на основе марксистской методологии, имеющей за собой глубокую философскую традицию и в основе которой лежит принцип деятельности [2, 8]. При этом, однако, необходимо учитывать, что «...эффективность понятия деятельности как объяснительного принципа существенно зависит от того, насколько удалось раскрыть содержание этого понятия в предмете соответствующей дисциплины, т. е. насколько конструктивно с его помощью выделена, ограничена и сконструирована предметная реальность» [13, с. 86].

Для решения этой задачи — содержательного раскрытия концепции деятельности для описания человека в моделях глобальных систем — необходимы поиски сложных и разнообразных механизмов социальной деятельности на всех уровнях и в различных формах социального поведения [10]. Этот подход предполагает создание модели социального поведения, социального действия человека, отличной от господствующей сейчас целерациональной модели. Последняя фиксирует внимание на внешней детерминации поведения (вознаграждении), процессе целодостижения, том

кует активность как непрерывную постановку конкретных целей («суету сует») и свободный выбор средств, а рациональность — как логичность, последовательность, эффективность. Между тем основные моменты деятельности не в меньшей мере связаны с внутренней детерминацией поведения, с процессом полагания обобщенных целей — ценностей, с широким спектром рациональностей как функциональных по отношению к системе личности форм поведения. Эти важные аспекты и должны быть отражены в модели поведения человека, если ставится задача представить его как деятельность.

Вывод о принципиальной ограниченности метода прямой операционализации может быть отнесен не только к задаче описания человека в глобальных моделях, но и в целом к проблеме описания целей системы.

Работа над глобальными моделями показала, что оценка движения систем такого уровня может осуществляться по отношению к целям двух принципиально различных типов. Первый тип целей — это *цели-проблемы*, относящиеся к конкретным социально-практическим задачам, которые возникают на определенных этапах объективного социального развития и осознаются общественным мнением. Именно этого типа цели закладываются в предложенные глобальные модели — голод, загрязнение среды, истощение ресурсов и т. д. Это конечные цели, и в качестве таковых они могут быть описаны методом прямой операционализации.

Однако по мере того как проблематика глобального моделирования расширяется, становится очевидной необходимость найти методологические подходы к формированию целей другого, более сложного, типа. Это *цели-смысл*, бесконечные цели, самоцели системы, такие, как развитие личности или реализация потенций человечества. Поскольку описание цели как совокупности параметров «желаемого состояния системы» здесь невозможно и, следовательно, непригодна прямая операционализация, становятся необходимыми другие методы формулирования целей системы и оценки движения ее к этим целям. Один из возможных методов — это моделирование не самого процесса движения к цели (например, развития личности), а изменения условий, необходимых для осуществления этого движения. Второй подход — моделирование движения к цели с помощью введения в модель ограничений, «гарантирующих» это движение. По отношению к глобальным социальным процессам в качестве таких гарантов-ограничений могут рассматриваться некоторые универсальные человеческие ценности, как свернутая исторически сформированная система оценки последствий тех или иных решений социальных проблем с точки зрения интересов личности и человечества [9].

1. *Маркс К., Энгельс Ф.* Соч., т. 46, ч. 1.
2. *Батищев Г. С.* Деятельная сущность человека как философский принцип.— В кн.: Проблема человека в современной философии. М., 1969.
3. *Василенко Л. И.* Проблематика «пределов роста» и современная наука.— Вопросы философии, 1974, № 11.
4. *Геловани В. А., Пионтковский А. А., Юрченко В. В.* Моделирование глобальных систем. М., 1975 (Комитет по системному анализу Президиума АН СССР).
5. *Геловани В. А., Пионтковский А. А., Юрченко В. В.* О задаче управления в глобальной модели WORLD-3. М., 1975.
6. *Лапин Н. И.* Глобальное моделирование — новый метод прогнозирования и область идейно-теоретической борьбы. Круглый стол «Вопросов философии»: Духовный кризис современного буржуазного общества.— Вопросы философии, 1976, № 2.
7. *Лапин Н. И.* Социальные индикаторы в моделях глобального развития.— В наст. сб.
8. *Леонтьев А. И.* Деятельность, сознание, личность, М., 1975.
9. *Мамардашвили М. К.* Обязательность формы. Круглый стол «Вопросов философии»: Взаимодействие науки и искусства в условиях НТР.— Вопросы философии, 1976, № 12.
10. *Наумова Н. Ф.* Принцип деятельности в социологии. Методологические проблемы исследования деятельности.— В кн.: Эргономика, вып. 10. М., 1976.
11. *Садовский В. Н.* Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М., 1974.
12. *Федоров Е. К., Новик И. Б.* Проблемы взаимодействия человека с природной средой.— Вопросы философии, 1972, № 12.
13. *Юдин Э. Г.* Понятие деятельности как методологическая проблема. Методологические проблемы исследования деятельности.— В кн.: Эргономика, № 10. М., 1976.
14. The art of anticipation. Values and methods in forecasting. S. Encel, P. K. Marstrand, W. Page (Eds). University of Sussex, 1975.
15. *Bossel H.* Notes on basic needs, priorities, and normative change. Research and human needs. P. Bisogno and A. Forti (Eds). Roma, 1976.
16. *Etienne G.* Le club de Rome de l'Asie: mort ou survie.— Esprit, Paris, 1975, N 2.
17. *Gallup G.* Statement to the Senate Foreign Relation Committee Hearing, September 20, 1976. .
18. *Gans H. J.* Social science for social policy.— In: The use and abuse of social science. I. L. Horowitz (Ed.). New Brunswick, 1971.
19. *Laszlo E.* From crisis prevention to positive goals. (New approaches to the world system).— New Economic Order, 1976, v. 3, N 3/4.
20. *Laszlo E.* e. a. Goals for global society. The third generation. Report to the Club of Rome. N. Y., 1975.
21. *Laszlo E.* e. a. Goals for mankind. A Report to the Club of Rome on the new horizons of global community. N. Y., 1977.
22. *Mallmann C. A.* Quality of life and development alternatives. Fundacion Bariloche, Rio Negro, September 1975.
23. Man, environment and the great growth debate.— Marxism Today, London, 1974, v. 18, N 3—5, 7, 8; 1975, v. 19, N 4.
24. *Picht G.* Die Bedingungen des Überlebens. Von den Grenzen der Meadows-Studie.— Merkur, Stuttgart, 1973, N 3.
25. *Platt J.* Survey data and social policy.— British Journal of Sociology, March 1972, v. XXIII, N 1.
26. *Semkov J.* Uwagi na temat drugiego raportu Klubu Rzymskiego «Ludzkość na rozdrożu».— Gospodarka planowa. Warszawa, 1975, r. 30, N 2.

СИСТЕМНО-СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Л. И. ВАСИЛЕВСКИЙ, П. М. ПОЛЯН

Объекты географического изучения, как правило, необычайно множественны и сложны, не менее разнообразны и связи между ними. В то же время они отнюдь не хаотичны: в них просматривается определенный порядок, вычленивается инвариант, зачастую наблюдаются иерархические отношения и т. п. Поэтому не случайно, что теоретические представления об объектах наук географического цикла — биогеоценозах, морфоструктурах, ландшафтах, различного рода районах — объединяются общей идеей целостности (относительной целостности) природно- или производственно-территориальных комплексов. «...Географические науки всем ходом своего развития хорошо подготовлены к восприятию и активному развитию системного подхода» [20, с. 67]. Очевидная недостаточность механистических моделей, повышение роли методологической рефлексии и, наконец, поиск изоморфизмов, обладающих эвристической ценностью¹, — вот три фактора, на стыке которых сложилось представление о необходимости системного подхода к объектам географии (в том числе и экономической).

Системно-структурное исследование имеет своим началом обоснованное выявление и отграничение изучаемых систем. Следующим шагом является определение характера систем (открытая или закрытая) с последующим анализом их целостности (или степени целостности). На этом этапе исследования система выступает как «черный ящик».

Следующий этап (как бы этап «белого ящика») распадается на ряд последовательных подэтапов. Первым из них является структуризация, т. е. качественное осмысление системы как организованного единства (целостности) образующих ее компонен-

¹ Часто в этом контексте употребляют термин «парадигма» (системная парадигма). Автор этого термина (вернее, его нового, расширительного значения) американский ученый Т. Куп определяет парадигму как всеми признаваемую совокупность научных знаний и оценок, используемую специалистами в течение определенного времени в качестве своего рода образца, модели или «шаблона» при постановке решений научных проблем [26, с. 11]. Иначе говоря, парадигма — это та или иная рабочая концепция науки, некий методологический трафарет, правило выбора алгоритмов, в соответствии с которыми осуществляются исследовательские процедуры. Это понятие принято на вооружение и географами, как зарубежными, так и советскими (В. В. Сочава, Д. Харвей и др.).

тов — в том или ином структурном ракурсе. Далее следует параметризация, т. е. задание концептуального пространства структуры с помощью нескольких автономно-взаимосвязанных и многоаспектных параметров, служащих как бы координатными осями в этом пространстве. И, наконец, третьим подэтапом является формализация структуры (а через нее и системы) с помощью их математико-статистического моделирования; этот подэтап подразумевает экспликацию структуры и служит базой для последующих научных и прикладных процедур, не являющихся собственно системными (например, типологизация структур или прогнозирования).

