

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЕЖЕГОДНИК 1975

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД
К ИССЛЕДОВАНИЮ НАУКИ**

**СИСТЕМНЫЕ ИДЕИ
В ПСИХОЛОГИИ**

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ
СИСТЕМНО-СТРУКТУРНОГО
ИССЛЕДОВАНИЯ**

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

SYSTEMS RESEARCH

YEARBOOK

1975



PUBLISHING HOUSE «NAUKA»

MOSCOW 1976

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЕЖЕГОДНИК

1975



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1976

В данном ежегоднике «Системные исследования» представлены статьи, освещающие как теоретические, так и прикладные направления в разработке системных идей. Способы приложения системных методов к изучению науковедческих объектов рассмотрены в первом разделе ежегодника. В статьях второго раздела рассматриваются психологические аспекты системного подхода. Третий, завершающий раздел ежегодника посвящен различным аспектам методологических проблем системно-структурного анализа.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ НАУКИ

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А. И. ЯБЛОНСКИЙ

Социальный заказ, вызвавший к жизни науковедение, сам возник как реакция на современную научно-техническую революцию, когда наука доказала, что за нее стоит платить, ибо затраты окупаются сторицей. Сформулированная в [28] задача научного подхода к исследованию науки стала задачей, имеющей важное практическое значение. При решении этой задачи следует помнить, что современное науковедение — это не только наука о науке в том описательном смысле, как, например, лингвистика — наука о языке, но и наука о государственной политике в области науки, или, проще говоря, наука об управлении наукой. Заметим, что, естественно, нельзя говорить об эффективном управлении без точных, математических методов, но при выборе конкретного способа формального описания такого сложного и во многом еще непонятого объекта, как наука, следует соблюдать чрезвычайную осторожность. При математической формализации достаточно сложного объекта всегда есть опасность выплеснуть с водой и ребенка или (что не менее опасно) подкинуть чужого. Чем формализуемый объект сложнее, тем больше опасность пренебречь существенным или приписать несуществующее и тем нужнее методологические исследования, которые все чаще становятся неотделимыми от содержательного исследования, предшествуя ему, обосновывая и направляя его.

«Осторожное» применение математического аппарата при анализе науки и научной деятельности, вызванное их сложностью, налагает естественные ограничения и на ожидаемые результаты этого применения. Нельзя ожидать сразу слишком многого от количественного науковедения. Слишком многое в таких случаях оказывается слишком ненадежным, а ложная информация хуже, чем никакой. При отсутствии твердо установленных эмпирических фактов и качественных закономерностей, а самое главное,

без надежного методологического обоснования возможен теоретический произвол, приводящий к ошибочным рекомендациям и к дискредитации формального подхода.

В настоящей работе таким методологическим основанием для проводимых формальных исследований является системный подход, естественным образом вытекающий из следующего определения науковедения, данного С. Р. Микулинским и Н. И. Родным: «Специфическим предметом науковедения является изучение взаимодействия различных элементов, определяющих развитие науки как целостной системы и особой формы деятельности, ее связи с другими общественными явлениями и социальными институтами и зависимость науки от них» [29, стр. 41]. Выделение научной деятельности в качестве одного из основных объектов науковедения приводит к необходимости поиска соответствующих характеристик (см., например, [35]), позволяющих изучать научную деятельность как непосредственным образом (проблемы научного творчества), так и через ее результат — научное знание. Учитывая, что реальным носителем научного знания являются публикации, естественно предположить, что связи в массиве публикаций определенным образом отражают реальные системообразующие факторы, действующие в процессе его формирования, или, более общо, в процессе научной деятельности. Эта точка зрения и легла в основу настоящей работы, посвященной теоретическому исследованию динамики научных публикаций.

Разумеется, связь между закономерностями массива публикаций и закономерностями научной деятельности носит опосредствованный характер, и прямой перенос соответствующих представлений недопустим. Необходим специальный концептуальный аппарат, позволяющий корректно использовать математические результаты анализа массива публикаций при исследовании определенных аспектов научной деятельности.

I. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

1. Количественный подход в науковедении

Количественный подход в науковедении, несмотря на сравнительно небольшой период существования, имеет в настоящее время уже обширную библиографию, что свидетельствует о популярности этого подхода. Дело в том, что наука обладает многими параметрами, легко поддающимися счету и, несомненно, характеризующими те или иные ее аспекты. К ним относятся, например, информационные параметры (публикации, сети цитирования и др.), экономические (ассигнования, затраты и др.), организационные (кадры, институты и др.) и т. д. Разумеется, чрезвычайно заманчиво получить определенные науковедческие рекомендации на базе этих количественных характеристик. Конечно, «само по себе применение количественных методов в ис-

Следовании еще далеко не гарантирует от нестрогости и даже произвольности допущений и выводов» [3, стр. 163].

Укажем на основные тенденции развития количественных методов в науковедении, что поможет читателю ориентироваться в круге проблем, исследуемых в настоящей работе. Эти тенденции отвечают двум основным подходам в научных исследованиях вообще: аналитическому («описывающему») и нормативному («предписывающему»).

Аналитический подход в науковедении содержит в основном работы по получению и анализу наукометрических результатов, а также по построению математических моделей непосредственно самой науки на базе этих результатов. Одной из первых работ, относящихся к этому направлению, является работа Д. Прайса [39]. Опираясь, прежде всего, на такую эмпирическую базу, как массив научных публикаций, Прайс исследовал две основные наукометрические закономерности — экспоненциальный рост науки и закон Ципфа—Лотки—Парето. Он пришел к ряду выводов о закономерностях развития науки, некоторые из которых, в частности вывод о логистическом «затухании» науки, были подвергнуты справедливой критике советскими науковедами.

Следует отметить работы советских ученых в направлении создания математических моделей, описывающих те или иные аспекты научной деятельности (см., например, [31], [27]). В большинстве случаев построение математических моделей в количественном науковедении носит обычно феноменологический характер: анализируется определенный эмпирический материал, под который «подгоняется» соответствующее уравнение. Известные работы такого рода принадлежат Г. Гофману (см., например, [66]), который использует эпидемический процесс для описания параметров науки. Критический обзор таких работ сделан Т. М. Петровой [36]. В числе вышедших в последнее время работ, освещающих круг наукометрических проблем (особенно, связанных с законом Ципфа), укажем на работу Л. С. Козачкова [20].

Второй, нормативный, подход в количественном науковедении касается в основном экономических аспектов науки. К нему относятся работы по оптимальному решению науковедческих проблем (кадры, ассигнования и др.) на основе, как правило, экономических критериев. В этом подходе широко используются математические методы оптимального принятия решений: науковедческим объектам (разработкам, научным учреждениям и др.) приписываются стоимостные характеристики (критерии качества, эффективности), после чего решается математическая задача оптимизации (см., например, [10], [5]).

В одной из последних работ такого рода [6] довольно полно изложен математический аппарат оптимизации: теория решений, классические экстремальные методы, динамическое программирование, стохастическое программирование, теория игр и т. д. Эти методы широко используются в обширном круге задач по управ-

лению сложными системами (экономическими, оборонными, промышленными и др.). Поэтому вполне естественно исследование этих методов в связи с науковедением.

При проведении науковедческих исследований нормативного, «экономического» типа особую важность приобретает справедливое замечание И. В. Блауберга и Э. Г. Юдина: «Как показывает опыт применения количественных методов в ряде конкретных наук, попытки квантификации качественных переменных остаются по существу безрезультатными, если формальный аппарат квантификации привносится в теорию данного сложного объекта как нечто уже готовое и поэтому внешнее по отношению к этой теории» [3, стр. 163].

Заметим, что деление указанных выше количественных подходов в науковедении на аналитические и нормативные весьма условно, ибо в большинстве науковедческих работ разделить их чрезвычайно трудно: первый подход, как правило, используется для реализации второго. Часто происходит естественное совмещение наукометрических исследований и нормативных рекомендаций, из них вытекающих (см., например, [12], [13] и др.).

Некритическое применение этих подходов чревато определенными опасностями. Известный американский математик В. Феллер указывает на опасность чересчур вольного обращения с эмпирическими данными в аналитическом подходе: «Логистическая функция распределения может служить предостережением. Существует невероятно большая литература, где делаются попытки доказать трансцендентный «закон логистического развития»... Весьма длинные таблицы с хи-квадрат критериями подтверждали это положение для человеческих популяций, бактериальных колоний, развития железных дорог и т. д. ...Единственное затруднение «логистической» теории заключается в том, что не только логистическое распределение, но также нормальное, Коши и другие распределения могут быть подогнаны под тот же самый материал с тем же или лучшим согласием...» [49, стр. 73].

В свою очередь, Дж. фон Нейман и О. Morgenштерн предостерегают от слишком успешных рекомендаций в нормативном подходе: «Экономисты часто нацеливаются на более широкие, более животрепещущие проблемы и отмахиваются от всего, что мешает им высказывать утверждения относительно этих проблем. Опыт более развитых наук, например, физики, показывает, что подобное нетерпение только тормозит продвижение вперед, включая продвижение в исследовании этих животрепещущих проблем. Нет никаких оснований предполагать существование коротких путей» [34, стр. 33].

Если стараться избегать подобных крайностей, то объединение достоинств обоих подходов (эмпирической ценности «наукометрического» направления и стремления к оптимизации в нормативном подходе) может создать надежное количественное основание для науковедческой теории.

2. Закон Ципфа

Настоящая работа относится, скорее, к аналитическому направлению, хотя цель излагаемых ниже исследований носит безусловно нормативный характер. Работа посвящена теоретическому исследованию массива научных публикаций, описываемого законом Ципфа. Этот закон является одним из основных эмпирических законов современного науковедения наряду с законом экспоненциального роста науки, который, как будет показано ниже, вытекает из модели, основанной на законе Ципфа. В наиболее общем виде закон Ципфа определяется следующим образом.

Пусть имеется набор N элементов. Каждый из элементов снабжен меткой, выбираемой из некоторого множества. Пусть $n(x, N)$ — число различных меток, каждая из которых встречается ровно x раз в выборке из N элементов. Тогда для достаточно больших N имеем следующую эмпирическую зависимость [51]:

$$n(x, N) = \frac{A}{x^\gamma} = \frac{A}{x^{1+\alpha}}, \quad (1)$$

где A — константа, определяемая, вообще говоря, объемом выборки; $\gamma=1+\alpha$ — показатель закона Ципфа; α — характеристический показатель.

В качестве набора из N элементов могут выступать лишь совокупности определенного типа, например, массив публикаций, текст, множество людей и др. В качестве множества меток, соответственно, выступают: ученые как авторы статей, набор различных слов (словник), доходы и др. Тогда $n(x, N)$, соответственно, есть число ученых, написавших x статей; число слов, встречающихся в тексте x раз; число людей с доходом в x единиц и т. д.

Для числа меток $r(x)$, встречающихся x и более раз, закон Ципфа переписывается следующим образом (сумму заменяем интегралом)

$$r(x) = \sum_{\xi=x}^{\infty} n(\xi, N) \approx \frac{A}{\alpha} \cdot \frac{1}{x^\alpha} = \frac{B}{x^\alpha}, \quad \left(B = \frac{A}{\alpha} \right) \quad (2)$$

Если все метки расположены в ряд в порядке убывания их встречаемости, то величина r , определяемая выражением (2), есть положение в этом ряду метки, встречающейся x раз (порядковый номер этой метки). Поэтому величина r обычно называется рангом.

Меняя в (2) x и r местами, получаем в отличие от «частотных» представлений закона Ципфа ((1) и (2)), его «ранговое» представление [51]:

$$x_r = \frac{B^{1/\alpha}}{r^{1/\alpha}} = \frac{C}{r^\beta}, \quad (3)$$

где $\beta = \frac{1}{\alpha}$, $C = B^{1/\alpha}$

Различные эмпирические совокупности: массив публикаций, население городов, доходы и др. описываются разными формами закона Ципфа в зависимости от удобства. Например, в науковедении и экономике используется частотная форма. В науковедении она используется, как правило, в виде (1) и часто называется законом Лотки (обычно для $\alpha=1$, соответственно, $\gamma=2$), который первым получил эту зависимость при исследовании массива публикаций [70].

В виде (2) частотная форма закона Ципфа используется, например, в экономике капиталистических стран, где он описывает число людей, имеющих доход не ниже x единиц. Это — так называемое распределение доходов по закону Парето, известного экономиста, открывшего этот закон в конце прошлого века [24]. Обычно для закона Парето характеристический показатель $\alpha=1,5$.

В виде рангового распределения (3) закон Ципфа используется в лингвистике, демографии и др. В этой форме его обычно применял сам Ципф [80], как правило, с показателем

$$\beta = \frac{1}{\alpha} = 1.$$

Подчеркнем еще раз, что один и тот же закон, описываемый в частотной форме выражениями (1) и (2) и в ранговой форме выражением (3), носит различные названия (Ципфа, Лотки, Эсту, Мандельброта, Парето и др.) в зависимости от того, где он применяется. Мы будем, как правило, использовать выражение (1) как наиболее удобное в науковедческих приложениях. Это распределение будем называть законом Ципфа, так как Ципфу принадлежит наиболее фундаментальное исследование этого закона.

Разделив правую и левую части (1) на константу, равную общему числу меток, получим вероятностное представление закона Ципфа, которое в пронормированном виде известно в математике как распределение Парето [22, стр. 615]:

$$p(x) = \frac{\alpha}{x_0} \left(\frac{x_0}{x} \right)^{\alpha+1} \quad \begin{array}{l} x \geq x_0; \\ \alpha > 0; \end{array} \quad (4)$$

при $x_0 = 1$ $p(x) = \frac{\alpha}{x^{\alpha+1}}$.

Для функции распределения:

$$F(x) = 1 - \frac{1}{x^\alpha}. \quad (5)$$

Для пронормированного аналога (2) получаем:

$$W(\xi \geq x) = \int_x^{\infty} p(\xi) d\xi = 1 - F(x) = \frac{1}{x^\alpha}.$$

Соответственно, $x = \frac{1}{[1 - F(x)]^{1/\alpha}} = \frac{1}{W^\beta}$. Этот своеобразный аналог (3) представляет собой квантиль порядка F .

Закон Ципфа проверен на самом различном эмпирическом материале, связанном с человеческой деятельностью: от распределения результатов экзаменов по математике и умения играть в гольф до распределения числа имений (по годовому доходу), владельцы которых принимали участие в восстании якобитов в 1717 г. Огромное количество самых различных примеров закона Ципфа, полученных известными статистиками (Юлом, Кендаллом, Лоткой и др.), приведено как в книге Ципфа [80], так и в обширной литературе, посвященной этому закону.

В приложении к науковедению, например, закону Ципфа подчиняются распределения ученых по числу написанных ими статей [70], статей на одну тематику по различным журналам [59], журналов по запросам в библиотеках [77], контактов между учеными [15] и др. Нас в дальнейшем будет интересовать в основном первое из этих соотношений — между числом ученых и числом написанных ими статей. Это соотношение наиболее надежно в эмпирическом смысле и удобно для анализа.

Первая статья по эмпирическому исследованию массива публикаций, принадлежащая Альфреду Лотке [70], появилась еще в 1926 г. С тех пор подобные подсчеты производились неоднократно на разном материале. Можно привести буквально десятки проверок закона Лотки (формулы (1) для $\gamma = 2$) на библиографиях, реферативных журналах и др. (см. хорошие обзоры на эту тему, например, в [78], [20]). Все эти результаты практически совпадают с законом Лотки. Мы также произвели подсчет на массиве более 700 авторов на букву А в реферативном журнале «Мировая математика за 10 лет. 1953—1963» и также получили хорошее совпадение ($\gamma = 2,1$).

Широкая применимость закона Ципфа привела к появлению работ не только по эмпирическим исследованиям, но и по теоретическому обоснованию этого закона. Первая работа на эту тему принадлежит известному английскому статистiku Гарольду Юлу, который еще в 1924 г. изучал в связи с математической теорией эволюции процесс, описываемый так называемым распределением Уиллиса (закон Ципфа при $\alpha = 0,5$) [79].

Дальнейшие математические модели систем, описываемых законом Ципфа, в основном развивают подход Юла, исходя из теории марковских процессов. В качестве типичных работ такого типа укажем на исследование Д. Чемпернауна по распределению Парето [61] и на работу Герберта Саймона [75], в которой он выводит закон Ципфа для самых различных явлений (рост городов, распределение доходов, таксономия и др.) из единой математической модели. Интересные обзоры на эту тему (особенно в связи с распределением доходов) приведены в [62] и [76].

Оригинальный «термодинамический» подход к закону Ципфа был предложен Бенуа Мандельбротом, который рассмотрел этот закон как равновесное распределение информационного массива, исходя из понятия «стоимости» единицы информации (см., например, [71]; изложение его идей см. в [53], [38]). Из советских работ укажем прежде всего на работу Ю. А. Шрейдера [55], где развивается «термодинамический» подход Б. Мандельброта. Есть и ряд других работ, исследующих закон Ципфа аналогичным образом [20], [25].

Тем не менее следует признать, что удовлетворительная теоретическая интерпретация закона Ципфа еще не получена, о чем свидетельствуют, в частности, как новые работы Б. Мандельброта, исследующие закон Ципфа с позиций устойчивых негауссовых распределений (см., например, [72], так и острая дискуссия о математической модели закона Ципфа между Б. Мандельбротом и Г. Саймоном, отраженная в целом ряде статей этих авторов (см., например, [73]).