ЦЕЛОСТНОСТЬ И ЕЕ КРИТЕРИИ

Критерии целостности, несмотря на частое обсуждение этого вопроса в философской литературе, к сожалению, пока еще явно неопределены. Как писали М. Ф. Веденов и В. И. Кремьянский: «Признаки органичной целостности неоднократно рассматривались в литературе, но пороюсь, между тем как они характеризуют ее качественную специфичность только в своей совокупности» [15, с. 234]. В этой связи мы попытались построить — в порядке предварительного допущения — некую условную совокупность критериев целостности (опираясь на литературные источники и знакомую нам экономико-географическую эмпирику).

1. *Функциональность*, т. е. способность к осуществлению определенной функции (например, функции расширенного воспроизводства продукции в народном хозяйстве)².

2. *Цельность* подразумевает некое единство системного субстрата, непрерывность развития и функционирования системы во времени и пространстве.

3. *Эмерджентность* коротко можно определить как неравенство целого сумме его частей, неаддитивность системных компонентов, качественную специфику различных уровней системы. Иными словами, это наличие у системы (или на уровне системы) специфических свойств, не присущих ее компонентам или процессам их соединения. Измерить эмерджентный эффект нелегко, но его примеры хорошо известны, в частности, в экономической географии — эффект агломеративности городского населения, социально-экономические последствия урбанизации и т. д.

4. *Автономность системы* означает ее относительную замкнутость, отграниченность от других систем, выделенность в рамках среды, или суперсистемы. Иными словами, это значит, что целостность системы обусловлена преимущественно внутрисистемными факторами.

² В некоторых случаях функциональность систем совпадает с их целесообразностью. Но при этом важно различать собственные и несобственные цели систем, поскольку любая система «...независимо от того, ради каких целей она была создана, имеет еще всегда вторичную цель — сохранить себя и свое функционирование» [58, с. 43].

5. *Объективность* границ. Для системы народного хозяйства наиболее существенны территориальные границы.

6. *Интегрированность* отражает характер, полноту охвата и интенсивность связей в системе. При возмущении одного из компонентов изменению подвержены другие, а также система в целом.

7. *Гомеостазис* обозначает функциональную устойчивость во взаимоотношениях с внешней средой, или суперсистемой. Гомеостазис не может быть приписан какой-либо части системы: он присущ ей именно как целостной совокупности компонентов. Различаются две противоречивые его составляющие — гомеорезис (устойчивость вопреки агрессивным действиям среды) и адаптивность (приспосабливаемость к изменениям внешней среды при неизменности основных структурных черт системы).

Приведенные выше признаки целостной системы тесно связаны друг с другом и частично перекрывают друг друга. Многие из них в отдельности достаточно подробно описаны в литературе. Сам их перечень, быть может, неполон, неточен и заведомо дискуссионен, но в принципе такой набор необходим для идентификации целостных систем и может явиться шагом на пути конкретизации проблемы целостности, по крайней мере в операционном смысле, поскольку все эти критерии — не строго качественные, а подразумевают те или иные внутренние градации, следовательно, каждый из них может и должен быть выражен в количественной форме.

Вся эмпирика географических исследований организована относительно трех наиболее общих научных понятий: «природная среда» как объект физической географии, «общество» как объект социальной географии и «хозяйство» как объект экономической географии. Все эти объекты целостны, системны и обладают определенной протяженностью, занимают некоторую территорию³.

Поэтому, на наш взгляд, не вполне оправданно часто встречающееся выделение в качестве объектов географических наук особых образований типа *геосистем* или *территориальных систем*. Сам термин «геосистема» (впервые появившийся в середине 60-х годов в трудах В. В. Сочавы) может интерпретироваться двояко:

³ Термину «пространство», имеющему яркую философскую и математическую окраску, многие географы предпочитают более «приземленный» термин «территория». Территория — это естественная основа производства и жизнедеятельности; в то же время это географическая спецификация пространства. Как и пространство, она — трехмерный континуум, но в отличие от него она вещественна, субстратна. Ее вертикальная составляющая качественно отлична от горизонтальных составляющих, что физически обусловлено силами тяготения (по полу ходить гораздо легче, чем по стене), и в то же время количественно ограничена (несколькими десятками километров, составляющих вертикальную протяженность биосферы, за пределы которой географы, как правило, в своих исследованиях не выходят). Эта специфика территории, ее условная квазиплоскостность позволяют при описании и анализе ограничиваться двумерными моделями (самый яркий пример — географические карты).

во-первых, как *земная* система, система земного масштаба, «мезомир», привычный человеку, и, во-вторых, как *географическая* система (т. е. та же территориальная, или пространственная система). В литературе встречаются обе трактовки, однако ни одна, ни другая во многом не удовлетворяют современным требованиям науки. Первый вариант (земные системы), на наш взгляд, непомерно широк для географии и лишает ее специфики; территориальность здесь подменена масштабностью⁴. Второй вариант (географическая система) вполне географичен, однако опять-таки некорректен и расширителен, хотя и в ином отношении. Понятие геосистемы, как нам представляется, было бы оправдано лишь для таких систем, специфика которых полностью сводилась бы к территориальным характеристикам и до конца исчерпывалась бы ими; примеры таких безфункциональных систем — истинных геосистем — нам неизвестны. В самом деле, в большинстве случаев «...не пространственная близость создает связи, а необходимость связей определяет пространственную близость. Географы здесь часто выражаются небрежно» [42, с. 20]. На некорректность термина «географическая система» указывает и И. М. Маергойз: «...Критерий целостности систем, образуемых производством, и прежде всего его общегосударственной системы, не уместается в чисто географических рамках; ведь народное хозяйство страны — это не только территориально, но и производственно-экономически... и социально-экономически целостное образование» [32, с. 8].

При всем этом концепция геосистем сыграла чрезвычайно важную и положительную роль в процессе проникновения системно-структурных представлений в географические науки. Она обогатила и до известных пределов укрепила понятийный и теоретико-методологический базис экономической географии. Эта концепция стала новой точкой роста данной науки и подготовила почву для становления и развития других теоретических концепций экономической географии, опирающихся на системно-структурный подход.

СТРУКТУРИЗАЦИЯ И ПОЛИСТРУКТУРНОСТЬ

Как отмечал И. Б. Новик [40, с. 23], «парным» понятием (т. е. оппозицией) к понятию системы является понятие компонент, или элемент, в терминах Новика⁵. Действительно, «система элемента, ибо элементы являются ее строительным мате-

⁴ В самом деле, геосистема становится универсальным синонимом системы вообще, лишь бы последняя не выходила за рамки мезомасштаба: в число геосистем в таком случае попадают многие биологические, технические, управленческие и иные системы, которыми географ, быть может, и интересуется (из естественного желания расширить свой кругозор), но не занимается специально.

⁵ Реальные части географических объектов мы будем называть компонентами в отличие от абстрактных элементов, на которые делится струк-

риалом, слагают ее, но в то же время элемент системы, ибо он погружен в систему, и в этом смысле подчинен ей» (там же), к тому же членение системы на компоненты относительно, оно привязано к тому или иному способу членения. При этом компонент понимается как минимальная (условно неделимая), внутри себя цельная и в то же время различимая единица системы, как некий кирпичик, несущий в себе — в виде фрагмента или миниатюры — основные свойства «своего» здания. Но это уже означает, что набор компонентов отнюдь не произволен, их выбор диктуется самим объектом исследования. Иными словами, компонент важен не сам по себе (от его внутреннего строения, как правило, абстрагируются, принимая его как бы за некую цельную, непроницаемую подсистему), а в связи с его функцией в рамках целого. Выразимся определенной: именно способность самостоятельно выполнять ту или иную функцию (или ее часть) и должна быть критерием выявления компонента, поскольку именно с этой способностью связывают представление о его самостоятельной активности, т. е. об относительной автономности.

Но как же изучать систему, имея перед собой и ее саму, и ее компоненты? Как реализовать и синтез, и анализ в едином процессе исследования? Практика многих наук свидетельствует о преобладании покомпонентного изучения системы (в экономической географии это ярко демонстрирует так называемая «районная школа»). Этот «атомизм» хорош и даже неизбежен как этап исследования, но он грозит опасностью упустить из виду объект как целое.

Есть и другой, восходящий к кибернетике путь: исследуемый объект априори берется как целостный, и исследователь, не пытаясь заглянуть «внутри» него, только фиксирует реакции объекта на входе и выходе. Система описывается посредством внешних параметров и в принципе мало чем отличается от компонента в «атомистическом» подходе (такого рода «холизм», в частности, типичен для экосистемных исследований).

Но очевидно, что ни «атомизм», ни «холизм» не способны раскрыть внутреннюю сущность и механизм функционирования (и развития) систем: «...Несомненные ограниченности таких процедур заставляют искать более адекватные способы исследования систем, и тогда встает вопрос о структуре системы» [43, с. 436]. Именно структуризация, т. е. выделение ряда взаимонезависимых (ортогональных) и необходимо дополняющих друг друга структур и последующее рассмотрение изучаемых систем под углом зрения инвариантности этих структур, является стержнем и средством решения задачи синтеза систем.

Обычно подчеркивают, что структура для теории систем — то же, что число для математики: если системы реальны, то струк-

тура. Элемент структуры, в нашем понимании, соотносится с компонентом системы, т. е. точно так же, как и сама структура с системой. Иными словами, элемент является ракурсом, ипостасью компонента.

туры абстрактны. Мы тоже считаем, что с помощью структур можно выражать типы и законы систем, однако, на наш взгляд, при этом может происходить известная смена акцентов. Так, некий элемент может играть в своей структуре более заметную роль, чем соответствующий ему компонент в системе.

Эмпирика экономико-географических исследований подвела нас к выводу о необходимости принципиального различения по крайней мере трех разных типов структуризации (а следовательно, и структур), опирающихся на разнотипные системные отношения:

1. *Структуризация по системообразующему (функциональному) отношению.* Она ведет к выявлению автономно-взаимосвязанных подсистем, обеспечивающих — при наличии координирующих процессов или органов — дифференцированное выполнение функции, а также взаимодействие подсистем в их функционировании и развитии. Тем самым подсистемы служат упорядочивающими, обобщающими группировками множества системных компонентов и образуют некий крупноблочный фундамент и каркас системы⁶. Такие структуры мы предлагаем называть *функционально-блочными*. В системе народного хозяйства в ее качестве выступает макроотраслевая структура народного хозяйства, где в качестве подсистем выступают население, материальное производство, природные ресурсы, инфраструктура, наука, управление, сфера услуг и другие сферы народного хозяйства.

2. *Структуризация по атрибутивным отношениям.* У каждой системы есть по крайней мере два имманентных атрибута — размеры и возраст, посредством которых задаются пространственные и временные отношения. Последние образуют пространственную и временную структуры (хроноструктуру), причем в рамках хроноструктуры различаются структуры развития, охватывающие генезис и эволюцию систем, и структуры функционирования. Такого рода структуры мы предлагаем называть *атрибутивными*, или *сквозными*. В отличие от функционально-блочных структур, представимых только дискретно и разложимых на некоторое конечное число подсистем, атрибутивные структуры подразумевают некие непрерывные поля своего проявления, своего рода континуумы (в данном случае пространственный и временной), равные по объему системе. Для атрибутивных структур характерно то, что они могут прослеживаться не только у системы в целом, но и у ее подсистем. Ниже мы подробнее остановимся на категории территориальной структуры.

3. И, наконец, третий тип структур опирается на *отношения иерархии*. Синхронное и синоптическое оперирование структурами разных уровней иерархии свойственно многим наукам, подобно

⁶ Подсистемы не обладают той целостностью, какой должны обладать системы, но все же они гораздо ближе к системному уровню, чем к компонентному, поскольку подразумевают свой собственный состав.

тому как, по выражению И. М. Маергойза, «прелесть» географии — в ее полимасштабности⁷. Однако иерархические структуры отнюдь не однозначны или безусловны: здесь следует различать, с одной стороны, *масштабы* изучения системы (макро-, мезо- и микро-), а с другой стороны, таксоны самого системного объекта. Так, хозяйство, экономику можно изучать как на мирохозяйственном, региональном или государственном (народное хозяйство) уровне, так и на уровне экономического района, городской агломерации, города и т. п.

Различение этих трех типов структур представляется нам принципиально важным. Очень часто под структурой системы подразумевают всего лишь один из возможных ее типов (чаще всего первый или третий, более очевидные как структуры и лучше разработанные), а в его прокрустову форму пытаются втиснуть содержание остальных и тем самым подчинить их чуждым им законам и особенностям. Еще более опасным является смешение разных структурных типов, подмена одного типа структуризации другим.

Разнотипность структур и полиструктурность сложных систем отмечают многие исследователи. Так, Г. П. Щедровицкий подчеркивает, что проектная деятельность «...состоит из многих как бы наложенных друг на друга структур, а каждая из них в свою очередь состоит из многих частных структур, находящихся в иерархических отношениях друг с другом. Компоненты разного типа, связанные в единство системой деятельности, *подчиняются разным группам законов и живут каждый в своем особом процессе...* Поэтому можно сказать, что деятельность есть *неоднородная полиструктура*, объединяющая много разных и разнонаправленных процессов, протекающих с разным темпом и, по сути дела, в разное время» [58, с. 86]. Об этом же писал и У. Р. Эшби: «...Разветвленное городское хозяйство Нью-Йорка представляется совершенно по-разному экономисту, социологу, инженеру-связисту, историку и т. д. Когда эти специалисты говорят — «это система», они в действительности имеют в виду совершенно различные вещи и, начиная спорить, вскоре приходят к путанице» [59, с. 81]. И действительно, все эти специалисты, с одной стороны, изучают одно и то же — систему городского хозяйства Нью-Йорка, и в то же время они изучают его в совершенно различных ракурсах, по линиям соответствующих их специальности структурных отношений⁸. Такая «полиракурсность», полиструк-

⁷ «Чем по-настоящему интересна и привлекательна география?... Одна из прелесть географии заключается в том, что она одновременно оперирует разными масштабами... Изучая, скажем, большой город, держишь в поле зрения всю страну и даже весь мир» [33, с. 19—20].

⁸ В то же время необходимо оговориться, что признание полиструктурности систем отнюдь «не означает признания равнозначности, равноценности всех структур одного уровня..., а тем более оно не означает признания равнокачественности структур разных уровней» [36, с. 120].

турность вполне объективна, о ней свидетельствуют, например, явление изомерии в химии или трудности увязки отраслевого и территориального планирования в экономике. На рис. 1 приведена схема полиракурсного исследования хозяйства (содержание отдельных ракурсов в самых общих чертах уже раскрывалось выше).

Итак, структура немислима вне системы и, так сказать, генетически «вторична» относительно нее. Но и система немислима

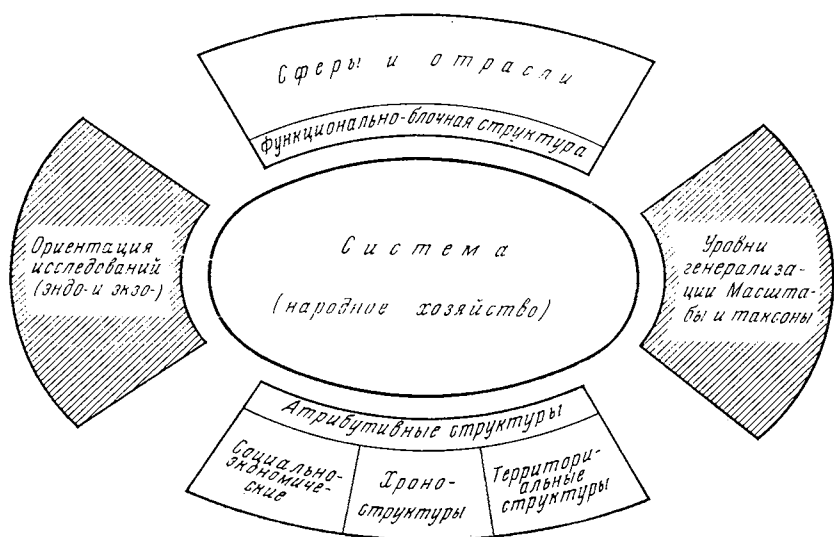


Рис. 1. Схема полиракурсного исследования хозяйства

без структуры: без нее она — лишь «черный ящик», благо что целостный⁹. Именно поэтому структуризация является неотъемлемым этапом системно-структурного исследования, методологически столь же важным, как и осознание системы как целостности. Сама изучаемая система выступает тем самым как полиструктурная целокупность составляющих ее компонентов, связей и отношений.

Тезис о полиструктурности позволяет нам разграничить объект и предмет экономической географии. «Объект существует независимо от знания, он существует и до его появления. Предмет знания, напротив, формируется самим знанием. Начиная изучать... объект, мы берем его с одной или нескольких сторон. Эти выде-

⁹ Именно поэтому нередко встречаемое в литературе методологически неверное (пекорректное) представление структур под вывеской систем (например, геосистемы и территориальные системы) в методическом отношении относительно безвредно и до определенного этапа может даже оказаться эффективным.

ленные стороны становятся «заместителем» или «представителем» всего многостороннего объекта; они фиксируются в знаковой форме знания. Поскольку это — знание об объективно существующем, оно всегда объективируется нами и как таковое образует «предмет»... Этот предмет такая же реальность, как и исходные объекты, но он имеет совершенно особое социальное существование и особую структуру, отличную от структуры объекта... Есть единственный путь понять природу предмета — это выяснение механизмов его образования и анализ как последовательно надстраивающихся друг над другом *плоскостей замещения*» [57, с. 14—16].

Напомним, что экономическая география в комплексе с другими — естественными и общественными — науками изучает хозяйство. Этот объект приобретает свойство целостности на уровне отдельного государства [32], и поэтому именно *народное хозяйство* можно рассматривать в качестве *объекта экономической географии*¹⁰ Но экономико-географ не изучает свой объект в его целостности; он сосредоточен на изучении географической стороны хозяйства, его пространственного строения, его территориального функционирования и развития в процессе разделения труда и т. п. Поэтому можно выдвинуть тезис о том, что именно территориальная структура (ТС) народного хозяйства конституирует *предмет экономической географии*.

В конкретном случае с территориальной структурой народного хозяйства нам могут возразить, что эта структура независима от знания о ней и существовала до его появления и что, следовательно, она несет в себе не только предметные, но и объектные черты. В принципе это справедливо, и можно допустить существование некоей методологической конструкции, в которой территориальная структура была бы объектом, а какой-то другой конструкт — предметом. Однако в нашем случае такая ситуация невозможна: место объекта — и это подтверждается всей эмпирикой экономической географии — прочно и недвусмысленно закреплено за хозяйством (народным хозяйством).