Дискуссии подобного рода часто объясняются тем, что пока отсутствуют достоверные и достаточно полные эмпирические данные, позволяющие с уверенностью прийти к одной точке зрения. Это, кстати, относится и к некоторым науковедческим спорам о логисте или об экспоненте (см. например, [27]).

3. Методологические замечания

Исследование научной деятельности (вытекающее, в частности, из необходимости «теоретического обеспечения государственной научной политики» [35]) основывается на различных подходах к этому объекту и использует разные методы. Дело в том, что представление о научной деятельности включает в себя такие различные понятия, как научные контакты, публикация статей, сбор информации, наконец, сам процесс творческого мышления и т. д. Поэтому, выбирая разные предметы исследования, мы получим отражение разных сторон научной деятельности.

Массив научных публикаций как некоторая последовательность текстов выступает, естественным образом, в качестве внешней формы науки и является в этом смысле конечным результатом (продуктом) научной деятельности. При этом массив научных публикаций, представляя собой дискретный набор текстов, поддается количественному описанию, отражая в определенном смысле качество работы ученого. Вопрос заключается лишь в адекватности соотношения между «количеством» научных публикаций и «качеством» научной деятельности.

Все про и contra при оценке ученого числом написанных статей неоднократно обсуждались (и обсуждаются) в науковедческой литературе. Например, работа У. Денниса по исследованию продуктивности выдающихся ученых [64] дает возможность, как отмечает автор, продемонстрировать высокую корреляцию между про-

дуктивностью ученого и общественным признанием его научных заслуг. Начало списка У. Денниса по научной продуктивности содержит немало ученых, сделавших крупные открытия и имеющих почетные награды. Напротив, конец списка, куда входят менее продуктивные исследователи, гораздо беднее такими именами. Аналогичный результат получен в работе Д. Пельца и Ф. Эндрюса [37], где исследовалось более широкое множество научных работников и отмечена удовлетворительная положительная корреляция между экспертными оценками ученых и числом их публикаций.

Но следует иметь в виду, что экспертная оценка ученого и оценка ученого числом публикаций, вообще говоря, далеко не тождественны, ибо отражают два разных подхода: «ценностный» («качественный») и «количественный»¹. Это необходимо четко различать, ибо смешивание соответствующих понятий приводит к бесплодным дискуссиям.

Число публикаций — это мера, но не столько мера качественной ценности работы данного ученого, сколько мера его активности, интенсивности его работы. Конечно, без упорства и настойчивости невозможно достичь высоких результатов в науке, а именно эти качества, с другой стороны, часто выявляются как постоянный поток письменного научного творчества. Но нужен еще и талант. Поэтому между числом публикаций (как мерой активности, отражающей «количество» научной деятельности) и экспертными оценками (как мерой ценности, отражающей «качество» работы ученого) существует положительная корреляция, но эти величины не взаимозаменяемы.

Подобный взгляд никоим образом не снижает необходимости изучения массива научных публикаций для понимания определенных аспектов научной деятельности, причем не только в «количественном», но и в системно-структурном плане. Тем более, что только через массив публикаций актуализируется творческий потенциал ученого. Поэтому результаты как статистических, так и структурных исследований массива научных публикаций безусловно важны, конструктивны и интересны практически. Но надо представлять себе границы полученных результатов и делать соответствующие выводы лишь в пределах этих границ. Здесь, кстати, особенно видна неоднократно подчеркиваемая, например, в [3], необходимость четкого методологического представления о том, что и для чего мы измеряем.

Предметом исследования настоящей работы служит массив научных публикаций как целостная система, которая отражает опре-

¹ Это можно проиллюстрировать на аналогии с теорией информации. Заслуга Шеннона была в том, что он отделил количество от качества в понимании информации. Это позволило ему получить интересные математические результаты. Что касается качества информации, ее семантических аспектов, или, иными словами, ценности информации, то эта проблема далеко не решена и сейчас (хотя есть много интересных работ на эту тему).

деленные характеристики научной деятельности², а в количественном плане подчиняется закону Ципфа. Задача состоит в том, чтобы не постулировать закон Ципфа в качестве эмпирического факта (как это делается в большинстве науковедческих работ), а вывести его теоретически на основе достаточно простых и естественных науковедческих гипотез. Поскольку сам закон Ципфа уже с успехом применялся в науковедении для определенных конкретных выводов (см. например, [39], [30], [17]), можно предположить, что теоретическое рассмотрение этого закона на таком материале, как массив научных публикаций, приведет к расширению соответствующих науковедческих исследований на более строгой основе.

В настоящей работе строятся математические модели формирования массива научных публикаций (разд. II) и равновесного состояния массива (разд. III) на базе закона Ципфа как эмпирического основания моделей. Кроме того, исследуются предельные вероятностные свойства закона Ципфа (разд. IV), позволяющие обосновать построение соответствующих моделей с теоретической точки зрения. В последнем разделе содержатся обсуждение результатов и выводы, из них вытекающие.

II. РАНДОМИЗИРОВАННЫЙ ВЕТВЯЩИЙСЯ ПРОЦЕСС

1. Постулаты модели: науковедческая интерпретация

Основным понятием, характеризующим ученого в настоящей работе, является понятие состояния ученого, которое определяется числом написанных им статей x . Публикация³ каждой следующей статьи интерпретируется как переход в новое состояние. Тем самым деятельность ученого (в смысле последовательной публикации статей) понимается как последовательность переходов из состояния в состояние.

Массив научных публикаций, возникающий в результате совокупной деятельности определенного множества ученых, описывается, как указывалось выше, законом Ципфа. Задачей настоящего раздела является построение теоретической модели формирования этого массива, которая, с одной стороны, удовлетворяет естественным гипотезам о процессе порождения научных публикаций, с другой — приводит к эмпирически установленному закону Ципфа.

² В качестве иллюстрации укажем, что отношение между научной деятельностью и массивом публикаций напоминает отношение в работе Ципфа между человеческим поведением и его результатами (население городов, доходы, язык и др.), которые Ципф рассматривает как проявление определенных закономерностей человеческого поведения (например, принципа наименьших усилий).

³ Выражения «написанные статьи» и «публикация статьи» используются в настоящей работе как идентичные термины.

Будем рассматривать процесс формирования массива научных публикаций как стохастический процесс марковского типа. Это объясняется тем, что процесс публикации статей зависит от неопределенно большого количества факторов, действующих случайно. Причем, как правило, этот процесс можно определить таким образом, чтобы каждый следующий шаг стохастически зависел лишь от состояния системы в данный момент (условие марковости процесса). Тогда для каждого ученого переход из состояния в состояние (публикация новой статьи) становится марковским, а вероятность перехода будет означать, соответственно, вероятность опубликовать новую работу. Очевидно, что процесс публикации статей можно рассматривать как последовательность редких событий и поэтому отнести его к пуассоновским процессам.

Будем исходить из естественного предположения, что вероятность написания новой статьи зависит от числа статей, уже написанных ученым к данному моменту времени. Точнее говоря, вероятность перехода в новое состояние на интервале $t, t + \Delta t$ должна быть функцией состояния, в котором находится система в момент t . Зависимость вероятности перехода от предыдущего состояния приводит к обобщению процесса Пуассона, позволяющему описывать последовательность публикации статей так называемым процессом размножения [2].

Этот процесс определяется следующими постулатами:

- вероятность перехода $x \rightarrow x+1$ в интервале $t, t + \Delta t$ пропорциональна интервалу Δt и определяется выражением $\lambda(x) \Delta t + o(\Delta t)$, где $\lambda(x)$ — плотность перехода;
- вероятность двух и более переходов за время Δt есть $o(\Delta t)$, т. е. пренебрежимо мала (второй порядок малости);
- вероятность отсутствия переходов на интервале Δt есть, соответственно, $1 - \lambda(x) \cdot \Delta t + o(\Delta t)$.

Отсюда получаем вероятность нахождения системы в состоянии x в момент $t + \Delta t$:

$$p_x(t + \Delta t) = (1 - \lambda(x) \cdot \Delta t) \cdot p_x(t) + \lambda(x) \cdot \Delta t \cdot p_{x-1}(t) + o(\Delta t).$$

Деля на Δt и переходя к пределу, получаем систему дифференциальных уравнений для вероятности нахождения системы в состоянии x в момент t :

$$\begin{aligned} \frac{dp_0(t)}{dt} &= -\lambda_0 p_0(t), \\ \frac{dp_x(t)}{dt} &= -\lambda(x) p_x(t) + \lambda(x-1) p_{x-1}(t); \quad x = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (6)$$

Эта система решается при начальных условиях:

$$p_x(0) = \begin{cases} 1, & x = 1. \\ 0, & x \neq 1. \end{cases}$$

Решение определяется конкретной зависимостью $\lambda(x)$, которую будем считать линейной, т. е. $\lambda(x) = \lambda \cdot x$, где λ — коэффициент пропорциональности. Отсюда следует, что вероятность перехода из данного состояния в новое пропорциональна мере данного состояния. Иными словами, что вероятность опубликования новой статьи за время $t, t + \Delta t$ пропорциональна числу написанных ученым статей:

$$p(x \rightarrow x + 1, \Delta t) \sim \lambda \cdot x \cdot \Delta t. \quad (7)$$

По сути дела, этот результат представляет математическую формализацию известного представления о том, что чем больше автор написал статей, тем проще для него написать еще одну.

О. Ланге, видный польский экономист, так характеризует аналогичный результат при распределении доходов по закону Ципфа — Парето: «Легкость перехода в высшую группу растет пропорционально имеющемуся доходу» [24, стр. 157]. Ниже будет показано, что выражение (7) приводит к известной в науковедении гипотезе, что рост статей связан для ученого с логарифмическим ростом «усилий», как в законе Вебера — Фехнера [41].

2. Линейный процесс чистого размножения

Линейный характер плотности перехода $\lambda(x)$ позволяет в качестве модели «порождения» статей каждым ученым в отдельности выбрать один из простейших вариантов ветвящегося процесса чистого размножения, или процесса Юла⁴, для которого «вероятность рождения в данный момент прямо пропорциональна размеру популяции» [19].

Решая для линейной плотности перехода $\lambda(x)$ уравнения (6), например, методом производящих функций, получаем [2]:

$$p_x(t) = \begin{cases} e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda t})^{x-1}; & x = 1, 2, \dots, \\ 0 & x = 0, \end{cases} \quad (8)$$

где λ — параметр интенсивности процесса; $p_x(t)$ — распределение вероятности нахождения системы в состоянии x в момент t .

В нашем случае выражение (8), представляющее известное распределение Юла — Фарри, описывает вероятность опубликования ученым x статей к моменту t (при оговоренных выше постулатах и условии, что в начальный момент $t_0 = 0$ у него была написана одна статья).

⁴ Процесс назван по имени известного английского статистика Г. Юла, в работе которого [79] впервые рассматривалась подобная порождающая модель: Юл исследовал задачу возникновения новых родов и видов в результате случайных мутаций, приводящих к распределению, аналогичному закону Ципфа.

Математическое ожидание процесса (среднее число статей, написанных ученым за время t) выражается формулой:

$$x_t = e^{\lambda t}, \quad (9)$$

что совпадает с известным в науковедении законом экспоненциального роста науки, представляющим эмпирическое подтверждение адекватности нашей модели.

Выясним «науковедческий» смысл параметра интенсивности процесса λ . Этот параметр из выражения (9) можно определить двояко: дифференцируя (9) по времени —

$$\frac{dx_t}{dt} \equiv \dot{x}_t = \lambda \cdot e^{\lambda t} = \lambda \cdot x_t; \quad \lambda = \frac{\dot{x}_t}{x_t} = \frac{dx_t}{x_t} \Big/ dt = \frac{d \ln x_t}{dt}, \quad (10)$$

или логарифмируя (9)

$$\ln x_t = \lambda t; \quad \lambda = \frac{\ln x_t}{t} \quad (11)$$

Из этих выражений видно, что λ можно интерпретировать как относительный прирост числа статей в единицу времени (в «экономической» терминологии — темп роста) или как прирост в единицу времени логарифма от числа статей, публикуемых ученым.

Иными словами, параметр λ , характеризующий интенсивность процесса, является мерой активности ученого, мерой интенсивности его научной деятельности⁵. Интересно, что связь этого параметра с логарифмом числа статей, следующая из нашей модели, подтверждается качественно предложениями науковедов «рассматривать при сопоставлении статистической результативности ученых не общее число публикаций, а логарифм числа печатных работ» [12].

3. Рандомизация ветвящегося процесса

Естественно предположить, что параметр интенсивности λ носит индивидуальный характер и различен для различных ученых, определяя в комплексе их способности, опыт работы и др. Конкретное значение λ зависит от неопределенно большого числа факторов (личности ученого, условий его работы и др.), сочетание которых дает основание рассматривать интенсивность λ

⁵ Представляет интерес рассмотреть параметр интенсивности как масштабную величину, характеризующую собственное время системы [3], т. е. как индивидуальное время, в котором работает ученый. Тогда $\lambda t \equiv \tau$ будет обозначать собственное время ученого τ , измеренное в единицах «абсолютного» времени t . Несмотря на методологические трудности строгого обоснования такой интерпретации, она может оказаться полезной, так как приведет к одной из возможных экспликаций безусловно интересного, но пока довольно условного понятия «собственного времени» (ср. с понятием «операционного времени» В. Феллера [49]).

как случайную величину с плотностью распределения $p(\lambda)$, определенной на множестве ученых.

Заметим, что, определяя в законе Ципфа эмпирическим путем долю ученых, написавших данное число статей, мы уже неявно усредняем по интенсивностям λ этих ученых. Мы различаем ученых не индивидуально (в зависимости от λ), а только по конечному результату — числу опубликованных статей. В отличие от этого теоретический результат (8) носит индивидуальный характер (зависит от λ). Точнее говоря, для ученого с параметром интенсивности λ теоретический результат его деятельности описывается вероятностью $p_x(t) \equiv p(x/\lambda)$ (см. (8)), а эмпирический результат, описываемый законом Ципфа, получается путем усреднения по множеству ученых с различными λ :

$$p(x) = \int p(x/\lambda) p(\lambda) d\lambda.$$

Поэтому для приведения в соответствие результатов теоретической модели с эмпирическими данными, нужно усреднить выражение (8) по параметру λ , иными словами, рандомизировать процесс:

$$p(x) = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda t})^{x-1} \cdot p(\lambda) d\lambda. \quad (12)$$

Ветвящийся процесс такого типа, описывающий в окончательном виде формирование массива научных публикаций, будем называть рандомизированным ветвящимся процессом. Случайные процессы, в свою очередь зависящие от случайного параметра, по которому они усредняются для соответствия с эмпирическими данными, относятся к классу подчиненных, или управляемых процессов, по определению В. Феллера [49]. В нашем случае таким случайным параметром, «ведущим» процесс, является λ с распределением $p(\lambda)$ ⁶.

Естественно, что конкретный вид окончательного распределения массива публикаций $p(x)$, определяемого выражением (12), зависит от вида $p(\lambda)$, который нам неизвестен. Для определения $p(\lambda)$ воспользуемся следующими соображениями. Дело в том, что разумный выбор проходного балла в науку естественно связывать с минимальными усилиями, необходимыми для написания одной статьи, ибо результат неотделим от его публикации. Иными словами, в науке имеет место определенный «пороговый принцип», требующий для публикации статей достаточно высокого «уровня интеллектуальности», которому в нашем случае соответствует

⁶ По поводу правильного выбора «ведущего» параметра см. замечания В. Феллера о необходимости учитывать физический смысл процесса (явление «ложного за-ражения» в [49]) для соответствующей рандомизации процесса.

параметр λ . Поэтому распределение $p(\lambda)$ в науке должно определяться большими значениями этого «уровня» и, соответственно, «хвостами» обычных распределений психологического теста «на интеллектуальность» (см., например, [39]).

Учитывая, что соответствующие «хвосты», как правило, сходятся медленнее обычного гауссова закона, примем для $p(\lambda)$ показательное распределение⁷:

$$p(\lambda) = \mu e^{-\mu\lambda}, \quad (13)$$

где μ — параметр интенсивности, характеризующий среднее значение $\lambda_{cp} = 1/\mu$.

Интегрируя теперь (12) с учетом (13), получаем в итоге распределение, пропорциональное бета-функции:

$$p(x) = \frac{\mu}{t} \cdot B\left(x, \frac{\mu}{t} + 1\right), \quad (14)$$

$$\text{где } B\left(x, \frac{\mu}{t} + 1\right) = \frac{\Gamma(x) \cdot \Gamma\left(\frac{\mu}{t} + 1\right)}{\Gamma\left(x + \frac{\mu}{t} + 1\right)} \text{ — бета-функция;}$$

$\Gamma(x)$ — гамма-функция.

Г. Саймон в [75] предлагает назвать класс распределений, пропорциональных бета-функции, $p(x) = \alpha \cdot B(x, 1 + \alpha)$, которые впервые появляются в работе Юла [79], распределениями Юла. Этот термин уже неоднократно использовался в работах Б. Мандельброта, М. Кендалла и других. Поэтому мы тоже будем называть распределение (14) распределением Юла.