В последние годы рядом советских экономико-географов опубликованы постановочные теоретические работы, совокупность которых дает достаточно цельное представление о новом направлении географической теоретической мысли — концепции (или теории) территориальных структур. Это прежде всего работы И. М. Маергойза, Г. М. Лаппо, Ю. Г. Липеца, А. Г. Топчиева, А. И. Трейвиша и трех авторских коллективов — В. В. Анненкова, М. К. Бандмана, О. А. Кибальчича и А. М. Колотиевского, А. П. Горкина, В. М. Гохмана и Л. В. Смирнягина, а также

¹⁰ При этом мы, вслед за И. М. Маергойзом, понимаем народное хозяйство не традиционно узко (как совокупность отраслей производства и труда в данной стране), а соответственно широко — как совокупность населения и сфер, видов и результатов его деятельности в комплексе с соответствующей социальной и природной основой.

авторов данной работы. При всех имеющихся концептуальных и терминологических различиях (как правило, не принципиальных) между некоторыми из этих работ, они имеют достаточно много общих черт. Поэтому, опуская за недостатком места индивидуальный разбор каждой из них, мы сосредоточим свое внимание именно на том, что объединяет указанные работы и позволяет рассматривать в совокупности как особое и достаточно цельное теоретическое движение. При этом за основу и начальную

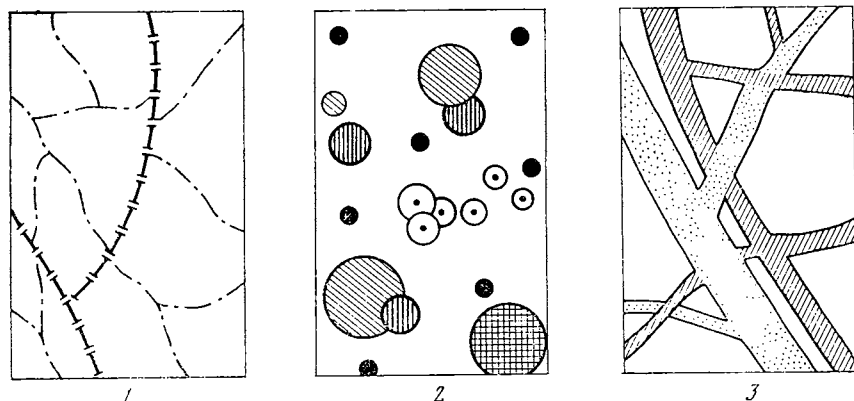


Рис. 2. Формы территориальных структур

1 — интегрально-пространственная; 2 — территориально-отраслевая; 3 — питательно-распределительная

точку обобщений мы примем концепцию И. М. Маергойза, ученого, имеющего несомненный приоритет в постановке этой проблемы в целом и внесшего значительный вклад в выработку многих принципиальных положений (см. [29—32]). И. М. Маергойз выделяет три автономно-взаимосвязанных и отличных друг от друга ТС: 1) *интегрально-пространственная* (ареально-синтетическая) структура, характеризующая взаимодействие определенным образом взаиморасположенных, взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга относительно-целостных и хозяйственно-своеобразных компонентов народного хозяйства¹⁴; 2) *множественная территориально-отраслевая*, характеризующая внутреннюю цик-

¹⁴ По-видимому, в рамках этой структуры следует различать два особых типа. Первый тип — это континуально-региональные структуры; их элементами (и оперативными ячейками) являются реальные административные или хозяйственные единицы (области, районы), совокупностью которых полностью «замощена» изучаемая территория. Второй тип — это дискретно-ареальные структуры, элементами которых являются очаги концентрации явлений (городские агломерации, территориально-производственные сочетания и т. п.). В основе первого типа лежит районирование территории, в основе второго — районирование связей между явлениями.

личность, пространственную «логику» и сложность территориального взаимодействия отраслевых подсистем и «диалектику» их сцепления; 3) *питательно-распределительная*, характеризующая связующую функцию линейно-узловой инфраструктурной сети в ее территориальном выражении и в тесной связи с расселением.

Т а б л и ц а 1

Триединая территориальная структура хозяйства (по И. М. Маергойзу)

Структуры	Характерные особенности
1. Интегрально-пространственная, или ареально-синтетическая	1) Всеохватывающая интегральность 2) Географическая континуальность 3) Дифференцированность континуума 4) Разноуровенность (многовершинность) 5) Нестрогая иерархичность
2. Множественная территориально-отраслевая	1) Технологическо-экономическая обусловленность 2) Избирательность 3) Равноуровенность (но не равнозначность) отраслей 4) Дискретность элементов 5) Цикличность элементов 6) Пространственная корреляция
Питательно-распределительная, или «кровеносная»	1) Сетчатость («дискретность») локализации 2) Континуальность воздействия 3) Универсальность обслуживания 4) Системосвязующая роль 5) Жесткая функциональная иерархичность 6) Корпускулярность (квантовость) функционирования 7) Магистрализация и подмагистрализация

Обобщая, можно сказать, что вторая и третья структуры, инвариантные относительно сетки административного (или экономического) деления, отражают саму хозяйственную ткань территории, тогда как первая структура представляет собой сложное, синтезированное единство второй и третьей структур в рамках заданных ячеек. Характерные особенности и схематические формы проявления этих структур представлены на рис. 2 и в табл. 1.

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ

Структура представляет собой качественную характеристику систем, но ее выделение открывает простор и для их количественной характеристики. Более того, по мысли А. А. Малиновского: «То, что не может сделать математика, часто может сделать правильная структурная постановка вопроса, как это было

в теории Дарвина и как это, несомненно, будет в ряде других областей» [35, с. 86].

Тем не менее формализация структурных отношений должна быть оправдана всем ходом исследования и вполне соответствовать его задачам. Она должна как бы закреплять завоеванные позиции и служить надежным оружием при занятии новых рубежей. Она также не должна далеко отрываться от исходных содержательных представлений: синица в руке даже и не тем только хороша, что она в руке, а еще и тем, что она безусловно синица, тогда как в небе может оказаться вовсе и не журавль. «...Изменение четко сформулированных положений часто больше затрудняет развитие проблематики, чем не вполне точные и полные формулировки, естественные дорабатываемые в ходе дальнейших исследований» [34, с. 147—148].

Этой необходимостью «защраховаться» и обусловлено то, что путь к строго формальной характеристике структур (иногда такого рода формализацию структур определяют как их «исчисление») лежит через промежуточный подэтап параметризации структур, подразумевающий их количественную характеристику на основе предварительного качественного определения. «...Прежде чем будет построена формальная система понятий, относительно которой должен определяться каждый квантифицируемый признак (т. е. качественный признак, выражаемый количественно.— Л. В., П. П.), необходимо разработать соответствующую концептуальную схему в содержательном языке, т. е. создать понятийный каркас описания данного объекта» [8, с. 164]. С другой стороны, И. М. Маергойз [32, с. 19], отмечая, что для оценки каждой ТС в отдельности «нужны различные меры и многие параметры, отбор которых связан с большими трудностями», указывал на первостепенную важность разработки «системы показателей для соизмерения важнейших характеристик ТС стран».

В этой связи остановимся на предложенной в [13] и [14] индуктивно-логической схеме параметризации территориальных структур (см. табл. 2). В качестве важнейших параметров ТС (т. е. ее устойчивых, многоаспектных и количественно измеримых характеристик) выступают следующие переменные: территориальная концентрация, территориальная дифференциация, территориальная интеграция (связность) и композиция, расчлененные на подпараметры (своего рода компоненты параметров) и аспекты (те или иные частные стороны, срезы круга явлений, отражаемых данным параметром)¹². Такого рода набор переменных, объединяя многие важнейшие категории экономической

¹² Из-за включения в понятие параметра многоаспектности, быть может, удачнее было бы назвать его групповым параметром. Сама эта многоаспектность действительно продиктована экономико-географической эмпирикой. Такой дифференцированный подход способствует осмыслению взаимосвязи параметров и их естественного взаимоперекрывания по некоторым своим аспектам.

Т а б л и ц а 2

Параметризация территориальных структур (индуктивно-логическая схема)

Параметры и подпараметры	Аспекты
Территориальная концентрация: 1.А. Централизация 1.Б. Агломерация	1.1. Интенсивность (плотность); 1.2. Абсолютная значимость (масштабность); 1.3. Относительная значимость; 1.4. Соотносительная (ассоциативная) значимость; 1.5. Неравномерность; 1.6. Разноуровненность (куртозис); 1.7. Компактность и дисперсность.
2. Территориальная дифференциация: 2.А. Гетерогенность (генетическая неоднородность) 2.Б. Диверсификация (эволюционная неоднородность) 2.В. Внутривидовое разнообразие 2.Г. Межвидовое разнообразие	2.1. Дробность; 2.2. Рельефность; 2.3. Моzaичность; 2.4. Контрастность; 2.5. Пересекаемость; 2.6. Солпряженность; 2.7. Зональность; 2.8. Стратификация; 2.9. Поляризация.
3. Территориальная интеграция (связность) 3.А. Коммуникабельность 3.Б. Комплементарность 3.В. Адаптация	3.1. Барьерность (границ); 3.2. Пройодимость (территории); 3.3. Соседство (топологическая близость); 3.4. Эндоструктурная специализация и кооперация; 3.5. Компенсационность; 3.6. Транзитность; 3.7. Агломеративность; 3.8. Контактность.
4. Территориальная композиция: 4.А. Конфигурация 4.Б. Морфология (морфоструктурность) 4.В. Диспозиция	4.1. Континуальность; 4.2. Освоенность; 4.3. Компактность конфигурации; 4.4. Изрезанность границ; 4.5. Сетчатость; 4.6. Линейность; 4.7. Очаговость; 4.8. Центричность; 4.9. Приуроченность (сетевая, линейная, ареальная, точечная), в том числе приграничность; 4.10. Центрированность; 4.11. Пиковость; 4.12. Текстура; 4.13. Ориентированность; 4.14. Экстравертность (обращенность вовне); 4.15. Теснота соседства; 4.16. Устойчивость (эволюционная и функциональная).

географии, по-существу, является универсальной системой координат в многомерном экономико-географическом пространстве, причем каждый из параметров служит как бы координатной осью последнего; этот набор представляет собой не только инструмент анализа территориальных структур, но и важный конструктивный рычаг территориальной организации и управления системой народного хозяйства.

Не имея возможности останавливаться на характеристике всего множества введенных переменных, мы ограничимся их предельно краткой характеристикой.

Территориальная концентрация — это преимущественное сосредоточение структурных элементов лишь в некоторых районах или центрах рассматриваемой территории (очагах концентрации) в результате закономерного проявления неравномерности и неоднородности территориальной структуры, тенденция к чему все усиливается с углублением процессов территориального разделения труда и научно-технической революции. Механизм ее покомпонентного развития легче всего проследить в подсистеме населения: централизация и агломерация соотносятся в ней как рост и развитие отдельных населенных пунктов (прежде всего городов), с одной стороны, и формирование и развитие сложных групповых форм расселения (городские конурбации, мегалополисы) — с другой. Территориальная концентрация имеет ряд специфических форм проявления: точечную, ареальную, точечно-ареальную, линейную, линейно-ареальную и сетевую.

Территориальная дифференциация — это разнообразие наполняющих территорию явлений и объектов, проявляющееся в их рельефном чередовании, смежности и сочетаемости. Она складывается из некоего исходного разнообразия территории (гетерогенности) и накопленных при развитии новых признаков (диверсификация); в то же время в ней необходимо различать внутривидовое и межвидовое разнообразие. Обусловленная взаимодействием разнообразных природных и социально-экономических условий и факторов, территориальная дифференциация находится в тесной связи и диалектическом взаимодействии с категорией территориального разделения труда.

Территориальная интеграция (связность) вырастает из природных и общеэкономических предпосылок и итогов территориального разделения труда и объединяет в себе пропускную способность территории и границ для различных связующих потоков (коммуникабельность), различные общеэкономические и географические (положенческие) факторы связности (комплементарность), а также адаптацию, характеризующую — при катализирующем влиянии первых двух подпараметров — непосредственные проявления территориальной интеграции (проявляющиеся во взаимоприспособлении структурных элементов с целью повышения общей эффективности системы).

Четвертый параметр — *территориальная композиция* — может быть определен как пересечение остальных трех. Будучи тесно связан с категорией экономико-географического положения, он отражает местоположение, морфологию, взаимоположение и характер сцеления (сочленения) важнейших территориально-структурных элементов. Своего рода геометрической константой композиции является конфигурация, обусловленная историческими и физико-географическими факторами и характеризующая тот тер-

Таблица 3

Формулы «географизированной» статистики (по Л. И. Василевскому)

Названия коэффициентов	Формулы	
	традиционные	географизированные
Дисперсия	$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2 =$ $= \frac{1}{2n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n-1} (a_i - b_j)^2,$ <p>где $i \neq j$</p>	<p>частная: $D_i^r = \frac{\bar{r}_i^2}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{a_i - a_j}{r_{ij}} \right)^2$</p> <p>общая: $D^r = \frac{\bar{r}^2}{2n(n-1)} \times$</p> $\times \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{a_i - a_j}{r_{ij}} \right)^2$ <p>где $i \neq j$</p>
Среднеквадратическое отклонение	$\sigma = \sqrt{D}$	$\sigma^r = \sqrt{D^r}$
Вариация	$v = \frac{\sigma}{\bar{a}}$	$v^r = \frac{\sigma^r}{\bar{a}}$
Коэффициент концентрации Флоренса — Уинсли	$K_{\Phi} = \sum_{i=1}^m (a_i - b_i) =$ $= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n a_i - b_i ,$ <p>где $m < n; a_i > b_i$</p>	$K_{\Phi}^r = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \psi_{ij}^2$
Квадратичный коэффициент концентрации	$K_{\text{кв}} = \sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2$	$K_{\text{кв}}^r = \frac{1}{4m} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \psi_{ij}^2$
Логарифмический коэффициент концентрации	$K_{\text{лог}} = \prod_{i=1}^m (a_i - b_i)^{(a_i - b_i)},$ <p>где $m < n; a_i > b_i$</p>	$K_{\text{лог}}^r = \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^m \psi_{ij}^{\psi_{ij}}$

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К ТАБЛИЦЕ 3

a_i и a_j — доля i -й и j -й ячейки в общей массе явления A ;

b_i и b_j — доля i -й и j -й ячейки в общей массе явления B ;

n — общее число ячеек; m — число ячеек, где $a_i > b_i$; $\bar{a} = \frac{A}{n}$;

r_{ij} — расстояние между i -й и j -й ячейками ($i \neq j$);

риториальный континуум, в рамках которого функционирует изучаемая система. Анализ композиции особенно важен при анализе взаимоположения смежных территориальных структур (что, например, крайне актуально для изучения географических аспектов экономической интеграции). Композиция является интегральным параметром территориальной структуры: через ее посредство реализуются требования структурной упорядоченности территории.

Приведенный набор параметров с их подпараметрами и аспектами призван дать исчерпывающую характеристику ТС и в то же время представляет собой некое понятийное множество, которое требует собственной внутренней упорядоченности и систематизации, или, иными словами, метапараметризации. Так, видимо, можно выделить несколько характерных признаков, по которым можно классифицировать параметральные аспекты. Наиболее всеохватывающим из них является двойственный характер проявления аспектов — частный (на уровне структурных элементов) и общий (на уровне ТС в целом). Для всех аспектов территориальной интеграции принципиально различимы предпосылки и результаты; так же можно различать позиционные и непозиционные аспекты, некоторые аспекты не обязательно присутствуют в любой ТС и т. д.

Следует различать *теоретическую и методическую* значимость параметризации. С теоретической стороны, синтезируя в себе качественную и количественную составляющие экономико-географического анализа, параметризация нацелена на объективное сопоставление и последующую типологизацию различных ТС и на углубленное изучение территориального разделения труда как одной из фундаментальнейших категорий экономической географии. Для методики она актуальна возможностью свести многочисленные, но пока разобщенные подходы и методы в единую и строгую систему измерителей, предъявляя к ним — с позиций теории ТС — новые повышенные требования.

Параметризация является мощным импульсом к направленной модификации имеющихся и конструированию новых показателей. При этом неизбежная генетическая неоднородность показателей снимается их организованностью в систему, единством целевой

Продолжение условных обозначений к таблице 3

$$\bar{r}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} r_{ij}}{n-1} \text{ — среднее расстояние от } i\text{-й ячейки до остальных;}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n \bar{r}_i}{n} \text{ — среднее расстояние между всеми ячейками;}$$

$$П \text{ — знак произведения; } \psi_{ij} = \frac{\bar{r}}{r_{ij}} [(a_i - b_i) \cdot (a_j - b_j)].$$

функции. В качестве примера сошлемся на высказанную Л. И. Василевским идею «географизированной статистики» [11, 12]. Ее суть заключается в модификации ряда существующих коэффициентов путем учета не только значений явления в заданных элементах (ячейках) структуры, но и расстояний между ними (см. табл. 3). Напротив, большинство применяемых ныне измерителей территориальной концентрации, например, исходят из заранее заданной сетки членения изучаемой территории и начисто игнорируют характер взаимоположения очагов концентрации явления, т. е. по существу не учитывают реальную композицию ТС. «Географизированная статистика» является хорошим примером «постоянного сдвига границы формализованного и неформализованного знания» [40, с. 25]. То, что ранее воспринималось чисто интуитивно или визуально (карты), подвергается формализации.

* * *

Изложенные выше концептуальные и методические положения в ряде моментов носят постановочный, дискуссионный характер и несомненно требуют дальнейшей логико-методологической разработки и эмпирического подтверждения. Разумеется, это не единственный (и далеко не заверченный) путь становления современной экономико-географической теории. Так, например, сделанный нами упор на структурном аспекте объектов этой теории, разумеется, не означает отказа от их процессуального аспекта, тем более, что структура может рассматриваться как статическое представление, как слепок процесса. Однако конкретные подходы к исследованию процессов еще подлежат разработке. Не исключено, что процессы, с которыми приходится сталкиваться экономико-географам, окажется возможным представлять и моделировать в виде процесса *синхронного параметрального функционирования и развития* хозяйственных систем, т. е. в виде упорядоченного, организованного переплетения частных процессов территориального дифференцирования, концентрирования, интегрирования и компоновки. Тем самым структурный аспект теории может рассматриваться как закономерный отправной этап теоретико-географического исследования изучаемых экономической географией хозяйственных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анненков В. В., Бандман М. К., Кибальчич О. А., Колотиевский А. С. Иерархия территориально-хозяйственных структур и проблемы их планирования.— В кн.: Территориальная структура народного хозяйства в социалистических странах. М., 1976.
2. Анучин В. А. Теоретические основы географии. М., 1972.
3. Аслашанишвили А. Ф. Метакартография. Тбилиси. 1974.
4. Аслашанишвили А. Ф., Саушкин Ю. П. Новые подходы к решению методологических проблем современной географической науки. Тбилиси, 1975.