Исходя из формулы Стирлинга, легко показать, что при возрастании x получаем асимптотически:

$$\frac{\Gamma(x)}{\Gamma\left(x + \frac{\mu}{t} + 1\right)} \rightarrow \frac{1}{x^{\frac{\mu}{t} + 1}}. \quad (15)$$

Подставляя (15) в (14), получаем окончательно асимптотическую сходимость распределения Юла к искомому закону Ципфа:

$$p(x) \sim \frac{\mu}{t} \cdot \Gamma\left(\frac{\mu}{t} + 1\right) \cdot \frac{1}{x^{\frac{\mu}{t} + 1}} = \frac{A}{x^\gamma}, \quad (16)$$

где $A = \text{const} = \frac{\mu}{t} \cdot \Gamma\left(\frac{\mu}{t} + 1\right)$, $\gamma = \frac{\mu}{t} + 1$.

⁷ Конечно, предыдущий абзац, «объясняющий» эту гипотезу, носит иллюстративный, качественный характер, а правильность гипотезы в конечном итоге определяется совпадением теории с эмпирическими данными.

Полагая для малых μ/t , что $\Gamma(\mu/t+1) \sim 1$, получаем из (16) про-
нормированную форму закона Ципфа, известную как распреде-
ление Парето (см. (4)):

$$p(x) \sim \frac{\mu}{t} \frac{1}{x^{\frac{\mu}{t}+1}} = \frac{\alpha}{x^{\alpha+1}}, \quad (17)$$

где $\alpha = \mu/t$ — характеристический показатель распределения;
 $t = \text{const}$ — условие устойчивости распределения.

Рассмотрим в заключение один практический результат, вы-
текающий из модели формирования массива научных публика-
ций. Выясним смысл характеристического показателя $\alpha = \mu/t$,
определяющего формулы (16) и (17). Величина μ характеризует
средний период удвоения числа статей. Это вытекает из того, что
среднее значение λ есть, по определению, $1/\mu = \lambda_{\text{ср}}$ (см. 13), а
 $1/\lambda$, как легко показать из (9), — это время, за которое среднее чис-
ло статей увеличивается в e раз. Следовательно, $\mu = 1/\lambda_{\text{ср}}$ определяет
среднее время, за которое происходит такое увеличение. Вводя
величину ν — среднее время, за которое число статей увеличивается
вдвое, получаем:

$$\nu = \ln 2 \cdot \mu.$$

Таким образом, μ — действительно пропорционально интер-
валу¹ удвоения.

Перепишем в соответствии с этим выражение для характери-
стического показателя:

$$\bar{\alpha} = \frac{\nu}{t} \cdot \frac{1}{\ln 2}.$$

Так как в сам закон Ципфа время в явном виде не входит, то па-
раметр t , возникающий в модели процесса, рассматривается как
интервал, определяющий объем эмпирической выборки. Условие
 $t = \text{const}$ необходимо для устойчивости закона. Соответствующий
выбор интервала t дает хорошее совпадение теоретического ре-
зультата модели с эмпирическими данными.

Величина t выбирается достаточно большой, чтобы, как гово-
рят науковеды, дать возможность тем, кто способен написать боль-
ше одной статьи, написать эти статьи. Иными словами, выборка
должна быть достаточно велика, чтобы отразить сравнительно
маловероятные события (продуктивных ученых). Но массив не
должен быть слишком велик, иначе будут недостаточно представ-
лены ученые с малым числом статей. Положим $t = 20$ лет, что
соответствует обычным временным интервалам выборок (см., на-
пример, обзор эмпирических исследований [78]). По закону Лотки
 $\alpha = 1$ ($\gamma = 1 + \alpha = 2$). Тогда период удвоения составит:

$$\nu = \alpha t \ln 2 \approx 1 \cdot 20 \cdot 0,7 = 14 \text{ лет,}$$

что соответствует эмпирическим данным для интервала удвоения

объема научно-технической информации, приводимым во многих работах (см., например, [39]).

Этот важный результат совпадения эмпирических данных числового характера с вычислениями, основанными на теоретической модели формирования массива научных публикаций, является практическим подтверждением эффективности этой модели. Отметим также совпадение подхода с точки зрения ветвящегося процесса в настоящей работе и феноменологического или качественного подходов к научной деятельности, соответственно, в работах [67] и [63], где тоже используется ветвящийся процесс для описания деятельности ученых.

III. ВАРИАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП НАУЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

1. Термодинамические модели сложных систем

Построение в предыдущем разделе процесса, приводящего к закону Ципфа, является лишь одним из подходов, моделирующих этот закон. Представляет интерес исследование экстремального принципа, из которого вытекает закон Ципфа. Иными словами, если в предыдущем разделе исследовалось причинное описание научной деятельности, то в настоящем разделе мы рассмотрим ее с точки зрения цели. Под достижением цели будет пониматься такое предельное распределение массива научных публикаций, которое находится в определенном равновесном состоянии.

Дело в том, что исследования распределения научных статей, проводимые для разных периодов времени и на разном материале, указывают на сравнительное постоянство как формы этого распределения, так и его параметров.

Это постоянство распределения Ципфа дает основание предположить, что сообщество ученых, результатом деятельности которого является массив публикаций, можно рассматривать в определенном приближении как систему, находящуюся в равновесном состоянии. Случайные переходы из состояния в состояние не нарушают в среднем равновесия всей системы. Поэтому представляется естественным исследовать это распределение методами статистической физики и термодинамики, применяемыми для анализа равновесного распределения молекул в газе.

Заметим, что такой «термодинамический» подход, основанный на определенной аналогии между сложными «гуманитарными» системами и ансамблями статистической физики, проникает сейчас во многие гуманитарные области в силу наглядности аналогий и возможности использовать богатейший аппарат статистической физики. Особенное развитие он получил в лингвистике и в экономике.

В настоящее время существует уже обширная литература по «информационно-термодинамическому» анализу сложных систем, в основе которого лежит:

— информационное описание сложной системы;

— аналогия между термодинамическим понятием энтропии и кибернетическим понятием информации, вытекающая из статистической интерпретации энтропии Больцманом и количества информации, определяемого по Шеннону.

Обзор всей совокупности работ в этой области и тем более методологическое исследование этого направления (известного под названием информационно-термодинамики, физической теории информации, информодинамики, физической кибернетики и пр.) не являются задачей настоящей работы⁸. Укажем лишь на некоторые работы последних лет, использующие физические модели для исследования адаптивных систем управления, экономических систем, информационных и других сложных систем. Это работы Р. Л. Стратоновича по термодинамической интерпретации параметров информационных систем (см., например, [46]), цикл работ Л. И. Розоноэра по «термодинамическим» моделям в экономике [42]. Связь физических представлений с адаптивными моделями игр автоматов и случайного поиска рассматривается в [54] и [57]. Применение методов статистической физики в системном анализе охарактеризовано в работах американских авторов [60], [65].

«Термодинамический» подход в целом основан на вариационном принципе Больцмана:

$$-\int p(x) \ln p(x) dx = H = \max$$

$$\text{при} \quad \int E(x) p(x) dx = E, \quad (18)$$
$$\int p(x) dx = 1$$

⁸ Хотя необходимость в методологическом анализе такого подхода, позволяющего исследовать сложные системы при помощи «наглядного» формального аппарата физики, давно назрела. Ведь следует учитывать, что применение физических моделей при анализе сложных систем не ограничивается методами статистической физики и термодинамики. Известны интересные аналогии между методами классической механики (принцип Гамильтона и др.) и теорией оптимального управления (принцип Понтрягина и др.). Связь информационных представлений (проблема измерения, принцип неопределенности и пр.) с задачами квантовой механики исследовалась в работах Н. Бора, В. Гейзенберга, Дж. фон Неймана (см., например, [32]). Иными словами, можно предположить, что в настоящее время оформляется методологически новая область исследований, которую условно можно назвать физической кибернетикой. Эта область должна объединить совокупность соответствующих физических моделей и представлений (классической механики, статистической, квантовой и т. д.) для анализа сложных систем «нефизической» природы: биологических, экономических и др. Естественно, что в таких случаях происходит взаимное обогащение наук, ибо возможен обратный перенос «системно-кибернетических» понятий управления, информации и др. на «физические» объекты. Разумеется, соответствующую интерпретацию нужно производить критически и лишь при условии ее конструктивной ценности.

и на соответствующей «термодинамической» интерпретации параметров анализируемых сложных систем.

Экстремальная формулировка (18) означает, что система в равновесии имеет распределение состояний $p(x)$, которое обращает в максимум энтропию H при фиксированной средней энергии E . Интерпретация $E(x)$ — энергии системы в состоянии x и, соответственно, средней энергии E различна в зависимости от области исследования. Например, в экономических приложениях $E(x)$ — это затраты на изготовление продукта x , а E — средние ресурсы; в лингвистических, соответственно, «стоимость» слов или букв и средняя «цена» символа (в смысле «усилий», затрачиваемых на воспроизведение этого символа). Наиболее известные исследования закона Ципфа связаны именно с «термодинамическим» подходом, в частности, к исследованию языка и лингвистических текстов. Мы попытаемся применить «термодинамический» подход и исследовать экстремальный принцип непосредственно на науковедческом материале, исходя из особенностей научной деятельности.

2. Науковедческая интерпретация термодинамической модели

Статистический подход представляет определенный интерес при рассмотрении сообщества ученых в целом. Энергия $E(x)$ отождествляется при этом с усилиями, необходимыми ученому для достижения состояния x (публикация x статей). Иными словами, $E(x)$ характеризует сложность написания x статей, т. е. «затраты», необходимые для перехода из начального состояния в состояние x .

В соответствии с вариационным принципом Больцмана, которому подчиняется такая стохастическая модель, распределение продуктивности ученых $p(x)$ определится конкретной зависимостью $E(x)$. Отождествим усилия $E(x)$, затрачиваемые ученым на написание x статей, с условным «расходом» времени ($E(x) \sim t$) как мерой этих усилий⁹.

Выше мы получили (см. формулу (9)), что средняя продуктивность ученого за время t возрастает по экспоненте: $x_t = e^{\lambda t}$.

Отсюда $t = \frac{1}{\lambda} \ln x_t$. Сравнивая $E(x)$ с t , получаем искомую зависимость для $E(x)$:

$$E(x) = \rho \cdot \ln x, \quad (19)$$

где ρ — константа пропорциональности.

⁹ Заметим в связи с этим, что время реакции, время «узнавания», время решения и др. довольно часто используется как мера сложности информационных процессов для данного индивидуума. Например, Дж. Пирс пишет: «...Употребление слов может определяться экономией усилий, а экономию усилий можно измерять как экономию времени» [38, стр. 281].

Интересно отметить совпадение выражения (19) с психологическим законом Хика — Хаймена для среднего времени реакции испытуемого в задаче выбора [41] либо с психофизическим законом Вебера — Фехнера, о котором пишет Прайс, предлагая оценивать «элитность ученого как логарифм числа написанных им... статей» [39, стр. 326]. Такие совпадения результатов при сравнительно независимых подходах повышают достоверность модели.

В выражении (19) ρ — индивидуальная характеристика ученого. Причем, если λ , как указывалось выше, характеризует творческую активность ученого, то ρ как величина, вообще говоря, обратная ей, должна характеризовать «удельную» меру его усилий. Рассмотрим это подробнее.

В работах самого Ципфа особенности открытого им закона объясняются с точки зрения принципа наименьшего усилия [80]. Одна из формулировок этого принципа («лингвистическая» — см. [53]) гласит, что человеческое общение складывается из противоречивых тенденций говорящего истратить как можно меньше слов (и быть понятым) и слушающего израсходовать как можно меньше усилий на понимание (и понять). Равновесие (по Ципфу) возникает из компромисса между этими тенденциями.

Разумеется, подобная интерпретация человеческого поведения является весьма упрощенной, в силу чего принцип наименьших усилий Ципфа в целом неоднократно подвергался справедливой критике. Но представление о необходимости определенных усилий (творческих, умственных, даже просто физических) в интеллектуальной деятельности человека может оказаться полезным при содержательном исследовании количественных результатов этой деятельности. Величина этих усилий, определяющая конечный результат, является следствием как возможностей самого человека, так и чисто случайных внешних факторов. В силу этого возникает стационарное распределение «величины» этих результатов (определяемой, например, числом статей, написанных одним ученым), которое зависит, с одной стороны, от меры индивидуальных усилий, а с другой стороны — от активности внешних воздействий. Можно предположить, что чем большие усилия нужно затратить для достижения данного результата, тем менее вероятен сам результат (при прочих равных условиях)¹⁰.

Теперь интерпретация параметра ρ как меры усилий ученого становится более понятной. В виде иллюстрации можно сказать, что этот параметр в какой-то мере аналогичен понятию массы. Параметр ρ характеризует усилия ученого при переходе в следующее состояние под давлением внешних обстоятельств, носящих, в частности, моральный, материальный или престижный характер.

¹⁰ Это предположение, разумеется, носит чисто эвристический характер.

3. Экстремальный принцип: научоведческий анализ

Учитывая научоведческую интерпретацию термодинамических параметров, рассмотрим вариационный принцип Больцмана (18) для конкретного выражения (19): $E(x) = \rho \ln x$. Общее решение этой экстремальной задачи имеет вид:

$$p(x) = \frac{1}{Z} e^{-\lambda E(x)} = \frac{1}{Z} e^{-\lambda \rho \ln x} = \frac{1}{Z} \cdot \frac{1}{x^{\lambda \cdot \rho}}.$$

Соответствующие константы λ (множитель Лагранжа) и Z (статистическая сумма) определяются из граничных условий для средних «усилий» и условия нормировки. Введем для сходимости $\int p(x) dx$ нижний предел: $x \geq x_0 > 0$. Положим $x_0 = 1$ — минимальное начальное состояние ученого (одна написанная статья). С учетом этого, ограничив средние «усилия» ученого величиной

$$E = \int_1^{\infty} E(x) p(x) dx = \rho \int_1^{\infty} \ln x \cdot p(x) dx,$$

получаем окончательно распределение научной продуктивности в равновесном состоянии:

$$p(x) = \frac{\rho}{E} \cdot \frac{1}{x^{\frac{\rho}{E} + 1}} = \frac{\alpha}{x^{1+\alpha}}, \quad (20)$$

где параметр $\alpha = \rho/E$.

Это — уже известный нам закон Ципфа (в пронормированной форме распределения Парето), который получен из экстремального принципа, путем построения равновесной «термодинамической» модели совокупности ученых, публикующих статьи. Такой (вариационный) подход позволяет исследовать некоторые стационарные параметры научной продуктивности следующим образом.

Мы установили, что ρ есть «удельная» мера индивидуальных усилий ученого, а E — мера его средних «усилий», мера активности, определяемая в основном внешними факторами. Из (20) следует, что характеристический показатель α есть отношение меры усилий ученого к его средней активности, которое определяет неравномерность распределения ученых по их научной продуктивности в равновесном состоянии¹¹.

Вычислим теперь энтропию системы, выступающую как целевая функция (функция полезности) в рассматриваемой модели:

$$H = - \int_1^{\infty} p(x) \ln p(x) dx = - \ln \alpha + \frac{1}{\alpha} + 1. \quad (21)$$

¹¹ Эта интерпретация близка, в частности, к высказыванию О. Ланге по поводу аналогичного показателя в законе Парето (разновидности закона Ципфа для распределения доходов): «Значение параметра α можно считать некоторой мерой неравенства в распределении доходов. Чем больше значение параметра α , тем больше вогнутость гиперболы (кривой распределения Парето.— А. Я.) и тем больше разрыв между доходами отдельных групп населения» [24, стр. 156].

Это выражение показывает однозначную связь $H(\alpha)$ между энтропией и характеристическим показателем α . Учитывая определенный выше смысл этого показателя и обычную интерпретацию энтропии, можно в нашей модели рассматривать энтропию как меру «разброса» ученых по научной продуктивности, как меру неоднородности научного сообщества.

Другой термодинамический параметр — «температура» научно-го коллектива определяется из сравнения выражения для множителей Лагранжа в классической термодинамике (см., например, [30]) и в исследуемой нами модели. Учитывая, что в первом случае $\lambda \sim 1/T$, а в нашем варианте, как легко показать, $\lambda = \frac{\alpha + 1}{\rho}$, и сравнивая эти величины, получаем, что $\frac{\alpha + 1}{\rho} \sim \frac{1}{T}$. Отсюда получается следующее выражение для показателя закона Ципфа ($\gamma = 1 + \alpha$):

$$\gamma = \kappa \cdot \frac{\rho}{T}, \quad (22)$$

где κ — коэффициент пропорциональности, в определенном смысле обратный постоянной Больцмана.

Учитывая, что температура часто используется в качестве характеристики термостата, в нашем случае ее можно рассматривать как характеристику внешнего воздействия, как интенсивность внешних стимулов (моральных, материальных, престижных и др.), влияющих на деятельность ученого. Тогда показатель закона Ципфа $\gamma = \kappa \rho / T$, определяемый из (22) как отношение меры индивидуальных усилий ученого к интенсивности внешней среды (двух основных параметров), характеризует данную форму закона Ципфа¹².

Подводя итоги анализу науковедческой модели вариационного принципа Больцмана, приведем высказывание Я. П. Терлецкого: «Температура и энтропия являются величинами, характеризующими весь статистический ансамбль в целом, а не механическое микросостояние системы» [47, стр. 57]. Иными словами, в «системной» терминологии температура и энтропия являются системными параметрами, которые вместе с выражением для средних «усилий» ученого определяют стационарные свойства рассматриваемой модели равновесного состояния научного сообщества. Ценность этой модели в том, что из нее вытекает распределение научной продуктивности по закону Ципфа как следствие вариационного принципа, описывающего равновесное состояние научного сообщества во «внешней» (социальной) среде. Такой подход позволяет установить существенные параметры распределения научной продуктивности и исследовать эти параметры, исходя из наглядных «физических» представлений.