5. *Бакланов П. Я.* Анализ формирования и развития пространственных систем промышленного производства. Автореф. канд. дис. М., 1974.
6. *Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Системный подход в современной науке. В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
7. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Философские проблемы исследования систем и структур.— Вопросы философии, 1970, № 5.
8. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
9. *Богданов А. А.* Всеобщая организационная наука (тектология), т. 3. Берлин, 1929.
10. *Бунге В.* Теоретическая география. М., 1967.
11. *Василевский Л. И., Медведков Ю. В.* Перспективы математических методов в географии.— В кн.: Вопросы географии, вып. 100. М., 1976.
12. *Василевский Л. И., Полян П. М.* Картографирование параметров территориальных структур.— В кн.: Теория и методика экономико-географических исследований. М., 1977.
13. *Василевский Л. И., Полян П. М.* Территориальные структуры народного хозяйства и их параметризация.— Изв. АН СССР, сер. геогр., 1978 № 2.
14. *Василевский Л. И., Полян П. М.* Исследование территориальной структуры народного хозяйства: системно-структурный подход.— В кн.: Международная география, т. 76. Общая экономическая география. М., 1976.
15. *Веденов М. Ф., Кремьянский В. И.* Критерии структурных уровней биосистем.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
16. *Герцен А. И.* Письма об изучении природы.— Собр. соч., т. 2. М., 1955.
17. *Горкин А. П., Гохман В. М., Смирнягин Л. В.* О структурном подходе к изучению экономико-географических систем (на примере системы «промышленность страны»).— В кн.: Международная география, т. 76. Общая экономическая география. М., 1976.
18. *Горкин А. П., Гохман В. М., Смирнягин Л. В.* Территориально-производственная структура промышленности (на примере системы «промышленность капиталистической страны»).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1976, № 6.
19. *Гохман В. М., Гуревич В. Л., Саушкин Ю. П.* Проблемы метакартографии.— В кн.: Вопросы географии, вып. 77. М., 1968.
20. *Гохман В. М., Минц А. А., Преображенский В. С.* Системный подход к географии.— В кн.: Вопросы географии, вып. 88. М., 1971.
21. *Гохман В. М., Саушкин Ю. Г.* Современные проблемы теоретической географии.— В кн.: Вопросы географии, т. 88. М., 1971.
22. *Дружинин В. В., Конторов А. С.* Проблемы системологии. М., 1976.
23. *Забелин И. М.* Теория физической географии. М., 1959.
24. *Зайцев И. Ф.* Структурные уровни экономико-географических систем.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1971, № 2.
25. *Иванов К. И.* Территориальные системы общественного производства (географические аспекты аграрно-промышленного комплексирования). М., 1975.
26. *Кун Т.* Структура научных революций. М., 1975.
27. *Лаппо Г. М.* Расселение — составная часть территориальной структуры народного хозяйства.— В кн.: Ресурсы, среда, расселение. М., 1974.
28. *Лаппо Г. М.* Экономико-географические проблемы развития крупных городских агломераций. Автореф. докт. дис. М., 1975.
29. *Маергойз И. М.* Чехословацкая социалистическая республика. М., 1964.
30. *Маергойз И. М.* О макротерриториальной структуре хозяйства европейской группы стран — членов СЭВ.— Вестн. МГУ. География, 1973, № 2.
31. *Маергойз И. М.* Пути развития территориально-хозяйственной структуры и экономико-географического положения европейских стран СЭВ.— В кн.: Вопросы географии, вып. 97. М., 1974.
32. *Маергойз И. М.* Территориальная структура народного хозяйства и некоторые подходы к ее исследованию в социалистических странах в свете

- социалистической экономической интеграции.— Вестн. МГУ. География. № 4, 1974.
33. *Маергойз И. М.* Проблемы изучения экономико-географического положения крупного экономико-географического района.— В кн.: Проблемы экономической географии социалистических и капиталистических стран. М., 1975.
 34. *Малиновский А. А.* Общие вопросы строения систем и их значение для биологии.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
 35. *Малиновский А. А.* Математические и системные методы в биологии будущего.— Природа, 1975, № 6.
 36. *Мамзин А. С.* Очерки по методологии эволюционной теории (анализ некоторых проблем). Л., 1974.
 37. Математика и кибернетика в экономике. (Словарь-справочник). М., 1975.
 38. *Миклулинский С. Р., Маркова Л. А.* Чем интересна книга Т. Куна «Структура научных революций» 13 [26].
 39. *Милиц А. А., Преображенский В. С.* Актуальные и дискуссионные проблемы системной ориентации в географии.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1973, № 6.
 40. *Новик И. Б.* Вопросы стиля мышления в естествознании. М., 1975.
 41. *Праги У.* Системный подход к задаче типологии городских поселений.— Уч. зап. ТГУ. Труды по географии, вып. 296. Тарту, 1972.
 42. *Праги У.* Понятие частных иерархий поселений (на примере Эстонской ССР).— Уч. зап. ТГУ. Труды по географии, вып. 341. Тарту, 1974.
 43. *Садовский В. Н.* Логико-методологический анализ «общей теории систем» Л. фон Берталанфи.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
 44. *Саушкин Ю. Г.* Результаты и перспективы применения математических методов в экономической географии. Л., 1970.
 45. *Саушкин Ю. Г.* Экономическая география: история, теория, методы, практика. М., 1973.
 46. *Саушкин Ю. Г.* История и методология географической науки (курс лекций). М., 1976.
 47. *Саушкин Ю. Г., Смирнов А. М.* Геосистемы и геоструктуры.— Вестн. МГУ. География, 1968, № 5.
 48. *Сетров М. И.* Принцип системности и его основные понятия.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
 49. Системные исследования. Ежегодник 1970. М., 1970.
 50. *Сочава В. Б.* Системная парадигма в географии.— Изв. ВГО, 1973, № 5.
 51. *Сочава В. Б.* Учение о геосистемах. Новосибирск, 1975.
 52. *Спектор И. Р.* О путях исследования геосистем.— В кн.: Вопросы географии, вып. 88. М., 1971.
 53. *Старостин Б. А.* Системный подход, параметры и сложность биологических объектов.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1974. М., 1974.
 54. III Всесоюзный симпозиум по теоретическим вопросам географии. Тезисы докладов. Киев, 1977.
 55. *Уёмов А. И.* Системный подход и общая теория систем. М., 1978.
 56. *Харвей Д.* Научное объяснение в географии. М., 1974.
 57. *Щедровицкий Г. П.* Проблемы методологии системного исследования. М., 1964.
 58. *Щедровицкий Г. П.* Автоматизация проектирования и задачи развития проектировочной деятельности.— В кн.: Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании (теория и методология). М., 1975.
 59. *Эшби У. Р.* Системы и информация.— Вопросы философии, 1964, № 3.

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

А. Ф. ПЛАХОТНИК

Настоящая статья представляет собой попытку охарактеризовать строение предмета физической географии с целью наметить подход к построению ее классификационной модели. Ранее мы уже отмечали [12, 13], что наука «физическая география» представляет собой систему, которая удовлетворяет следующим признакам: иерархичность строения, внутренняя целостность и особое единство со средой (принято считать, что именно такие признаки отличают системы от объектов иной природы [2]). С этой точки зрения интересующая нас область знания представляет собой иерархию классификационных моделей, упорядоченную по их убывающей общности: сначала наиболее общая в рамках данной области знания классификационная модель физической географии в целом, затем классификационная модель той или иной области физико-географического исследования и, наконец, классификационная модель географического изучения отдельной категории явлений природы. Все это позволяет по мере продвижения к «переднему краю» исследований переносить по аналогии более общие характеристики данной области знания на те научные подразделения, где методология выступает в той или иной специальной форме.

ПРЕДМЕТ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ

Физическая география, как и другие научные дисциплины, испытывает в настоящее время очень сложные процессы дифференциации и интеграции. Из-за этих процессов оказывается практически невозможно без специального методологического исследования достаточно четко выделить и проследить становление и развитие отдельных структурных подразделений данной дисциплины, невозможно учесть в историческом исследовании связь каждого из этих подразделений с другими — близкими и отдаленными. Убедившись в этом воочию на опыте многочисленных проб и ошибок, автор и обратился к анализу внутреннего строения предмета физической географии, рассматривая результаты этой работы в качестве методологической основы исследований в области истории данной отрасли знаний.

Мы считаем [12], что формирование предмета исследования происходит в два этапа: в результате постановки научной проблемы обрисовываются контуры предмета, а посредством задания определенных методологических принципов и технических приемов решения поставленной проблемы намечается его внутреннее строение. Разумеется, нельзя сформулировать научную проблему так, чтобы тут же не указать определенные методы и средства ее решения.

Однако, реконструируя предмет какой-либо конкретной науки, по необходимости приходится фиксировать сначала одну и лишь затем другую группу операций.

Мы будем исходить из того, что объектами физической географии являются отдельные природные подсистемы ландшафтной оболочки Земли (геосистемы, природно-территориальные системы), а также ландшафтная оболочка в целом [6, 9, 11]. Уточнение этого тезиса может быть достигнуто путем использования идеи В. И. Вернадского и его учеников о так называемых «естественных телах» и их уровнях организации [3, 5, 8]. С этой точки зрения объекты физической географии представляют собой специфический уровень организации определенного естественного тела — нашей планеты, а именно — географический уровень ее организации [12].