¹² Возможна другая интересная интерпретация, если рассматривать величину $\gamma = \kappa \cdot \rho / T$ как отношение сигнал/шум.

1. Негауссов характер закона Ципфа

Теоретический анализ закона Ципфа позволяет установить некоторые особенности этого закона, выделяющие его из привычного круга вероятностных распределений: биномиального, пуассоновского, гауссова и др. «Почему существует такой эмпирический закон? И почему он так резко отличается от других распределений вероятности, от обычного закона ошибок (закона Гаусса.— *А. Я.*), травм от брыкающихся лошадей (закона Пуассона.— *А. Я.*)?», — говорит Прайс в [39, стр. 326]. Он не раз возвращается на протяжении этой работы к различным отклонениям закона Ципфа от «нормального представления» (явлению «кристаллизации формы» [39, стр. 332] и др.). В настоящем разделе мы попытаемся разобраться в этих особенностях закона Ципфа, надеясь, что выяснение отклонений от нормы приведет (как это нередко бывает) к интересным выводам о природе исследуемого явления.

Под «нормальным», или, точнее, «гауссовым», представлением будем понимать сложившееся в прикладной теории вероятностей и математической статистике представление о том, что в основе многих реальных распределений и вероятностных процессов лежит семейство «нормальных» законов: биномиального, пуассоновского, гауссова, а в пределе — нормальный закон Гаусса. Это представление подтверждается как опытом, так и центральной предельной теоремой, устанавливающей при довольно широких допущениях сходимость вероятностных распределений к закону Гаусса.

Одним из эмпирических фактов, противоречащих применению такого гауссова представления к закону Ципфа, является наличие ученых со «слишком» высокой продуктивностью (по сравнению с гауссовым характером случайной выборки), которые пишут около половины всего массива статей. Точнее говоря, факт высокой продуктивности отдельных ученых означает, что закон Ципфа имеет «слишком» длинный «хвост», «слишком» медленную сходимость по сравнению с гауссовым семейством.

В динамике это явление кристаллизации проявляется как процесс накопления статей на множестве высокопродуктивных ученых, которые несут основную информационную нагрузку. Подобный эффект концентрации в науке иллюстрируется рядом исследователей не только на примере формирования массива научных публикаций, но и на других «научоведческих» примерах, связанных, в частности, с концентрацией ученых в крупных научных центрах и др.

Аналогичные примеры отмечаются и в развитии советской науки: «В настоящее время резко возрастает уровень концентрации научных кадров. Если.. число работающих в науке в СССР за 1941—1970 гг. возросло в 9 раз, то число научных учреждений уве-

личилось примерно в 2,1 раза. Иными словами, размеры научных учреждений увеличивались темпами в 4 раза более высокими, чем их число» [5, стр 13].

Но явление кристаллизации (концентрации) является одной из сторон «негауссовости» закона Ципфа, характеризующей, так сказать, его «хвост». Другой стороной, характеризующей, прежде всего, его «начало», является резкая асимметрия этого распределения.

В самом деле, если предположить, что разница в продуктивности ученых определяется какими-то случайными обстоятельствами, «равномерно бесконечно малыми» [50], то основные результаты должны концентрироваться по гауссову закону ошибок около среднего значения с определенным разбросом по краям. В действительности соответствующая кривая продуктивности непохожа на гауссовы кривые: она резко асимметрична. Она имеет пик около малопродуктивных ученых (с продуктивностью одна-две статьи) и длинный «хвост» в сторону высокопродуктивных ученых (с продуктивностью в 30 статей и выше). Иными словами, если бы публикация того или иного числа статей определялась чисто случайными факторами, то разброс этого числа среди ученых носил бы более равномерный характер.

Итак, основное число ученых малопродуктивно, а основной массив статей принадлежит сравнительно малому числу ученых. Весь этот комплекс «негауссовых» особенностей закона Ципфа, сводящийся к росту «размера» в хвосте и «числа» в начале распределения («рассеивание» статей по большому числу малопродуктивных ученых и «концентрация» статей у высокопродуктивных, асимметрия распределения и др.), удобно объединить под одним названием: явление концентрации и рассеивания.

Отметим, что это явление концентрации и рассеивания имеет место и в других приложениях закона Ципфа: рост населения в больших городах и рост числа малонаселенных городов; концентрация основного содержания текста в малом числе слов и резкое возрастание числа слов при расширении этого содержания (рассеивание информации); рост «размеров» больших фирм и увеличение числа малых фирм (в экономике капиталистических стран [44]) и т. д.

Такова качественная характеристика негауссовых особенностей закона Ципфа. В формальном плане негауссов характер этого закона вытекает из обращения в бесконечность моментов распределения Ципфа, за исключением, быть может, конечного числа их. Это тоже связано со «слишком» медленной сходимостью закона Ципфа: порядок сходимости $1/x^k$, что совпадает с порядком величины моментов x^k (в отличие, кстати, от «гауссовых» законов, где более быстрая, экспоненциальная сходимость обеспечивает конечность моментов любого порядка).

Можно показать, что в законе Ципфа существуют моменты только порядка $k < \alpha$, где α — характеристический показатель, Экс-

периментальные данные показывают, что в большинстве практических приложений закона Ципфа $\alpha < 2$ (см. разд. I), а это приводит к бесконечной дисперсии по определению. Но в таком случае сходимость закона Ципфа к нормальному закону не имеет места, ибо условием сходимости к закону Гаусса по центральной предельной теореме является конечность второго момента.

Довольно точно негауссов характер закона Ципфа из-за бесконечной дисперсии отражен в высказывании известных американских ученых, лингвиста Н. Хомского и психолога Дж. Миллера (буквенные обозначения и номера формул изменены в соответствии с настоящей работой): «Если рассматривать выражение (1) как плотность вероятности, то легко видеть, что дисперсия $p(x)$ конечна тогда и только тогда, когда $\alpha > 2$, а среднее значение $p(x)$ конечно только при $\alpha > 1$. В интересующих нас случаях часто будет $\alpha < 1$; это покажется аномальным (и даже патологическим) тому, кто предубежден против бесконечных средних значений и дисперсий в нормальных распределениях...

Ненормальными предельными распределениями можно было бы пренебречь как математическими курьезами, не имеющими практического значения, если бы они не наблюдались в различных условиях. В социальных науках эти условия встречаются наиболее часто...» [51, стр. 180].

Таким образом, негауссов характер закона Ципфа, выражающийся качественно в явлении концентрации и рассеивания, а формально в отсутствии дисперсии (она равна бесконечности), заставляет отказаться от гауссова представления по отношению к закону Ципфа и считать, что в его основе лежат принципиально иные, «негауссовы» закономерности. Оказывается, что в современной теории вероятности наличие таких закономерностей предусмотрено и даже создана математическая теория для их исследования. Пока эта теория имеет сравнительно узкую область приложения из-за сложности аппарата и «патологичности» бесконечных моментов, но последние, как мы видели, встречаются не так уж редко в законе Ципфа. Рассмотрим поэтому возможности приложения этой теории для исследования закона Ципфа и процессов, с ним связанных.

2. Предельные негауссовы распределения и закон Ципфа

Для изучения существенных черт объекта в науке обычно используется процесс абстрагирования, создания идеализированной модели (идеальный газ, абсолютно твердое тело в физике и др.). В математике своеобразным аналогом такого подхода является предельный переход, позволяющий изучить «абсолютные» свойства математических структур при стремлении к бесконечности или к нулю определенных параметров. В теории вероятностей предельные соотношения играют, пожалуй, наиболее важную роль в силу «неопределенностного» характера самой этой науки. В [9] вы-

сказывается даже более сильное утверждение: «Познавательная ценность теории вероятностей раскрывается только предельными теоремами» [9, стр. 5].

Интересные выводы в связи с негауссовым характером закона Ципфа также вытекают именно из предельных теорем. Общая теория предельных распределений сравнительно мало известна специалистам-прикладникам в силу ее сложности (связанной с аппаратом характеристических функций) и, как обычно считалось, ее чисто математического характера. Поэтому приведем основные положения этой теории, необходимые для понимания результатов, связанных с «негауссовостью» закона Ципфа.

В основе предельных теорем теории вероятностей лежит схема суммирования случайных величин, число которых стремится к бесконечности. При соответствующей нормировке распределение суммы этих величин сходится к предельному распределению. Обобщение понятия нормального распределения (как предельного для суммы случайных величин с конечной дисперсией) приводит к понятию устойчивого распределения, включающему случайные величины с бесконечной дисперсией.

Распределение называется устойчивым, если композиция двух таких распределений приводит к распределению того же типа. Иными словами, «устойчивые законы репродуцируют себя при свертках с точностью до линейной замены переменных» [23, стр. 95]. Из определения устойчивых распределений вытекает уравнение для их нахождения, представляющее собой свертку распределений, аналогичную уравнению Чепмена—Колмогорова. Решение этого уравнения приводит к закону Гаусса как устойчивому с конечной дисперсией либо к семейству негауссовых устойчивых распределений с бесконечной дисперсией.

Само решение получается путем перехода от композиции распределений к произведению характеристических функций, что позволяет в конечном итоге свести интегральное уравнение к функциональному уравнению. Решение последнего дает окончательный результат — логарифм характеристической функции $f(t)$ искомого устойчивого закона [9]:

$$\log f(t) = i\gamma t - c \cdot |t|^\alpha \cdot \left\{ 1 + i\beta \frac{t}{|t|} \cdot \omega(t, \alpha) \right\}, \quad (23)$$

где $0 < \alpha \leq 2$ — характеристический показатель; $-1 \leq \beta \leq 1$ — показатель асимметрии; c, γ — масштабные коэффициенты.

и где

$$\omega(t, \alpha) = \begin{cases} \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \alpha, & \alpha \neq 1, \\ \frac{2}{\pi} \log |t|, & \alpha = 1 \end{cases}$$

Основным параметром устойчивых распределений является характеристический показатель $0 < \alpha \leq 2$, определяющий быстроту

сходимости распределения. При $\alpha=2$ в качестве предельного выступает нормальное распределение (дисперсия конечна), при $\alpha < 2$ — устойчивые распределения негауссова типа (дисперсия бесконечна). Отметим, кроме того, что процессы, приводящие к нормальному закону, непрерывны, хотя могут быть и недифференцируемыми (винеровские процессы), а процессы, приводящие к устойчивым негауссовым распределениям, разрывны, т. е. носят принципиально скачкообразный характер.

Заметим, что сходимость нормированной суммы случайных величин к устойчивым распределениям, отличным от гауссова, имеет место, в частности, если распределение этих величин $F(x)$ при $x \rightarrow \infty$ удовлетворяет следующим условиям [40]:

$$F(-x) \sim \frac{c_1}{|x|^\alpha}, \quad 1 - F(x) \sim \frac{c_2}{x^\alpha}, \quad (24)$$

$$c_1 \geq 0, \quad c_2 \geq 0, \quad c_1 + c_2 > 0.$$

Сам закон Ципфа совпадает по форме с асимптотикой устойчивых негауссовых распределений. Поэтому закон Ципфа является не одним из многих эмпирических распределений, случайно подогнанных с тем или иным успехом под результаты измерений, а теоретическим законом, несколько специфическим, но имеющим надежную математическую базу в виде теории устойчивых негауссовых распределений. Таким образом, «негауссовость» закона Ципфа отражает принципиальные структурные закономерности, характеризующие целостную организованность таких сложных систем, как лингвистические, биологические, социальные и др. (см. [16])¹³.

Такой вывод позволяет исследовать закономерности процессов, подчиняющихся закону Ципфа, теоретическим аппаратом устойчивых негауссовых распределений. Отмеченный выше разрывный характер процессов, сходящихся к устойчивым негауссовым законам, позволяет предположить принципиальную скачкообразность процессов, описываемых законом Ципфа. Интересно, что это предположение совпадает с известным качественным утверждением о скачкообразном характере научной деятельности. Рандомизация ветвящегося процесса, введенная в разделе II настоящей работы, тоже по сути дела означает случайные скачки, вносимые в ветвящийся процесс.

Расходимость моментов устойчивых негауссовых распределений (бесконечность второго момента, а при $\alpha \leq 1$ — и первого момента) приводит к увеличению разброса случайных величин по сравнению с «гауссовыми» законами. Это означает, что увеличивается

¹³ Первые и, к сожалению, пока единственные работы по связи закона Ципфа с устойчивыми негауссовыми распределениями принадлежат американскому математику Бенуа Мандельброту, который исследовал на «экономическом» материале (распределение доходов, конъюнктура рынка и пр.) распределение Парето («экономическую» разновидность закона Ципфа) методами теории устойчивых негауссовых распределений (см., например, [72]).

вероятность больших отклонений, а случайные величины не концентрируются около математических ожиданий: они могут лежать настолько далеко от среднего, что определение среднего теряет всякий смысл. В таких случаях не редкость, что одно значение соизмеримо со всей суммой, и наоборот, что возможны серии малых значений. Такой эффект, присущий устойчивым негауссовым распределениям, аналогичен явлению концентрации и рассеивания в законе Ципфа, когда «выбросы» высокой продуктивности ученых сочетаются с большим числом малопродуктивных ученых.

Точнее говоря, устойчивые негауссовы распределения, асимптотику которых отражает закон Ципфа, не обеспечивают выполнения так называемого закона «средних чисел» [11, стр. 90] в смысле сходимости второго, а иногда и первого моментов к конечным величинам, хотя обеспечивают сходимость частоты к вероятности.

3. Негауссовы процессы как науковедческие модели

Рассмотрим на науковедческом материале некоторые практические приложения того факта, что закон Ципфа является асимптотическим выражением устойчивых негауссовых распределений в силу условия (24).

Сложность использования устойчивых распределений в том, что они, как правило, не выражаются в явном виде, а лишь через характеристические функции. В явном виде наиболее известны три устойчивых распределения: распределение Гаусса при $\alpha=2$ и два негауссовых — распределение Коши при $\alpha=1$ и распределение, соответствующее $\alpha=0,5$ и показателю асимметрии $\beta=1$. (Для первых двух законов $\beta=0$). Рассмотрим два последних, негауссовых устойчивых распределения, которые соответствуют реальным науковедческим процессам, как будет видно из дальнейшего.

Распределение с $\alpha=0,5$ и $\beta=1$ имеет вид [40]:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot x^{-3/2} \cdot e^{-1/2x}.$$

Его асимптотика при $x \rightarrow \infty$ выражается формулой:

$$p(x) \sim \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{x^{3/2}},$$

которую можно записать в виде закона Ципфа:

$$p(x) \sim \frac{A}{x^{1+\alpha}} = \frac{A}{x^{1,5}}, \text{ где } A = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}, \alpha = 0,5.$$

Это распределение описывает многие модели ветвящихся процессов: разорение игрока, момент первого пересечения в броунов-

ском процессе, химические превращения и др. [45]. В. Феллер довольно подробно рассмотрел описание этим законом распределения времени возвращения в задаче случайного блуждания («игра с бросанием монеты» [48, стр. 80]) в связи с парадоксами, кстати, очень похожими на негауссовы особенности закона Ципфа, рассмотренные выше. Например, так называемый эффект «сгущения», заключающийся в «слишком» длинных временах возвращения в задаче случайного блуждания, аналогичен концентрации статей на множестве высокопродуктивных ученых.

Наиболее интересна следующая закономерность этого распределения: время до n -го возвращения растет, как n^2 . Такая квадратичная зависимость между числом возвращений (пересечений порога) и временем возвращений отмечается (в другой интерпретации) и для некоторых науковедческих параметров. Например, Г. М. Добров пишет: «...Стоимость научных работ увеличивается как квадрат количества людей, занятых ими, или как четвертая степень количества особенно результативных работников... Расходы на научный процесс растут пропорционально квадрату общей численности выполняемых научных работ» [12, стр. 170].

Попросту говоря, «затраты» растут пропорционально квадрату «результатов». Но так же можно интерпретировать и рассматриваемый процесс броуновских пересечений порога, если число пересечений сопоставить с «результатом», а квадрат его — время пересечений — сопоставить с «затратами». Тогда этот процесс можно использовать как математическую модель для описания науковедческих закономерностей с квадратичной зависимостью («число ученых возрастает пропорционально квадрату выдающихся ученых» [39, стр. 323] и др.). Эта возможность особенно интересна в связи с определенными аналогиями между эффектом «сгущения» в броуновском процессе пересечения порога и эффектом концентрации в науковедческих явлениях (концентрация научных кадров и др.). Второе устойчивое негауссово распределение — распределение Коши в простейшем случае выражается формулой [40]:

$$p(x) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{1+x^2}.$$

Его асимптотика при $x \rightarrow \infty$ имеет вид:

$$p(x) \sim \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{x^2},$$

который можно переписать для наглядности как закон Ципфа:

$$p(x) \sim \frac{A}{x^{1+\alpha}} = \frac{A}{x^2}, \text{ где } \alpha = 1, A = \frac{1}{\pi}$$

Важность этого распределения в том, что его характеристический показатель совпадает с величиной характеристического показателя закона Ципфа $\alpha=1$, которая наиболее часто встречается в книге Ципфа [80]. Этот же показатель $\alpha=1$ совпадает с харак-

теристическим показателем уже чисто науковедческой разновидности закона Ципфа, известной как закон Лотки [70]. Поэтому представляет интерес использование процессов, приводящих к закону Коши, для исследования систем, описываемых законом Ципфа. Симметрия закона Коши и асимметрия закона Ципфа не вступают при этом в противоречие, если рассматривать усеченный закон Коши. Таким образом, аналогия между устойчивыми негауссовыми распределениями с $\alpha=0,5$ и 1 и законом Ципфа с теми же характеристическими показателями дает основание предполагать определенные параллели между соответствующими процессами, приводящими к этим законам. Поэтому процессы, которые приводят к устойчивым негауссовым распределениям с $\alpha=0,5$ и 1 , могут быть использованы для построения науковедческих моделей, описываемых законом Ципфа с теми же характеристическими показателями. Причем этот результат основан не только на совпадении характеристических показателей, но и на совпадении качественных закономерностей соответствующих процессов и эмпирических явлений в науковедении.

Поэтому критическое использование закономерностей рассмотренных процессов для исследования науковедческих явлений может оказаться весьма эффективным. Следует также учесть, что эти процессы вытекают из модели случайных блужданий, что позволяет использовать в соответствующих науковедческих моделях богатый аппарат теории винеровских процессов.

Завершая раздел IV, отметим, что установленная связь между законом Ципфа и устойчивыми негауссовыми распределениями не только дает формальный аппарат исследования, в частности науковедческих процессов, но и приводит к определенным качественным выводам. Например, отсутствие моментов (хотя бы в теоретическом представлении) указывает на определенные «принципы запрета» типа невозможности оптимального прогнозирования по методу наименьших квадратов (дисперсия бесконечна) и др. Это приводит уже к принципиально иной постановке проблемы научного прогнозирования, к поиску иных существенных параметров (не моменты, а характеристические показатели, энтропия и т. д.).

Рассматривая устойчивые распределения в целом как обобщение предельных свойств нормального закона, можно предположить, что закон Ципфа, совпадающий по форме с асимптотикой устойчивых негауссовых распределений, играет в соответствующих областях практически ту же универсальную роль, что и гауссов закон в стохастических задачах с конечной дисперсией. Это доказывает и необыкновенная распространенность закона Ципфа в самых различных областях, особенно связанных с человеческим поведением [68]. Прикладная важность этого закона, в частности, в науковедении, и интересные особенности связанных с ним устойчивых негауссовых распределений дают основание для интенсивных исследований взаимосвязи между этими распределениями и законом Ципфа.

1. Обсуждение теоретико-научоведческой модели закона Ципфа

Ценность математической модели определяется во многом ее содержательной интерпретацией. Простой перевод качественных представлений на язык математики, вызванный лишь стремлением к формально-математическому «наукобразию», как правило, оказывается бесплодным. Поэтому цель настоящей работы заключалась не только в построении математической модели закона Ципфа, но и прежде всего в содержательной интерпретации этой модели на конкретном научоведческом материале (массиве научных публикаций).

Разумеется, закон Ципфа, описывающий внешнюю сторону научоведческих процессов, не отражает всех присущих им закономерностей, но на сегодняшний день он является, пожалуй, одним из немногих надежных эмпирических законов в научоведении. Поэтому задача теоретического исследования научоведческих проблем на базе закона Ципфа кажется вполне естественной. «Приступая к работе в новой области исследований, надо начинать с задач, которые можно ясно сформулировать, даже если они касаются обычных явлений и приводят к хорошо известным результатам: строгая теория, объясняющая эти результаты, может стать основой дальнейшего прогресса» [33, стр. 40].

Теоретико-научоведческая модель закона Ципфа, построенная в настоящей работе, рассматривает этот закон с двух точек зрения. С одной стороны, определяется процесс формирования массива научных публикаций, с другой — формулируется вариационный принцип равновесного состояния этого массива. Оба подхода дают возможность исследовать как динамические, так и экстремальные («статические») свойства закона Ципфа¹⁴. Каждый из этих подходов (назовем их, соответственно, динамическим и экстремальным) отражает лишь одну из сторон явления. В совокупности они дают определенное представление о законе Ципфа и могут считаться в этом смысле находящимися в отношении дополтельности.

Динамический подход формализуется при помощи двух постулатов. Первый предполагает, что вероятность написания ученым новой статьи пропорциональна числу написанных статей. Второй постулат рассматривает постоянный параметр активности для каждого ученого как случайную величину, распределенную на множестве ученых по показательному закону. Сочетание этих постулатов приводит к рандомизированному ветвящемуся процессу фор-

¹⁴ Эти подходы в какой-то мере аналогичны, соответственно, таким подходам, как диахронный и синхронный, функциональный и структурный, временной и частотный и др.

мирования массива научных публикаций по закону Ципфа (в асимптотике).

Экстремальный подход рассматривает целевую функцию, в качестве которой выступает энтропия, характеризующая системно-структурные свойства массива публикаций и в определенном смысле «ценностные» условия формирования массива. Работы последних лет устанавливают нетривиальную связь энтропии с качественными понятиями структурности, полезности («ценности») и с информационными представлениями¹⁵. Поэтому теоретический вывод закона Ципфа из экстремального «энтропийного» принципа открывает путь к интересным исследованиям научной деятельности как в формальном, так и в «ценностном» плане.

Исследуемая в работе связь закона Ципфа с устойчивыми негауссовыми распределениями, обладающими бесконечной дисперсией, позволяет установить физический смысл рандомизированного ветвящегося процесса, лежащего в основе математической модели закона. Ветвление процесса придает ему «расходимость», устанавливающую нелинейные отношения (экспоненциальные, логарифмические и др.) между «входом» и «выходом», между «усилиями» и «результатом», присущие сложным системам. Рандомизация процесса придает ему дополнительную «расходимость» уже в вероятностном смысле, которая приводит к закону Ципфа и бесконечной дисперсии.

Иными словами, рандомизация придает лавинообразному ветвящемуся процессу разрывный, скачкообразный характер, что и приводит в результате к таким «ненормальным» явлениям, как концентрация и рассеивание в законе Ципфа, бесконечность моментов и др. Можно предположить, что системно-структурный механизм, приводящий к этим эффектам, обуславливается сложностью организации порождающих систем в науке, обладающих пороговым, существенно нелинейным характером реакции не на «силовые», а на «информационные» воздействия. Изучение этого механизма должно производиться с системных позиций как методологического основания для исследования науки и научной деятельности.

2. Некоторые выводы

Исследуемая в работе математическая модель закона Ципфа позволяет сделать вывод о принципиальной роли случайности в этом законе. Наличие теоретически бесконечной дисперсии, а зачастую и бесконечного математического ожидания делает по

¹⁵ Укажем, в частности, на работы Л. И. Розоноэра (см., например, [42]), где энтропия рассматривается как структурная функция и как функция полезности, а также на работу [74] по физико-экономическим аналогиям. В «информационном» подходе к задачам математической статистики рассматривается относительная энтропия, или «информационное уклонение». Интересна геометрическая интерпретация этого понятия как функции расстояния, инвариантной относительно категории статистических решений [52].

меньшей мере спорным достижение надежных результатов и рекомендаций, основанных исключительно на усреднении соответствующих величин.

Дело в том, что распространенное на практике использование детерминистских моделей для описания статистических систем основано на замене детерминированными значениями математических ожиданий случайных величин с достаточно малой вероятностью флуктуации. Таковы, например, феноменологические модели в термодинамике, где статистическая система — газ — удовлетворительно описывается такими детерминистскими понятиями, как давление, температура и др., которые в статистической физике интерпретируются как математические ожидания, усредненные по множеству молекул. Но средние значения как раз могут отсутствовать в законе Ципфа (теоретически, конечно). Поэтому использование эмпирических значений моментов при статистических исследованиях массивов, подчиняющихся закону Ципфа, может оказаться ненадежным.

Надежным в таких случаях оказывается только вероятностное описание с помощью распределения, которое также следует характеризовать не средними значениями (математическим ожиданием, дисперсией и другими моментами), а вероятностными параметрами типа моды, медианы и других квантилей. При этом проблема оценки параметров ставится несколько по-иному, чем в задачах «гауссовой» статистики, где оцениваются моменты, причем, как правило, методом наименьших квадратов. При анализе устойчивых негауссовых распределений (в том числе и закона Ципфа) этот метод может не работать из-за теоретически бесконечной дисперсии. Отсюда, кстати, следует важный вывод о принципиальной сложности «сглаживания», а следовательно, и экстраполяции процессов, связанных с научной деятельностью. Вытекающий из модели скачкообразный, «негауссов» характер таких процессов затрудняет применение традиционных статистических методов в задаче прогнозирования результатов научной деятельности.

Поэтому особое значение приобретает оценка не средних значений, а таких параметров, как квантили, и особенно характеристический показатель α — основной параметр устойчивых негауссовых законов, в том числе и закона Ципфа. Причем оценка этих параметров должна производиться не методом наименьших квадратов, а более общими методами, например, методом максимума правдоподобия¹⁶.

Разумеется, эти выводы не следует понимать как призыв к повсеместной замене традиционных методов математической

¹⁶ Существует целый ряд работ, специально посвященных статистической оценке параметров закона Ципфа, особенно в связи с распределением Парето (см. например, [69]). Из советских работ на эту тему отметим работу [4], где развиваются исследования советских математиков по оценке параметров экспоненциального семейства [14], [18].

статистики «негауссовыми» статистическими методами. Безусловно, очень многие явления в науке (экспоненциальный рост и др.) могут и должны изучаться в рамках «классической» статистики. Речь идет лишь о критическом отношении к применению «гауссовых» статистических методов и о возможной ненадежности этого аппарата в процессах, связанных с законом Ципфа, а следовательно, с теоретически бесконечными моментами.

Из математической модели закона Ципфа вытекает, что распределение высокопродуктивных ученых отражено в «хвосте» закона Ципфа. Более длинный «хвост» распределения Ципфа означает увеличение вероятности больших отклонений, иными словами, увеличение «фактора случайности». Значит, теоретически возможно повышение научной продуктивности за счет искусственного введения «фактора случайности» в структуру научного коллектива.

Такой парадоксальный вывод оказывается более понятным при рассмотрении конкретных способов введения случайного «шума» в деятельность научных групп. Ведь такие современные способы организации научной деятельности, как «мозговая атака» (брэйнсторминг) [8], группы из ученых разных специальностей, проблемные группы и т. д., наряду с другими их аспектами увеличивают именно фактор случайности и тем самым вероятностью появления нетривиальных ассоциаций в процессе коллективного научного творчества. Этот эффект, в свою очередь, безусловно коррелирует с научной продуктивностью.

Теоретический вывод о своеобразной «рандомизации» научной деятельности подтверждается, в частности, психологическими исследованиями роли случая, по крайней мере на первом этапе творческого мышления (см., например, [1]). Прайс, со своей стороны, определяет творческую активность такими типично «шумовыми» качествами, как «склонность к необычным ассоциациям и неожиданным поступкам», «шизоидные характеристики» и др. («Хорошим ученым может быть лишь тот, кто ассоциирует со словом «черный» не слово «белый», а слово «икра» [39, стр. 377]). Наконец, кибернетикам давно известен алгоритм случайного поиска, в котором специально генерируется шум для скачкообразного преодоления потенциальных барьеров при решении многоэкстремальных задач (см., например, [58])¹⁷.

Следует подчеркнуть, что к проблеме организации «случайной среды» как стимулятора научной активности следует относиться критически, ибо научная группа должна сохранять целостность, устойчивость в качестве основного условия своего существования. Дело в том, что каждый ученый, как правило, стремится к твор-

¹⁷ Известен научно-фантастический рассказ Р. Ф. Джоунса «Уровень шума», где психологи, демонстрируя ложную информацию о явлении, якобы имевшем место, «расшатывают» творческое воображение ученых. Эта мистификация создает нужный «уровень шума», помогающий физикам преодолеть «инерцию мышления» и создать антигравитационную машину.

ческой деятельности, цели которой зачастую неполностью совпадают с целью всей группы. Поэтому нужно совмещать предоставление ученым инициативы (и даже стимуляцию ее) с устойчивым сохранением общего направления исследований. Иными словами, нужен управляемый случайный поиск (если прибегнуть к «кибернетической» терминологии).

В заключение заметим, что вытекающие из математической модели закона Ципфа выводы о роли случайного фактора в системе научной деятельности как принципиально усложняющего статистические решения и в то же время как «генератора идей» не носят нормативного характера. Они являются, скорее, лишь качественным указанием на эффекты, которые стоит учитывать или использовать.

Вообще говоря, теоретические рекомендации, основанные на формальных исследованиях, как правило, играют лишь вспомогательную роль возможных вариантов при изучении таких сверхсложных систем, как общественные институты. Это особенно подчеркивает известный американский экономист, лауреат Нобелевской премии П. Самуэльсон: «Конкретные вопросы, определяющие, насколько правильны или ошибочны преследуемые цели, не могут решаться наукой как таковой. Они относятся к области этики и «оценки ценностей»... Все, что может сделать специалист — это указать на осуществимые альтернативы и на те действительные издержки, с которыми может быть связано то или иное решение» [44, стр. 250].

3. Заключительные замечания

Дж. фон Нейман следующим образом характеризует этапы практического приложения математической теории: «Ее первые приложения необходимо должны ограничиваться элементарными задачами, в которых окончательный результат не подвергается никакому сомнению и где фактически никакой теории не требуется. На этом раннем этапе приложения служат лишь для подтверждения теории... И уже вслед за этим простирается область подлинного успеха — правильные теоретические предсказания» [34, стр. 33].

В этом смысле современные математические исследования науковедения относятся пока во многом к первому, «подтверждающему» этапу в силу сложности рассматриваемого предмета. Поэтому мы не останавливаемся на подробном исследовании прикладного аспекта настоящей модели. Тем более, что, описывая определенные эмпирические закономерности научной деятельности, модель учитывает лишь простейшие из них и безусловно подлежит дальнейшему усложнению.

Математическая модель закона Ципфа, построенная в этой работе, подтверждает и объясняет некоторые эмпирические результаты научной деятельности. Конструктивная ценность модели,

ее «предсказывающие» свойства подлежат проверке при решении практических задач науковедения. В заключение отметим, что результаты настоящей работы носят предварительный, исследовательский характер и не могут рассматриваться как законченная точка зрения на проблему математического изучения научной деятельности, в которой на сегодняшний день очевидными являются только сложность и важность этой проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адамар Ж.* Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М., 1970.
2. *Баруча-Рид А. Т.* Элементы теории марковских процессов и их приложения. М., 1969.
3. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
4. *Большаков И. А.* Статистические оценки отдельных параметров частотных словарей. — «Научно-техническая информация», сер. 2, 1972, № 11.
5. *Бор М. З.* Наука управления и управление научными исследованиями. — В кн.: Проблемы управления научными исследованиями. М., 1973.
6. *Бруцякий Е. В., Смирнов Л. П.* Математические методы в задачах управления наукой. Киев, 1973.
7. *Владимиров С., Караев М.* Информация и мы. М., 1970.
8. *Гильде В., Штарке К. Д.* Нужны идеи. М., 1973.
9. *Гнеденко Б. В., Колмогоров А. Н.* Предельные распределения для сумм независимых случайных величин. М. — Л., 1949.
10. *Горфан К. Л., Комков Н. И., Миндели Л. Э.* Планирование и управление научными исследованиями. М., 1971.
11. *Гуд Г. Х., Макол Р. Э.* Системотехника. М., 1962.
12. *Добров Г. Н.* Наука о науке. Киев, 1970.
13. *Добров Г. Н.* и др. Организация науки. Киев, 1970.
14. *Дынкин Е. Б.* Необходимые и достаточные статистики для семейства распределений вероятностей. — «Успехи математических наук», 1951, вып. 1.
15. *Зарудко В. В.* Закон Ципфа и пространство общения ученых. — В кн.: Материалы XVI конференции молодых специалистов и аспирантов ИИЕиТ (в печати).
16. *Игнатъев А. А., Яблонский А. И.* Аналитические структуры научной коммуникации. — В настоящем издании.
17. *Игнатъев А. А.* Модели науки в исследованиях науки. — В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1974. М., 1974.
18. *Каган А. М., Линник Ю. В., Рао С. Р.* Характеризационные задачи математической статистики. М., 1972.
19. *Карлин С.* Основы теории случайных процессов. М., 1971.
20. *Козачков Л. С.* Системы потоков научной информации. Киев, 1973.
21. *Колмогоров А. Н.* Математика. — «БСЭ», изд. 3, т. 26.
22. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике. М., 1973.
23. *Ламперти Дж.* Вероятность. М., 1973.
24. *Ланге О.* Введение в эконометрику. М., 1964.
25. *Лозинский Л. С.* Об одной модели оптимизации при формировании речи. — «Кибернетика», 1970, № 2.
26. *Макгиннис Р.* Новое в методах исследования. — В кн.: Американская социология. М., 1972.
27. Материалы по науковедению, вып. 3. Киев, 1969.
28. *Микулинский С. Р., Родный Н. И.* Наука как предмет специального исследования. — «Вопросы философии», 1966, № 5.