Ведущую роль в системе методологических средств физической географии играет сравнение объектов по форме и геометрическим размерам, или пространственно-сравнительный метод [14, с. 107]. Пространственные отношения и формы объектов физической географии определяют имманентно присущие данным объектам пространства, которые могут быть подразделены на негеографические и географические, а последние — на собственно географические, или пространства регионов, и квазигеографические, или пространства отличных от региональных членений ландшафтной оболочки Земли. Следует подчеркнуть, что речь здесь идет не о пространстве, «в котором» пребывают изучаемые объекты, а именно о специфических характеристиках самих этих объектов: как отмечал А. Эйнштейн, «мы не вправе говорить о пространстве вообще, а только о пространстве, относящемся к некоторому данному телу A » [16, с. 9].

Можно, по-видимому, принять, что предмет физической географии ограничен пространствами естественного тела «ландшафтная оболочка Земли»; эта совокупность пространств может быть упорядочена в виде системы как бы вложенных друг в друга концентрических сфер и, наряду с собственно географическими пространствами ландшафтной оболочки в целом или отдельных ее регионов, включает квазигеографические пространства определенных подсистем ландшафтной оболочки Земли. Негеографическими являются прежде всего надпланетные пространства естественного тела «Вселенная», которые ограничивают предмет негеографических дисциплин — астрономии, физики (включая ме-

ханику), химии, а также биологии (если иметь в виду, что в принципе жизнь существует и за пределами нашей планеты). Более ограниченную совокупность негеографических пространств образуют пространства естественного тела «планета Земля»; эти пространства ограничивают предмет негеографических наук о Земле — геологии, геохимии, геофизики, а также биологии земных растений и животных (подробнее см. [12]).

Анализ диалектики целого и его частей позволяет выделить и разграничить по крайней мере два аспекта рассмотрения целостного географического объекта: на уровне составляющих его компонентов, или структурных единиц, и на уровне целого, или системы [1, 4].

Компонентное рассмотрение ландшафтной оболочки или отдельных ландшафтов связано с выделением и объединением в единую систему таких объектов, как органические тела (растения и животные), биокосные тела (почвы) и неорганические тела (горные породы, вода, воздух); это предмет отраслевых физико-географических наук. Комплексное рассмотрение объектов физической географии предполагает выделение подсистем и системобразующих связей ландшафтной оболочки Земли в целом, упорядоченных в соответствии с их «порядком размерности» [15].

Рассмотрение целостного географического объекта на уровне целого, или системы, а также на уровне составляющих его компонентов является не вполне строгим с точки зрения системно-структурного подхода. Физико-географическая система как иерархия объектов изучения замыкается «снизу» одной из мельчайших природных подсистем — обычно ее называют фацией. Эта мельчайшая подсистема непосредственно состоит из так называемых «компонентов» — определенного участка горных пород в единстве с окаймляющим его сверху рельефом, воды, воздуха, почвы, животного и растительного мира. Каждый из этих «компонентов» в физико-географическом понимании этого слова уже не обладает функциональной целостностью всей системы (или комплекса природы), т. е. в функциональном аспекте он играет роль «элемента», как он понимается обычно в системно-структурном подходе.

Из сказанного становится ясной и специфика компонента в физико-географическом его понимании. В отличие от физико-географического комплекса, являющегося результатом связи компонентов (вещественно-энергетическая основа каждого из которых имеет в большинстве случаев сложный состав), компонент физико-географического комплекса есть результат связи простейших в физико-географическом смысле тел-элементов, то есть отдельных минералов, растений, животных и др.

Учитывая эти соображения, можно указать следующие основные направления исследования объектов физической географии, а соответственно — и основные подразделения науки «физическая география»:

изучение собственно географических пространств компонентного уровня — отдельных компонентов объекта физической географии (предмет региональных направлений отраслевых физико-географических наук);

изучение квазигеографических пространств компонентного уровня, т. е. пространств типов, классов, видов отдельных компонентов объекта физической географии (предмет типологических направлений отраслевых физико-географических наук);

изучение негеографических пространств компонентного уровня (предмет общих направлений отраслевых физико-географических наук);

изучение собственно географических пространств комплексного уровня, т. е. отдельных геокомплексов, ландшафтов (предмет регионального направления ландшафтоведения);

изучение квазигеографических пространств комплексного уровня, т. е. пространств типов и классов геокомплексов, или ландшафтов (предмет типологического направления ландшафтоведения);

изучение общих признаков, пространственных форм и отношений геокомплексов, отвлекаясь от их типологических и региональных различий (предмет общего направления ландшафтоведения).

В пределах отраслевых физико-географических наук региональное, типологическое и общее направления исследований неразрывно связан и между собой. Связи, о которых здесь идет речь, являются закономерными и устойчивыми и обеспечивают целостность предмета каждой из этих наук: например, нельзя представить себе климатологию как науку, если в ее составе будут только региональное и типологическое направления и не будет общего направления, изучающего атмосферу в качестве компонента ландшафтной оболочки Земли. Такого рода связи мы впредь будем именовать «вертикальными» связями.

Региональное, типологическое и общее направления в составе ландшафтоведения можно, по-видимому, рассматривать как объединение в единое целое соответствующих одноименных с каждым из них направлений отраслевых физико-географических наук. Например, региональные исследования объектов ландшафтоведения могут рассматриваться как система региональных исследований, проводимых в отраслевых физико-географических науках. Аналогичным образом типологические исследования объектов ландшафтоведения могут рассматриваться как система типологических исследований, проводимых в тех же отраслевых физико-географических науках (подробнее см. [13]). Такого рода связи между одноименными направлениями физико-географических исследований мы впредь будем именовать «горизонтальными» связями.

Очевидно, что наименее четкий статус в системе подразделений физической географии имеет ландшафтоведение. Попытаемся показать, что эта область исследования отнюдь не представляет

собой механического объединения предметов отраслевых физико-географических наук. Б. М. Кедров выделил три разновидности внутриотраслевого теоретического синтеза: синтез «через закон», «через принцип соответствия» и «через противоположности» [7]. На наш взгляд, ландшафтоведение представляет собой пример еще одной разновидности внутриотраслевого теоретического синтеза.

В самом деле, переход от какого-либо из направлений отраслевой физико-географической науки к одноименному направлению ландшафтоведения не есть переход от прежнего (более узкого) к новому (более широкому) знанию об одном и том же объекте, т. е. его нельзя квалифицировать как синтез «через принцип соответствия». Такой переход нельзя квалифицировать и как синтез «через противоположности», поскольку здесь не создается новой теории, снимающей односторонность имеющихся в наличии. Наконец, это и не переход от разрозненных эмпирических данных к их обобщению путем создания какой-либо теории или обнаружения нового закона, т. е. это не есть синтез «через закон».

Известно, что между объектами науки в принципе могут иметь место как отношения координации (когда предполагается сохранение качественной определенности взаимосвязанных объектов), так и отношения субординации (когда один из взаимосвязанных объектов рассматривается в качестве части или «ипостаси» другого, т. е. не имеет собственной качественной определенности). Однако наряду с этим возможна и такая ситуация, когда объекты вступают между собой во взаимосвязь, образуя тем самым новый, более сложный объект и в то же время сохраняя при этом свою качественную определенность. В данном случае будет иметь место генетическая зависимость нового (более сложного) объекта от исходных (более простых) объектов и в то же время функциональная независимость этих объектов друг по отношению к другу.

В философско-методологической литературе такого рода объекты принято называть системами [2]. По нашему мнению, отношения между их элементами условно могут быть названы отношениями усложненной координации. По-видимому, можно утверждать, что отношения между геосистемами (геокомплексами, природно-территориальными комплексами, ландшафтами), с одной стороны, и образующими их компонентами, с другой, как раз и имеют характер усложненной координации. Соответственно то же самое отношение связывает и ландшафтоведение с отраслевыми физико-географическими науками: каждое направление ландшафтоведения, будучи самостоятельно функционирующим подразделением физической географии, генетически связано с одноименными научными направлениями отраслевых физико-географических наук.

Синтез «через усложненную координацию» осуществляется посредством связей, которые мы назвали горизонтальными. Однако, как было показано в нашей предыдущей работе [13], эти связи соотносят между собой физико-географические явления, уже упорядоченные друг по отношению к другу «вертикальными» связями. Образуется как бы своеобразная «решетка» связей, объединяющих отраслевые физико-географические науки, ландшафтоведение и общее землеведение в единую систему знаний о ландшафтной оболочке нашей планеты — физическую географию. Тем самым эти связи задают определенный «тип целостности», то инвариантное относительно перехода от одного подразделения физической географии к другому качество, «которое выражает целостность предмета и лежит в основе всех его многочисленных и разнообразных свойств» [4, с. 104].

Кроме того, целостность предмета физической географии обеспечивается не только его внутренними связями, но и связями всей физической географии с ее более широким естественнонаучным окружением, т. е. негеографическими естественными науками. Как уже отмечал А. Г. Исаченко, «изучение отдельных географических явлений должно опираться на познание основных, «первичных» закономерностей — физических, химических и биологических, управляющих природными процессами на Земле» [6, с. 7]. Иными словами, обоснование предмета физической географии предполагает учет отношений между пространствами, выходящими за рамки ландшафтной оболочки Земли, т. е. уже пегеографическими.