29. *Микулинский С. Р., Родный Н. И.* Место науковедения в системе наук.— «Вопросы философии», 1968, № 6.
30. *Мирский Э. М.* Некоторые количественные параметры журнала «Вопросы философии». — «Вопросы философии», 1968, № 6.
31. *Налимов В. В., Мульченко Э. М.* Наукометрия. М., 1969.
32. *Нейман Дж. фон.* Математические принципы квантовой механики. М., 1964.
33. *Нейман Дж. фон.* Теория самовоспроизводящихся автоматов. М., 1971.
34. *Нейман Дж. фон, Моргенштерн О.* Теория игр и экономическое поведение. М., 1970.
35. Организация научной деятельности. М., 1968.
36. *Петрова Т. М.* Методологические особенности количественного выделения структурных единиц науки.— В настоящем издании.
37. *Пельц Д., Эндрюс Ф.* Ученые в организациях. М., 1973.
38. *Пирс Дж.* Символы, сигналы, шумы. М., 1967.
39. *Прайс Д.* Малая наука, большая наука.— В кн.: Наука о науке. М., 1966.
40. *Прохоров Ю. В., Розанов Ю. А.* Теория вероятностей. М., 1967.
41. Психологические измерения. М., 1967.
42. *Розенэр Л. И.* Обмен и распределение ресурсов (обобщенный термодинамический подход).— «Автоматика и телемеханика», 1973, № 5.
43. *Садовский В. Н.* Дедуктивный метод как проблема логики науки.— В кн.: Проблемы логики научного познания. М., 1964.
44. *Самуэльсон П.* Экономика. М., 1964.
45. *Севастьянов Б. А.* Ветвящиеся процессы. М., 1971.
46. *Страгонович Р. Л.* Экстремальные задачи теории информации.— «Известия АН СССР. Техническая кибернетика», 1967, № 5.
47. *Терлецкий Я. П.* Статистическая физика. М., 1966.
48. *Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и ее приложения, т. 1. М., 1967.
49. *Феллер В.* Введение в теорию вероятностей и ее приложения, т. 2. М., 1967.
50. *Хинчин А. Я.* Пределные законы для сумм независимых случайных величин. М.—Л., 1938.
51. *Хомский Н., Миллер Дж.* Конечные модели использования языка.— «Кибернетический сборник», нов. сер., № 4, 1967.
52. *Ченцов Н. И.* Статистические решающие правила и оптимальные выводы. М., 1972.
53. *Черри К.* Человек и информация. М., 1972.
54. *Шмуклер Ю. И.* Термодинамическая модель адаптации.— «Доклады АН СССР», т. 182, 1968, № 6.
55. *Шрейдер Ю. А.* О возможности теоретического вывода статистических закономерностей текстов.— «Проблемы передачи информации», 1967, т. 3, № 1.
56. *Эйрес Р.* Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование. М., 1971.
57. *Яблонский А. И.* О физической интерпретации процесса случайного поиска.— «Известия вузов. Радиофизика», 1970, т. XIII, № 8.
58. *Яблонский А. И.* Об экстремальных свойствах процесса случайного поиска.— «Известия вузов. Радиофизика», 1971, т. XIV, № 7.
- 58а. *Яблонский А. И.* О вероятностной модели формирования массива научных публикаций.— В кн.: Киевский симпозиум по науковедению и научно-техническому прогнозированию, III. Киев, 1974.
59. *Bradford S. C.* Documentation. London, 1948.
60. *Burke T., Lebowitz I. L.* Note on statistical mechanics of random systems.— «Journal of Mathematical Physics», 1968, vol. 9, № 10.
61. *Champagnone D. G.* A model of income distribution.— «Economic Journal», 1953, vol. 63, p. 318.
62. *Cramer I. S.* Empirical econometrics. Amsterdam — London, 1969.
63. *Crane D.* Invisible colleges. Diffusion of knowledge in scientific communities. Chicago, 1972.

64. *Dennis W.* Bibliographies of eminent scientists.— «The Scientific Monthly», 1954, vol. 79, p.180—183.
65. *Ferdinand A. E.* A statistical mechanical approach to systems analysis.— «IBM Journal Research Development», sept. 1970, p. 539.
66. *Goffman W., Newill V. A.* Generalization of epidemic theory. An application to the transmission of ideas.— «Nature», London, 1964, vol. 204, p. 225—298.
67. *Goffman W.* A mathematical model for analysing the growth of a scientific discipline.— «Journal of the Association for Computing Machinery», 1971, vol. 18, № 2, p. 173—185.
68. *Kendall M. G.* Natural law in the social sciences.— «Journal of the Royal Statistical Society», 1964, 124, part 1, p. 4.
69. *Likeš I.* Estimation of probabilities $Pr(a < x < b)$ for a Pareto distribution.— «Statistische Hefte», 1972, № 3, p. 291—297.
70. *Lotka A.* The frequency distribution of scientific productivity.— «Journal of the Washington Academy of Science», 1926, vol. 16, p. 317—323.
71. *Mandelbrot B.* On the theory of word frequencies and on related markovian models of discourse.— In: The Structure of language and its mathematical aspects. Proceedings of 12th Symposium on Applied Mathematics, edited by R. Jakobson, 1961, p. 190—219.
72. *Mandelbrot B.* New methods in statistical economies.— «Journal of Political Economy», 1963, vol. 71, p. 421—440.
73. *Mandelbrot B.* Final note on a class of skew distribution functions: analysis and critique of a model due to H. A. Simon.— «Information and Control», 1961, vol. 4, p. 198—216.
74. *Pikler A. G.* Utility theories in field physics and mathematical economic.— «British Journal for the Philosophy of Science», 1955, vol. 5.
75. *Simon H.* On a class of skew distribution function.— «Biometrika», 1955, vol. 42, p. 425—440.
76. *Steindl I.* Random processes and the growth of firms. N. Y., 1965.
77. *Urquhart D. I.* Use of scientific periodicals.— In: International conference on scientific information. Washington, 1958.
78. *Vlachý I.* Variable factors in scientific communities (observations on Lotka's law).— «Theorie a metoda». Praha, IV/I, 1972.
79. *Yule G. U.* A mathematical theory of evolution based on conclusions of dr. I. C. Willis.— «Philosophical Transactions of the Royal Society». London, 1924, ser. B, vol. 213, p. 21—87.
80. *Zipf G. K.* Human behaviour and the principle of least effort. Cambridge, 1949.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ВЫДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ НАУКИ

Т. М. ПЕТРОВА

В ранее опубликованной работе [4] нами обсуждался вопрос о возможностях, которые открываются при системном объединении науковедческих параметров, т. е. при использовании системных представлений как средства методологического анализа количественных моделей роста науки. В связи с этим нами были предложены промежуточные структурные единицы внутри дисциплины. К этим единицам мы относим исследовательское направление и область исследований. Исследовательское направление рассматривалось нами как структурная единица переднего края науки, динамика которой отражает исключительно взаимодействие между индивидуальными исследователями; область исследований — более крупное объединение, которое определенным образом связывает в целостность некоторую совокупность исследовательских направлений. В настоящей работе три структурные единицы: дисциплина, область исследований, направление представляются различными уровнями иерархии в строении научной отрасли. При этом переход от одного уровня иерархии к другому здесь означает не просто переход от единицы к совокупности подобных единиц, обладающей теми же свойствами, а каждому уровню присущи определенные характеристики, которые не обнаруживаются на более низких ступенях. Так, область исследований — не только объединение исследовательских направлений, но и единица, обладающая иными, чем направление, свойствами. Например, в области происходит селекция научного знания, в то время как в направлении таких процессов не наблюдается.

Эти отношения обычно не учитываются при построении количественных моделей объектов типа «research field» [7], [8], которые и составляют основной эмпирический материал нашего исследования.

Исследовательское направление характеризуется лишь исследовательской активностью входящих в него ученых. Поэтому для описания направления достаточно исследовать стандартные показатели исследовательской активности — число публикаций и приток новых авторов. Многие авторы, в частности В. В. Налимов [3], Д. Крейн [6], Б. Гриффит и Дж. Миллер [9], интенсивность исследовательской активности в каком-либо научном объединении связывают с наличием эффективных коммуникаций между его

членами. Эта точка зрения подтверждается результатами анализа многочисленного эмпирического материала. Мы вслед за ними также будем придерживаться этого положения. Естественно, что в этом случае должны выполняться некоторые ограничения, вне которых представления о коммуникации теряют всякую определенность. Прежде всего возможность полной коммуникации, т. е. постоянная и регулярная связь всех со всеми внутри научного объединения определяет максимальное число участников. Согласно работам [6], [7], это число не может превышать 100 человек в каждый момент времени. Следовательно, на кривых, изображающих рост объединения исследователей, где исследователи связаны полной коммуникацией, указанный предел не только не должен существенно превышать, но и приближение к нему, связанное со снижением эффективности коммуникаций, должно отражаться на характере роста.

Действительно, если мы обратимся к эмпирическому материалу, собранному различными исследователями в своих работах (цели этих работ нас сейчас не интересуют), то легко выделяется класс научных объединений, удовлетворяющий предыдущим требованиям. Кроме того, этот класс объединений единственный, на котором фиксируется симметричная логистическая кривая: для всех других типов объединений наблюдается рост по экспоненте.

Рассмотрим примеры подобных образований. К исследовательским направлениям мы, исходя из указанных выше ограничений, можем отнести отдел алгебры, связанный с изучением конечных групп. В этой отрасли исследования начались с 1934 г., а к 1968 г. приток новых авторов значительно снизился. За всю историю существования направления в исследованиях участвовало 102 человека, что укладывается в установленные пределы (не более 100 человек в каждый момент времени).

Другая группа исследований, которая по тем же показателям выделяется в исследовательское направление, является частью молекулярной биологии: группа по изучению фагов. Исследованием этой группы занимался Н. Маллинз [10]. По его данным, за время существования группы с 1935 по 1965 г., что составляет 30 лет, в группу входило 108 человек. Эта величина также соответствует нашим требованиям.

Еще одна пара научных объединений, которые мы бы хотели здесь рассмотреть, — это биологическая область, направленная на изучение тучной клетки, и отрасль сельской социологии, в которой исследуются процессы распространения сельскохозяйственных новаций.

Изучение тучной клетки началось с момента ее открытия в 1878 г. и, вообще говоря, продолжается по настоящее время. Мы полагаем возможным выделить начальный период развития этой теперь уже достаточно крупной научной области в исследовательское направление. Аргументом в пользу этого является то, что в течение сорока лет, примерно до 20-х годов нашего столетия,

объем массива публикаций и число исследователей в этом объединении не отличались существенно от объема направления. Хотя в исследованиях было занято около 170 человек, в каждый момент времени количество участников не превышало существенно 100. Лишь в 1915 г. оно значительно превысило установленные пределы (150 авторов), что и повлекло за собой изменение характера роста: прирост исследователей сократился (на кривой на рис. 2 этому соответствует участок затухания).

Динамика исследований в одной из отраслей сельской социологии была довольно подробно изучена Д. Крейн [6]. Хотя эта отрасль и принадлежит к социологии, результаты, полученные Крейн, позволили утверждать, что по основным своим характеристикам (способ роста, особенности цитирования, степень соавторства и т. д.) объединение соответствует основным требованиям для естественных наук, выдвинутым Прайсом [5]. Направление фиксируется с 1941 г. и его развитие прослеживается до середины 1966 г. За это время в исследованиях принимало участие 220 человек. Это значение намного превышает предельные величины для исследовательского направления. Хотя мы и не знаем (нет данных) численности авторов в каждый год существования этой отрасли, но довольно быстрый рост и небольшой интервал времени, на котором она определена (25 лет), говорит в пользу того, что сельская социология по объему уже вышла за рамки исследовательского направления. Все это побудило нас проверить, не имеем ли мы дело, по крайней мере, с двумя исследовательскими направлениями, объединенными в одной библиографии. Результаты исследования Д. Крейн в этой области, как нам представляется, подтверждают наше допущение [6]. До 1956 г. объединение развивалось в рамках одного направления со всеохватывающей сетью коммуникаций, но, начиная с 1956 г., в направлении обозначились две обширные группы исследователей, которые стали развиваться практически автономно. Таким образом, в области в какой-то момент произошла дифференциация исследователей по двум новым направлениям, а кривые, изображенные на рис. 2, отражают суммарный рост этих направлений. Причем каждое из новых направлений по численности удовлетворяет нашим условиям.

Кроме данных о числе исследователей в направлении мы располагаем также и сведениями о соответствующих массивах публикаций. Следует заметить, что графики, описывающие изменение массивов публикаций, весьма похожи на графики, представляющие изменение численности авторов. Участки линейного, экспоненциального и затухающего роста массивов публикаций приходятся на те же временные интервалы, что и аналогичные участки на кривой роста числа участников. Любые изменения в темпах роста, проявляющиеся на одной из кривых, фиксируются также и на другой.

Ограничения, накладываемые на количество исследователей, в случае массивов публикаций переносятся на возможный объем массива. Из анализа эмпирических данных следует, что объем

массива не превышает 400—500 работ. В частности, в теории конечных групп он составил 305 работ, число публикаций, посвященных изучению тучной клетки, к концу существования направления достигло 350, а в сельской социологии были опубликованы 403 работы.

Кривые, описывающие рост исследовательского направления—представлено ли оно совокупностью занятых исследователей или массивом публикаций, следуют определенным закономерностям. Во всех случаях наблюдается период экспоненциального роста, ограниченный во времени пятнадцатью—двадцатью годами (см. рис. 1, 2). В направлении, связанном с изучением конечных групп, этот период занял пятнадцать лет — с 1950 по 1965 г.; в группе по изучению фагов экспоненциальный рост также происходил в течение пятнадцати лет (с 1945 по 1960 г.). Для исследователей тучной клетки этот период несколько больше — с 1890 по 1910 г., что составляет двадцать лет, и, наконец, численность авторов и объем исследований в сельской социологии росли по экспоненте 15 лет — с 1945 по 1960 г.

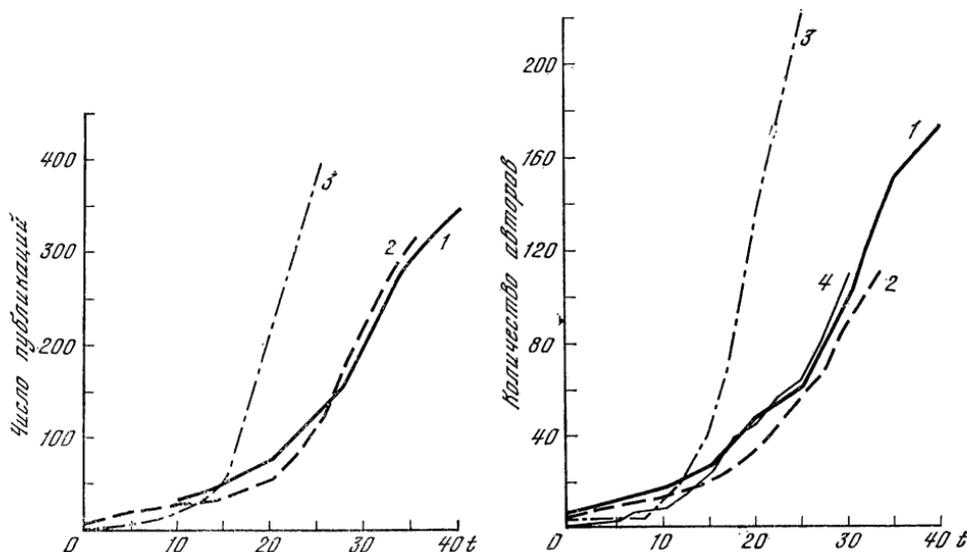


Рис. 1. Рост числа публикаций в исследовательских направлениях.

- 1 — исследования тучной клетки (1890—1920)
- 2 — теория конечных групп (1934—1968)
- 3 — сельская социология (1941—1966)
- t — время в годах с момента фиксации направления

Рис. 2. Рост количества авторов в исследовательских направлениях.

- 1 — исследования тучной клетки (1890—1920)
- 2 — теория конечных групп (1934—1968)
- 3 — сельская социология (1941—1966)
- 4 — исследования фагов (1935—1965)
- t — время в годах с момента фиксации направления

Некоторые различия между кривыми, описывающими изменения массивов публикаций и соответствующей популяции авторов, проявляются лишь тогда, когда мы переходим к анализу самих темпов роста. На участке экспоненциального роста массив публикаций увеличивается несколько быстрее, чем совокупность исследователей. Для тех исследовательских направлений, где одновременно существовали данные и по числу участников, и по количеству публикаций, мы оценили среднюю продуктивность авторов (число работ на автора) на различных участках роста направлений.

В изученном направлении сельской социологии (см. рис. 1, 2) первоначальный период развития направления — 1941—1947 гг. В это время средняя продуктивность составляла 1,2 статьи на автора. За этим периодом следует отрезок времени с 1947 по 1965 г. — период интенсивного экспоненциального роста со средней продуктивностью две статьи на автора. В направлении, изучавшем теорию конечных групп, мы выделяем два аналогичных периода; при этом период интенсивного роста также характеризуется более высокой продуктивностью авторов, чем начальный период (две статьи на автора). В третьем направлении (теория колец) в периоды экспоненциального роста исследовательского направления продуктивность составляет 2—2,5 статьи.

Таким образом, при экспоненциальном росте продуктивность авторов в среднем составляет около двух статей, в то время как в начальный период она не превышает 1,5 статьи.

Установленные соотношения между двумя кривыми, описывающими исследовательское направление, дают нам возможность в дальнейшем оперировать одной из них, так как мы можем предвидеть определенные изменения в параллельном массиве.

Суммируя все сказанное выше, мы должны обратить внимание на то, что наши утверждения относились к научным объединениям, весьма далеким друг от друга в содержательном плане. Мы взяли для анализа научные отрасли, принадлежащие математике (теория конечных групп), биологии (изучение фагов и тучной клетки) и социологии (распространение сельскохозяйственных новаций), однако результаты, полученные нами, говорят о том, что эти направления обладают некоторой общностью. Они ограничены по объему, причем изменяются в одних и тех же пределах (не превышая существенно 100 исследователей в каждый момент времени, или, что то же самое, 500 работ), время интенсивного (экспоненциального) роста для них ограничено 20 годами, и все объединения имеют один и тот же способ роста.

Таким образом, нам удалось выделить исследовательское направление как вид научного объединения, пользуясь определенными ограничениями. К этим ограничениям приводят предположения о том, что на развитие объединения, т. е. рост массива публикаций, существенное влияние оказывает характер коммуникаций внутри исследовательского сообщества. (А именно, количество

участников не должно значительно превышать 100 человек, так как большее число ученых не может физически поддерживать постоянный контакт друг с другом.)

Представление об исследовательском направлении позволяет объяснить определенный набор эмпирических данных, но в то же время остаются открытыми некоторые вопросы, связанные с функционированием научных объединений, и целый ряд эмпирических данных не может быть описан в рамках введенного понятия.

Во-первых, время интенсивного роста исследовательского направления ограничено и существенно меньше индивидуальной научной карьеры. К концу развития направления число занятых в нем авторов резко сокращается, что вызывает вопрос: куда деваются авторы? Трудно предположить, что все они уходят из науки, но другого объяснения, ограничиваясь лишь представлением о направлении, мы дать не можем.

Во-вторых, к началу экспоненциального роста направления количество исследователей сильно возрастает. Этот рост нельзя объяснить только подготовкой собственных научных кадров внутри направления. Кроме того, в это же время в направление приходит и большая часть наиболее продуктивных ученых (по данным Д. Крейн, лишь 11% приходит на последних этапах его развития). Причем, судя по темпам роста, ученые не обладают достаточным количеством времени на переподготовку, т. е. какой-то минимум знаний, достаточный для того, чтобы начать исследования по данным проблемам, они уже должны иметь.

В-третьих, после прекращения исследований в направлении достигнутые результаты и вновь поставленные проблемы не привлекают некоторое время внимания ученых. Но, как показывают данные по истории науки, к некоторым проблемам снова возвращаются после определенного перерыва (обычно уже с несколько иных позиций). Этот процесс на уровне направлений не прослеживается, остается неясным, каким образом проблематика сохраняется весь этот период (иногда довольно длительный) в поле зрения исследователей.

В-четвертых, проведенные социологические исследования говорят о том, что многие ученые работают над несколькими проблемами, которые далеко не всегда могут быть объединены в рамках одного направления. Об этом говорят и данные Гоффмана [8], который оценил число авторов, публикующих свои работы по двум проблемам, образующим самостоятельные исследовательские направления. Результаты показали, что для большинства авторов такая работа не является исключением. К аналогичным выводам пришли Дж. Миллер и Б. Гриффит [9], выяснившие, что многие авторы в исследуемых ими группах связаны одновременно с несколькими направлениями. Кроме того, многие ученые меняют сферу занятий в течение двух-трех лет. Легкость подобных переходов сложно объяснить, исходя из представления о науке как совокупности разнородных исследовательских направлений.

И наконец, не все эмпирически фиксируемые объединения можно отождествить с исследовательским направлением. Встречаются бóльшие по величине и следующие другому закону роста (по экспоненте) научные объединения. Эти объекты выделяются по тем же параметрам, что и исследовательские направления. В то же время отличия таких объектов от исследовательских направлений достаточно велики и требуют объяснения.

Все это заставляет нас искать более крупную, чем направление, единицу, условия существования которой позволили бы объяснить особенности функционирования научных объединений, не фиксируемые на уровне исследовательских направлений. Такую единицу мы назовем областью исследований. Надо заметить, что исследований в этом направлении проводилось довольно мало, поэтому мы не располагаем достаточным количеством материала, чтобы выделить область столь же четко, как и исследовательское направление, но все же и здесь могут быть получены определенные результаты.

В англо-американской литературе для подобных объединений существует термин «специальность». Это связано с тем, что научные объединения рассматриваются с несколько иной точки зрения: акцент ставится на проблемы подготовки научных кадров.

В нашем случае область исследований и рассматривается в качестве той целостности, которая связывает совокупность исследовательских направлений. Основа этой связи усматривается в селекции и организации знаний в процессе исторического развития научной области. Некоторая группа научных результатов из различных направлений становится общезначимой на уровне области, что и определяет более или менее одинаковую стандартную подготовку всех ее членов. Совокупность знаний, обязательная для каждого ученого, включенного в определенную область, обеспечивает ему возможность работы в любом из направлений области; он может довольно свободно ориентироваться в смежных направлениях, заниматься разработкой нескольких проблем или переходить от одной к другой. Это предположение дает возможность объяснить сокращение численности авторов в направлении к концу его существования: исследователи покидают его ради других более перспективных. Так же объясняется и быстрый приток исследователей в новое направление в начале экспоненциального роста. Внутри области исследований ученый может довольно просто браться за работу над новой проблемой. Для этого ему не требуются годы учебы, прежде чем он сможет заниматься самостоятельными исследованиями. Длительная подготовка понадобится в том случае, если ученый выберет направление, принадлежащее другой области исследований [11]. Более того, смена направления крупным ученым может привести в новое направление целую группу исследователей, лидером которой этот ученый является.

Очень важным фактором функционирования объединения типа области исследований и косвенным показателем существования

в них селективных процессов, является то, что можно было бы назвать «консервацией» проблем.

Поясним это на примере исследований тучной клетки. Развитие этой области делится на два периода: с момента возникновения до 20-х годов она существует в рамках исследовательского направления, затем работы практически прекращаются до новой вспышки в 1938 г., когда открытия серотина и гепарина стимулировали возникновение и рост новых исследовательских направлений. Итак, от исчезновения одного направления и до возникновения двух других прошел значительный отрезок времени. Фактически через двадцать лет после завершения интенсивных исследований в одном направлении другие ученые на иной основе занялись изучением других проблем, связанных исторически с тем же объектом (тучной клеткой). Это говорит о том, что в этой области каким-то образом длительное время сохранялись проблемы и полученные ранее результаты так, что была возможность в необходимый момент их актуализировать. Иначе не совсем понятно, как появились преемственные направления. (То, что они преемственны, следует из того, что результаты исследований этих направлений сведены в единый массив).

У нас есть основания предполагать, что значительную роль в сохранении и передаче проблем и результатов играют публикации определенных типов — монографии, отчеты и др. Их функциональные нагрузки были подробно описаны Э. М. Мирским [2]. Эти типы публикаций осуществляют организацию знаний в области исследований. Они представляют собой не простое объединение всех результатов в том виде, в котором они были получены: автор связывает их в определенном отношении друг с другом, следуя логике описания предмета изучения.

Принимая все это во внимание, естественно считать, что процессы, характерные для области исследований, должны отражаться в изменениях массива таких публикаций — публикаций «второго эшелона». В то же время стандартные показатели: общие размеры массива публикаций, число авторов — не дают нам достаточного представления об особенностях функционирования области исследований.

Сведения о количестве авторов, объеме массива публикаций оказываются достаточными для характеристики исследовательского направления потому, что здесь мы имеем дело с единицей переднего края науки. Другими словами, для объяснения процессов, происходящих внутри направления, нам практически не нужно выходить за рамки феноменов, описывающих только исследовательскую деятельность. С известными допущениями мы можем рассматривать участников направления как относительно однородную группу сотрудников, не принимая во внимание особенности их взаимоотношений, статус, распределение ролей и прочее. На том же основании мы можем предполагать гомогенность содержания исследований в направлении. Это представляется тем более

оправданным, что около половины публикаций в научной области, как показали исследования К. О. Мея [14] на материале математической области — теории определителей, — тривиальные работы (43%). Кроме того, и простые повторы занимают существенную часть массива публикаций. В рамках определенного направления мы получаем возможность рассматривать публикации и авторов как единицы, допускающие количественное сравнение.

В этом отношении область исследований представляет собой объединение функционально другого типа. В ней, как мы уже говорили, должны происходить процессы селекции и хотя бы первичная организация научных результатов, получаемых в различных направлениях. Данные об общем числе публикаций и авторов не позволяют фиксировать эти явления, поэтому кумулятивные описания массивов области не выражают специфики ее роста, исключая начальный этап развития, когда область фактически совпадает с направлением. Эти показатели суммируют информацию о множестве существующих в области направлений.

Таким образом, лишь выделение и изучение массива публикаций «второго эшелона» может нам дать необходимые сведения для характеристики области.

На объем массива публикаций «второго эшелона» должны накладываться довольно жесткие ограничения, связанные с ограничениями на объем знаний, необходимый каждому члену области исследований. Проверить это предположение можно в результате анализа эмпирических данных о числе монографий в общем массиве публикаций. Мы провели дополнительную обработку ряда библиографий, из которых ранее уже были получены данные о росте всего массива публикаций. Библиографии представляют три области исследований: область социологии, связанную с изучением малых групп [13]; теорию групп (раздел математики) [12] и область исследований тучной клетки (биология) [15]. В библиографии по исследованиям малых групп общий массив публикаций составляет 2689 работ, из них 130 монографий. Библиография по теории колец содержит 33 монографии (общее число публикаций 1094 работы), а библиография Г. Селье по исследованиям тучной клетки — 55 (весь массив — 2444 публикации).

Таким образом, количество монографий в области исследований — величина того же порядка, что и число авторов исследовательского направления.

О существовании в области механизмов сохранения проблем, как нам представляется, могло бы свидетельствовать относительное возрастание числа монографий в периоды, приходящиеся на спад исследовательской активности. Действительно, в области исследований тучной клетки самое высокое содержание монографий в массиве (3% против 2,2% в среднем) приходится как раз на период с 1920 по 1940 г., когда исследовательская активность была минимальна, так как первое направление уже себя исчерпало, а следующие еще не возникли. Так же и в исследованиях малых

групп: самый большой процент монографий приходится на полуголый участок роста области (с 1900 по 1920 г.—20% при среднем значении 4,8%). Эта же закономерность проявляется у всех научных объединений на участке, соответствующем периоду второй мировой войны. Теория групп дает в это время 5,3% монографий, в исследованиях малых групп количество монографий достигает 6%, а в исследованиях тучной клетки — 10%, т. е. наши предположения вполне оправдываются.

На научной дисциплине как объединении, внутри которого производятся наши расчленения, мы здесь подробно останавливаться не будем, так как это потребовало бы обращения к формальным институтам, историческим аспектам развития науки и т. д. Принятыми в науковедении показателями в этом случае вряд ли бы удалось ограничиться, прежде всего потому, что, говоря о дисциплине, обычно имеют в виду механизмы воспроизводства знаний, ученых и т. п. Эти процессы еще недостаточно изучены, и неясно, как и насколько полно они могут быть выражены в эмпирическом материале. При изучении научных объединений до области исследований к институциональным аспектам прибегать не приходится. Характерные для этих областей явления удастся обнаружить либо на уровне исследовательской деятельности, либо путем организации массива публикаций, выделив в нем определенные типы работ.

Итак, нам удалось, пользуясь ограничениями, которые накладываются на возможность постоянного общения ученых друг с другом и опираясь на некоторые свойства научных объединений с длительным периодом существования, выделить внутри дисциплины еще две структурные единицы: исследовательское направление и область исследований. Эти объединения характеризуются различным временем существования (область — более устойчивое образование), различными объемами массива публикаций и различной численностью занятых в них авторов. Кроме того, рост массива публикаций области описывается существенно иным законом — экспоненциальным в отличие от логистической кривой, аппроксимирующей рост массива публикаций в направлении. Данные, описывающие количественные характеристики научной деятельности, относятся, таким образом, к различным уровням научных объединений, и делать какие-либо выводы о характере роста науки имеет смысл лишь тогда, когда эти утверждения уточняются в соответствии с некоторыми структурными ограничениями.

В связи с этим мы можем вернуться к рассмотрению различных научных объединений как иерархических систем. В этом случае особый методологический смысл приобретает различие на исследуемом объекте системы и элементов, а также направление исследовательского движения от системы к элементам и наоборот. В случае движения от элементов к системе мы можем узнать и описать только ее состав и в этом смысле утверждать, что направление состоит из исследователей, область — из направлений, а

дисциплина — из областей. При характеристике же объединения каждого уровня как системы оказывается необходимым вводить дополнительные представления об организации (функциях, структуре, динамике и т. п.), свойственной системам именно этого уровня, и, соответственно, обеспечивающей связи и взаимодействие элементов. Иными словами, говоря о системной иерархии научной дисциплины, мы в подавляющем большинстве задач должны учитывать таксономический характер этой иерархии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванова Т. П., Петрова Т. М.* Научное знание и сообщество ученых.— «Вопросы философии», 1975, № 2.
2. *Мирский Э. М.* Системный подход в изучении науки (методологические замечания).— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.
3. *Налимов В. В.* Количественные методы исследования процесса развития науки.— «Вопросы философии», 1966, № 12.
4. *Петрова Т. М.* Математические модели области научного исследования.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1974. М., 1974.
5. *Прайс Д.* Квоты цитирования в точных и неточных науках, технике и не-науке.— «Вопросы философии», 1971, № 3.
6. *Crane D.* Invisible colleges. Diffusion of knowledge in scientific communities. Chicago — London, 1972.
7. *Crane D.* Social structure in a group of scientists: a test of the «invisible college» hypothesis.— «American Sociological Review», 1969, vol. 34, N 3.
8. *Goffman W.* Mathematical approach to the spread of scientific ideas — the history of mast cell research.— «Nature», 1966, vol. 212, N 5061.
9. *Griffith B. C., Miller A. J.* Networks of informal communication among scientifically productive scientists.— In: Communication among scientists and engineers. Lexington, 1970.
10. *Griffith B. C., Mullins N. C.* Coherent social groups in scientific change («invisible colleges» may be consistent throughout science).— «Science», 1972, vol. 177, N 4053.
11. *Hagstrom W.* The scientific community. New York — London, 1975.
12. *Jacobson N.* Structure of rings. Providence, 1974.
13. *McGrath G. E., Altman I.* Small group research. A synthesis and critique of the field. N. Y., 1966.
14. *May K. O.* Literatura matematyczna: jej wzrost i jakość.— «Wiadomości Matematyczne», 1972, vol. 14, p. 93—105.
15. *Selye H.* The mast cells. Washington, 1965.

О КОММУНИКАЦИОННЫХ ЕДИНИЦАХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СООБЩЕСТВА

Т. П. ИВАНОВА

Интенсивно проводимое в последние годы изучение научной деятельности через анализ коммуникации среди исследователей дает обширный эмпирический материал, организация и теоретическое осмысление которого может стать одним из важных направлений в разработке теории научной деятельности (см., например, [4]). Настоящая статья представляет собой попытку методологического осмысления этой широкой темы. Имея перед глазами огромный эмпирический материал, полученный многими исследователями ([1], [5], [8], [10], [15] и др.), мы поставили своей целью выяснить возможность сравнения научных объединений, внутри которых изучается коммуникация. В качестве основы для этого сравнительного анализа привлекаются уже сложившиеся представления о структуре научной деятельности, на которых базируются использованные нами работы [3], [7].

Прежде всего следует пояснить, что же понимается под исследованием научных коммуникаций. Обсуждение имеющихся эмпирических данных, полученных при науковедческом изучении организованных дискретных массивов (публикации, авторы, ссылки, журналы, контакты и т. п.) и крупных исследовательских проектов (таких, например, как изучение информационных потоков и сетей цитирования в науке или исследование коммуникаций среди членов профессиональных научных обществ и ассоциаций), дает возможность утверждать, что научная коммуникация исследуется прежде всего как совокупность форм профессионального общения в ходе научной деятельности и характеризует различные стороны этой деятельности.

Науковеды подходят к рассмотрению коммуникаций с двух сторон: во-первых, как к основной форме связи между учеными и их объединениями, во-вторых, как к организованной группе явлений, допускающей эмпирическое и теоретическое изучение с широким применением средств и методов, разработанных в социологии и информатике. Для нашей задачи интерес представляет в основном вторая сторона проблемы.

Эмпирическое изучение научной коммуникации опирается на теоретические схемы и методики, способы классификации и квантификации, созданные для изучения массовых коммуникаций в

различных социальных и профессиональных группах. При этом техническое и методическое оснащение проведенных исследований было вполне удовлетворительным. Трудности возникают не в инструментальной сфере, а в сфере построения исследовательских гипотез и теоретической интерпретации полученных результатов с помощью той концептуальной базы, которой располагает современное науковедение. Эти трудности в первую очередь связаны со спецификой объектов науковедческого исследования и их методологическим отличием от объектов, на которых проводится изучение массовой коммуникации.

* * *

По мнению многих исследователей (см., например, [1], [7]), совокупность научных коммуникаций представляет собой сложную систему и помимо чисто информационных функций и обеспечения исторической летописи событий, выполняет еще и другие задачи, которые можно свести в первую очередь к следующим:

1) система научных коммуникаций обеспечивает существование научной дисциплины, отделяя ее по специфике коммуникаций и составу участников как от других дисциплин, так и от «не-науки» (непрофессионального обсуждения проблем);

2) в системе научных коммуникаций реализуются механизмы социального контроля (распределение поощрений и санкций внутри данного профессионального сообщества);

3) система научных коммуникаций реализует способы связи отдельного ученого с научным сообществом, как бы открывая их друг для друга.