Такое «особое отношение» физической географии с другими естественнонаучными дисциплинами осуществляется именно за счет наличия в составе отраслевых физико-географических дисциплин общих направлений, в том смысле, что эти направления являются как бы «буфером», «областью стыка» между физической географией и негеографическими дисциплинами. Так, общее направление климатологии изучает общие для любых уровней ландшафтной оболочки Земли закономерности испарения и конденсации водяных паров, образования облаков и осадков, распределения давления атмосферы, циркуляции атмосферы и других явлений, одновременно являющихся предметом изучения метеорологии (физики атмосферы), т. е. одной из отраслей негеографической дисциплины геофизики.

Таким образом, смежные с физической географией дисциплины косвенным образом участвуют в формировании предмета этой науки, ограничивая ее как по объекту, так и по методу. Эта особенность ландшафтоведческого синтеза, вообще говоря, не свойственная традиционным формам естественнонаучного исследования, на наш взгляд, свидетельствует о междисциплинарном характере ландшафтоведческого синтеза (см. [10]).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная нами классификационная модель физической географии представляет собой первое и довольно грубое приближение, которое позволяет выделить лишь общую схему связей между ее направлениями и областями исследования. В частности, мы не рассматривали «временной срез» системы физико-географических явлений, вследствие чего из классификации выпали палеогеография и историческая география.

Однако даже эта классификационная модель, на наш взгляд, представляет некоторый интерес как в теоретическом, так и в практическом отношениях. Наиболее важной здесь является возможность выделения и обоснованного разграничения отдельных направлений и областей физико-географического исследования. Так, иерархичность предмета физической географии является принципиальной основой поиска и выделения подразделений в составе как физической географии суши, так и физической географии Мирового океана. Наличие у предмета физической географии «решетки» системообразующих связей, обеспечивающих его целостность, является принципиальной основой исследования структуры каждого из этих подразделений. Наконец, разграничение предмета физической географии и его негеографического «окружения» является принципиальной основой установления связи между подразделениями физической географии и других естественнонаучных дисциплин.

В теоретическом плане это позволяет наметить определенный подход к решению одной из самых сложных и запутанных методологических проблем физической географии, а именно, указать критерии и пределы «географичности». В практическом плане, несомненно, очень важным является то, что далеко не все научные подразделения физической географии, возможные с точки зрения предложенной классификационной схемы, действительно существуют или в достаточной мере развиты. Так, например, непропорционально малая доля исследований осуществляется в рамках типологического направления физической географии океана (в частности, до сих пор не выделен набор типичных факторов, способствующих распространению загрязнений). Между тем знания о физических явлениях в море непосредственно используются в практике судоходства, рыбного промысла, добычи нефти со дна и в других отраслях морского труда. Поэтому развитие указанных здесь направлений исследования не только необходимо для дальнейшего изучения физических явлений в море, но и открывает определенную перспективу получения народнохозяйственного эффекта.

В целом построение классификационной модели физической географии является нашей попыткой выйти за рамки традиционных форм естественнонаучного исследования, проработать новый,

доселе еще никем не опробованный конкретный вариант взаимодействия общественных и естественных наук, на необходимость усиления которого обращено внимание в Постановлении XXV съезда КПСС.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Блауберг И. В.* Проблема целостности в физической географии.— Вопросы философии, 1959, № 4.
2. *Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г.* Системный подход в современной науке.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
3. *Вернадский В. И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.
4. *Горелова Э. М.* Проблема целостности в географии.— Вестн. ЛГУ, 1968, вып. 3, № 18.
5. *Драгунов В. И.* Геология и изучение элементов, структуры и уровней организации вещества. Материалы совещания «Общие закономерности геологических явлений», вып. 1. Л., 1965.
6. *Исаченко А. Г.* Развитие географических идей. М., 1971.
7. *Кедров Б. М.* О синтезе наук.— Вопросы философии, 1973, № 3.
8. *Круть И. В.* О некоторых понятиях категориального базиса геологии.— Изв. вузов. Геол. и разведка, 1969, № 1.
9. *Мильков Ф. Н.* Ландшафтная сфера Земли. М., 1970.
10. *Мирский Э. М.* Междисциплинарные исследования как объект науковедческого изучения.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1972. М., 1972.
11. *Нееф Э.* Теоретические основы ландшафтоведения. М., 1974.
12. *Плазотник А. Ф.* Предмет и структура учения о геосистемах.— Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока, 1973, вып. 39.
13. *Плазотник А. Ф.* Доказательство системного характера физической географии.— Изв. ВГО, 1974, № 3.
14. *Преображенский В. С.* Беседы о современной физической географии. М., 1972.
15. *Сочава В. Б.* Учение о геоконплексах — современный этап комплексной физической географии.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1972, № 6.
16. *Эйнштейн А.* Сущность теории относительности. М., 1955.

АВТОРЫ ВЫПУСКА

ВАСИЛЕВСКИЙ ЛЕОНИД ИСААКОВИЧ — старший научный сотрудник Института комплексных транспортных проблем при Госплане СССР (Москва).

ГОРДОН ВАЛЕНТИНА МЕФОДЬЕВНА — кандидат психологических наук, заведующая лабораторией отдела эргономики ВНИИТЭ (Москва).

ДОРОШЕНКО СВЕТЛАНА ИЕГУДОВНА — научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

ЗИНЧЕНКО ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ — член-корреспондент АПН СССР, доктор психологических наук, профессор, заведующий отделом эргономики ВНИИТЭ, заведующий кафедрой инженерной психологии психологического факультета МГУ (Москва).

КУЗЬМИН ВСЕВОЛОД ПЕТРОВИЧ — доктор философских наук (Москва).

ЛАПИН НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ — доктор философских наук, заведующий лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований ГКНТ Совета Министров СССР и АН СССР (Москва).

НАУМОВА НИНА ФЕДОРОВНА — кандидат философских наук, старший научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований ГКНТ Совета Министров СССР и АН СССР (Москва).

ПЛАХОТНИК АЛЕКСАНДР ФИЛИППОВИЧ — кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

ПОЛИН ПАВЕЛ МАРКОВИЧ — научный сотрудник Института географии АН СССР (Москва).

РЕЗНИКОВ БОРИС АБРАМОВИЧ — доктор технических наук, профессор Военного инженерного института им. А. Ф. Можайского (Ленинград).

РОГОВИЦ МИХАИЛ СЕМЕНОВИЧ — доктор психологических наук, профессор кафедры общей психологии Ярославского государственного университета (Ярославль).

САДОВСКИЙ ВАДИМ НИКОЛАЕВИЧ — доктор философских наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

СМИРНОВ ГЕОРГИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ — научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

СТАРОСТИН БОРИС АНАТОЛЬЕВИЧ — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

ПРЕЙДЕР ЮЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ — кандидат физико-математических наук, заведующий сектором ВИНИТИ (Москва).

ЭРДНИЕВ ПЮРВЯ МУЧКАЕВИЧ — доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой алгебры, геометрии и методики математики Калмыцкого университета (Элиста).

ЭРДНИЕВ БАТЫР ПЮРВЕЕВИЧ — преподаватель кафедры алгебры, геометрии и методики математики Калмыцкого университета (Элиста).

ЯВЛОНСКИЙ АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ — кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

ЯРОШЕВСКИЙ МИХАИЛ ГРИГОРЬЕВИЧ — доктор психологических наук, профессор, заведующий сектором Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА	
В. Н. Садовский Принцип системности, системный подход и общая теория систем	7
В. П. Кузьмин Системные основания и структуры в методологии К. Маркса	26
Г. А. Смирнов Об исходных понятиях формальной теории целостности	53
Ю. А. Шрейдер Теория множеств и теория систем	70
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ НАУКИ	
А. И. Яблонский Развитие науки как открытой системы	86
Б. А. Старостин Параметры науки и их роль в анализе науки как системы	110
С. И. Дорошенко Наукометрические показатели массива советской литературы по системным исследованиям	127
СИСТЕМНЫЕ ИДЕИ В ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКЕ	
В. М. Гордон, В. П. Зинченко Структурно-функциональный анализ психической деятельности	136
М. С. Роговин Уровневая структура психики в учении Аристотеля	152
М. Г. Ярошевский Системность, гомеостаз и активность организма	169
Б. А. Резников Системный подход и актуальные проблемы образования	185
П. М. Эрдниев, Б. П. Эрдниев О системном подходе к дидактике	202

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ

И. И. Ланин

Проблема социальных индикаторов в системах, моделирующих
глобальное развитие 217

Н. Ф. Наумова

К проблеме целей глобальных системных моделей 230

Л. И. Василевский, П. М. Полян

Системно-структурный подход и экономическая география 242

А. Ф. Плахотник

Классификационная модель физической географии 261

Авторы выпуска 269

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ежегодник 1978

Утверждено к печати

Институтом истории естествознания и техники АН СССР

Редактор *Н. Г. Алексеев*. Редактор издательства *Л. М. Тарасова*

Художественный редактор *С. А. Литвак*

Технический редактор *Т. В. Полякова*. Корректор *Т. М. Ефимова*

ИБ № 5452

Сдано в набор 02.04.78. Подписано к печати 21.09.78.

Т-10798. Формат 60×90^{1/16}. Бумага типографская № 1.

Гарнитура обыкновенная. Печать высокая.

Усл. печ. л. 17. Уч.-изд. л. 18.6. Тираж 5200 экз. Тип. зак. 407.

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