Легко, однако, заметить, что вышеприведенные характеристики относятся не к отдельным эмпирически регистрируемым данным о коммуникации, а к некоторому представлению о системе коммуникаций и ее функциях в научной дисциплине, профессиональном сообществе исследователей и т. п. — т. е. к функциям коммуникации внутри некоторой более богатой по содержанию системы научной деятельности. Поэтому разработка сколько-нибудь строгой гипотезы о структуре и функциях научной коммуникации (а тем более подкрепление этих представлений имеющимися эмпирическими данными о коммуникации) оказывается зависимой от качества представлений о тех научных объединениях, внутри которых осуществляется коммуникация.

В связи с этим первым шагом в методологическом анализе исследований научных коммуникаций и должно быть выявление того системного объекта, «внутри» которого, с одной стороны, исследователи предполагают наличие коммуникаций и системообразующие связи которого, с другой — исследование коммуникаций призвано обнаружить и уточнить. Работа с имеющимся материалом по коммуникациям, особенно анализ уже рассмотренных нами раньше многообразных функций научных коммуникаций, позво-

ляет сделать вывод о том, что таким объектом для исследователей коммуникаций является научное сообщество, установка на целостность которого и будет основным методологическим принципом нашего анализа.

Представление о научном сообществе, основанном на типе отношений, было введено после первых же исследований по организации и управлению научной деятельности, когда возникла необходимость выделить социальную группу, состоящую из профессионалов той или иной специализации, формы сотрудничества внутри которой оказывают существенное влияние на развитие знания. Однако как социологические определения этого сообщества (по нормам членства, ролевому набору, лестнице статусов и др.), так и его историко-логические характеристики (приверженность членов сообщества к определенной парадигме, содержательная общность сферы исследования) для подобной задачи оказались недостаточными. Это объясняется тем, что, хотя такие представления необходимы как показатели наличия коммуникационных связей, в них отсутствуют основные пространственно-временные ограничения (т. е. неясно, на каких временных интервалах подобные связи действуют эффективно и каковы границы сферы их функционирования), без которых существенно осложняется выдвижение гипотез для эмпирического исследования и, соответственно, сравнение и интерпретация результатов таких исследований.

При такой неопределенности исходной целостности очень мало структурных уточнений дают и имеющиеся исследования связей внутри научного сообщества. Правда, в этих исследованиях было замечено, что даже в наиболее сплоченных и продуктивных исследовательских объединениях (лабораториях, секторах и т. п.) определенная часть информационных контактов осуществляется с лицами, к этим группам в данный момент не принадлежащими. Изучение библиографических сетей и отдельных средств коммуникации позволило значительно подкрепить эту точку зрения ([12], [16], [18]). Но поскольку эти исследования касались в большинстве своем ряда периферийных, с этой точки зрения, проблем и в них даже не делалось попытки соотнести особенности коммуникации со специфической структурой различных исследовательских объединений, полученная в этих работах информация сравнительно мало способствовала позитивному продвижению в вопросах о том, каковы же объекты, внутри которых реализуется первичная коммуникация, и каким образом ее анализ может способствовать построению типологии этих исследовательских объектов.

Иными словами, изучение коммуникаций в научном сообществе происходит главным образом функционально, а не структурно, что позволило некоторым исследователям полностью отрицать наличие устойчивой коммуникационной структуры (см., например, [14]). Однако эта ригористическая точка зрения была существен-

ным образом поколеблена исследованиями коммуникационных сетей в «невидимых колледжах» (см. [9], [10]). В качестве «невидимых колледжей» выделялась группа исследователей, работающих над общей проблематикой (общность проблематики устанавливается путем анализа публикаций с привлечением экспертов) и связанных друг с другом через взаимное цитирование [17]. Успех, достигнутый в эмпирическом выделении этих структур, их относительно стандартная величина (около 100 участников с зоной факультативных контактов с 400—500 исследователями), а также существенное различие по плотности коммуникации внутри «невидимого колледжа» и коммуникаций его участников с окружением — все эти данные свидетельствовали о плодотворности изучения выделенных таким образом группировок. Вместе с тем как методы эмпирического выделения «невидимых колледжей», так и особенности самих этих объединений создают целый ряд довольно значительных методологических трудностей в дальнейшем изучении коммуникаций [2].

Исследование библиографических сетей обеспечивало удовлетворительную степень объективности, но зато значительно ограничивало возможность использовать представление о «невидимом колледже» в качестве средства эмпирико-социологического анализа, так как сведения о библиографических связях дают информацию о контактах минимум пятилетней давности. Попытки же проследить на цитатном материале временную динамику «невидимых колледжей» пока успеха не принесли. К тому же «невидимый колледж» имеет слишком большой объем, что предполагает дальнейшее структурное членение внутри него, которое тоже не удастся достаточно ясно проследить на цитатном материале.

Действительно, внутри «невидимого колледжа» существуют группы, работающие над сходными содержательными проблемами, но сильно отличающиеся по плотности контактов. В эмпирических исследованиях коммуникации авторы в значительной степени интуитивно выделяют такие первичные коммуникативные структуры. На основе такого выделения исследуются следующие типы коммуникативных объединений: «сплоченные группы», «группы солидарности» и научные школы¹. Каждый из этих типов объединений выделялся и изучался на добротном историко-научном или науковедческом материале. Но в связи с тем, что

¹ Существуют довольно расплывчатые описания этих объединений.

«В процессе формирования радикальной концептуальной реорганизации в своей области образуются объединения, которые получают название «высокосплоченные группы»» [11].

«Группы сотрудников, которые в условиях лидерства одного или двух ученых производят набор и социализацию новых членов, поддерживая у всех одинаковое отношение к работе. Такие группы были названы «группами солидарности», чтобы подчеркнуть их роль в «посвящении в область»» [15].

«Школа», как объединение, характеризуются не критическим согласием части учеников и последователей с системой идей лидера и отвергает внешние влияния или оценки своей работы» [13].

каждый автор имеет дело с реконструкцией или с изучением структуры, выделенной каждый раз по различным содержательным или формальным показателям, очень трудно судить не только о сравнимости этих объединений по некоторому полному набору науковедческих параметров, но даже и о том, идет ли в каждом случае речь о самостоятельном фрагменте реальности или же в работах описываются отдельные стороны одного и того же явления.

Пытаясь найти основания для сопоставления данных об этих объединениях, мы стремились выяснить самые очевидные эмпирические признаки перечисленных объединений: объем того или иного объединения; время существования — основные фазы; преимущественные типы связей (иерархия, связи одного уровня); господствующие типы отношений внутри объединения (отношения сотрудничества или отношение «учитель — ученик»). Выяснилось, что даже эти признаки получить из имеющихся характеристик коммуникативных объединений не удастся, что связано со способом исследования каждого из них и, соответственно, с привлекаемым для исследования материалом, т. е. сами характеристики, полученные путем исследования коммуникаций, не дают оснований для сравнительного феноменологического анализа изучаемых исследовательских объединений.

То обстоятельство, что коммуникативные объединения, как и «невидимый колледж», внутри которого они функционируют, сами по себе представляют относительно эфемерные образования, заставляет предполагать и искать более жесткую и устойчивую структуру, в которой наличие подобных образований только и оказывается возможным при сохранении кумулятивного роста науки. Существенным является и предположение, что такая структурная единица должна существовать и, соответственно, регистрироваться именно в зоне наиболее интенсивной научной коммуникации. Нам представляется плодотворным выделение в качестве такой единицы «исследовательского направления», проведенное в работе [6], где даются количественные и временные характеристики направления. Полезными оказываются также имеющиеся в научной литературе результаты по динамике исследовательских специальностей (см., например, [15]). Для нашей задачи эти работы интересны еще и потому, что они позволяют более четко ограничить и связать с эмпирией определенный тип исследовательских объединений, которые Т. Кун, например, называет сферой действия парадигмы, И. Лакатос — исследовательской программой, Хэгстром и Крейн — научным сообществом, в узком смысле этого слова. Возвращаясь к поиску жесткой устойчивой структуры, мы в качестве таковой и будем рассматривать исследовательское направление. Выбор направления как некой структуры, связи внутри которой обеспечивают коммуникации между отдельными учеными, представляется нам возможным и правомерным.

Исследовательское направление выделяется на базе моделей роста числа авторов и публикаций и обладает следующими качест-

вами. Во-первых, объем исследовательской популяции в направлении (примерно 100 авторов в каждый момент времени) в принципе позволяет предположить наличие коммуникации, охватывающей все направление. Во-вторых, сравнительно небольшой период экспоненциального роста дает возможность предположить и относительное постоянство наиболее продуктивной части исследователей. Наконец, в-третьих, стремительный и кратковременный рост направления (примерно 15 лет на экспоненциальном участке) разрешает считать, что основную информацию исследователи получают внутри направления, из собственных результатов, результатов коллег и оперативного обсуждения этих результатов в ходе коммуникации.

Предполагается, что экспоненциальный участок направления характеризуется сплочением участников и наличием некоторой группы, плотность контактов внутри которой значительно превышает плотность внешних контактов. Это означает, что на экспоненциальном участке направления можно фиксировать определенную коммуникационную структуру, обладающую необычайно высоким уровнем сплоченности. Однако для подтверждения этого тезиса необходимо ответить на следующие вопросы: в какой же мере соответствует эмпирии утверждение о том, что тенденция к сплоченности в рамках направления присуща экспоненциальному участку, и каким образом эта тенденция может быть подкреплена эмпирией на базе исследования коммуникаций. И здесь оказывается, что наш тезис на имеющемся материале не проходит, так как применяющиеся для изучения коммуникационных сетей опросные методики дают возможность регистрировать плотность и направленность контактов лишь в одной точке экспоненты, т. е. мы можем только указать на наличие структуры; что же касается тенденции ее развития, то для этой цели нам требуется дополнительный материал. В качестве такового мы взяли данные о «сплоченных группах», описанных Н. Маллинзом и Б. Гриффитом [11], в частности, их данные по следующим группам:

Группа	Годы
копенгагенская квантовой механики в физике	1920—1934
по изучению фагов в молекулярной биологии	1947—1958
геттингенская математиков	1896—1910
Скиннера по теории оперантного обусловливания в психологии	1947—1960
исследователей по слуховому восприятию в психологии	1940—1950

Само наличие этих групп и динамика их развития демонстрируются Маллинзом и Гриффитсом достаточно убедительно. Речь в каждом случае идет о тесно связанной полной коммуникацией группе, существовавшей примерно 15 лет, с деятельностью которой связаны значительные научные открытия. Максимальное число участников «сплоченной группы» не превышает нескольких де-

сятков. Необходимо отметить, что проводимые в работе [11] данные по количеству авторов и публикаций касаются только членов «сплоченной группы», независимо от того, сколько еще исследователей занималось аналогичной проблематикой. Мы, таким образом, имеем дело со структурой, объединяющей наиболее продуктивных исследователей исключительно плодотворной отрасли науки. При этом внутри «сплоченной группы» на протяжении всего рассматриваемого периода предполагается полная коммуникация.

Далее мы предполагаем, что «сплоченная группа» выступает как наиболее продуктивная группа исследователей внутри сложившегося и переживающего период экспоненциального роста исследовательского направления [6]. В пользу этого предположения говорят следующие факты: во-первых, «сплоченная группа» растет по экспоненте, как и направление; во-вторых, период роста «сплоченной группы» совпадает с периодом роста для направления.

На материале рассмотренных групп видно, что они характеризуют не рядовые направления, а наиболее плодотворные для науки XX в. Естественно, возникает вопрос: являются ли группы повышенной плотности контактов характерными и для рядовых направлений на экспоненциальном участке их развития, или эта форма исследовательских объединений имеет место только в наиболее плодотворных по содержанию научных направлениях.

В работе [10] Кроуфорд изучала развитие исследовательской активности и коммуникации, опираясь на сведения о публикациях и авторах, работающих над проблемами психофизиологии сна, где отчетливо прослеживалась ядерная структура, по объему сходная с рассмотренными сплоченными группами. После выделения исходной популяции социометрическими методами Кроуфорд изучала данные о коммуникации внутри направления. Мы говорим о направлении, поскольку по характеру роста и времени развития популяция, которую исследовала она, хорошо согласуется с количественными показателями исследовательского направления; последнее фиксировалось в период его экспоненциального роста. Максимальный объем авторов в момент исследования насчитывал около 160 человек, среди которых ясно прослеживалась ядерная группа. Члены этой группы (33 автора) контактировали с другими примерно в пять раз чаще, чем остальная масса исследователей, и через них проходило 83% всех коммуникаций внутри направления. Иными словами, по объему, времени существования (10 лет), характеру развития и плотности коммуникаций ядерная группа исследовательского направления (независимо от того, насколько значимы для истории науки были результаты исследований) хорошо совпадает со сплоченной группой продуктивного направления.

Нужно, однако, иметь в виду, что при всей методологической полезности представления об исследовательском направлении как оно введено в [6], само направление можно удовлетворительно фиксировать эмпирическими средствами не раньше фазы экспо-

нциального роста. Между тем для изучающих коммуникации огромный интерес представляют особенности исследовательских объединений в начальный период становления направления, ответ на вопрос «откуда», из какой структуры возникает направление. Попытки прогнозировать развитие его на ранних стадиях — по плотности ссылок — пока успеха не принесли.

В исследовании Кроуфорд каждый из членов ядерной группы (33 автора) является центром коммуникации для сравнительно небольшой группы других исследователей. Видимо, в этих структурах и есть смысл искать точки роста будущих направлений. Наличие в исследуемой Кроуфорд популяции 33-х коммуникационных центров не говорит, разумеется, о том, что в будущем из них разовьется 33 направления, или 15, или хотя бы одно новое направление. Однако можно предполагать, что если это произойдет, то развитие каждого нового направления будет происходить вокруг какого-либо из отмеченных центров, а первичный костяк образует группа из ученых существующего в данный момент направления. Естественно, что такое предположение требует еще тщательной эмпирической проверки. Существенно, правда, что в данном случае имеются и теоретические средства для проведения такой проверки (панельное исследование одного из направлений на 5—10-летнем промежутке времени, начиная с максимальной точки) и стандартизированные эмпирические методики. Важно и то, что в данном случае обработке подлежат сравнительно небольшие массивы данных.

Существенно иначе обстоит дело, когда мы хотим связать с развитием исследовательского направления данные о «группах солидарности» и научных школах. Дело в том, что в качестве «групп солидарности» изучаются объединения, срок жизни которых значительно превышает экспоненциальный участок развития направления. Другая сложность связана с тем, что в «группах солидарности» и научных школах исследователи выделяют в первую очередь содержательные характеристики, связанные с приверженностью к определенной программе и другими видами групповых обязательств участников, а не размеры, динамику или структуру объединений. Осложняет интерпретацию этих объединений как коммуникационных структур и то обстоятельство, что материалы по ним берутся обычно из истории науки. Это значит, что в лучшем случае мы имеем возможность проследить коммуникации на уровне ссылок, мемуарных упоминаний и писем, причем полнота учета этих контактов никогда не гарантируется. Таким образом, отнесение «групп солидарности» и научных школ к коммуникационным объединениям правомерно лишь с известными оговорками — речь идет о явлениях, не только отражающих разные стороны исследовательской деятельности, но и предусматривающих различные основания структурного членения объекта.

Это положение, однако, ни в коем случае не должно означать, что данные по «группам солидарности» и научным школам неин-

тересны или бесполезны для исследования переднего края науки. Просто следует четко оговаривать тот факт, что эти данные имеют смысл только в том случае, если произведено различие структурных полей, в которых находятся те или иные объединения. Как и введение исследовательского направления в качестве структурной единицы переднего края исследователей, представления о содержательной дифференциации исследователей (по обязательствам, программам и т. п.) весьма важны уже при подготовке эмпирического исследования и выделения исходной совокупности. Это объясняется тем, что в момент выбора объединения на нем не висит еще бирка «сплоченная группа», «научная школа» и т. д. Такие квалификации довольно легко делать ретроспективно. И на первом этапе работы знакомство с существующими школами и программами, воплощенными в «группах солидарности», оказывается если и не единственным, то, во всяком случае, наиболее перспективным способом выйти на какие-то более устойчивые структуры, которые предварительно можно выделить и ограничить, исследуя сети цитирования.

Для иллюстрации этого последнего утверждения можно привести пример из исследуемой многими авторами деятельности группы Б. Скиннера и его сотрудников. Если мы возьмем это объединение в период 30-х годов, то его можно рассматривать как ядерную группу исследовательского направления. В период же 1947—1960 гг. (период максимального расцвета) Гриффит и Маллинз [11] справедливо рассматривают скиннерианцев как «сплоченную группу» (по основным показателям). Наконец, изучая современный статус скиннеровского объединения, Крейн [8] столь же справедливо квалифицирует скиннерианцев как «группу солидарности». Существует ряд параметров, позволяющих изобразить деятельность скиннерианцев как развитие определенной научной школы [13] с привлечением представлений о нескольких поколениях учителей. Иными словами, для того чтобы можно было квалифицировать какое-либо явление в истории науки как одну из рассмотренных нами группировок, необходимо в каждом случае производить приведенные выше ограничения. Только после этого такую квалификацию можно будет подкрепить эмпирическими данными о коммуникациях внутри объединения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дюментон Г. Г. Исследование сети научных контактов и его практическое значение.— В кн.: Социологические проблемы науки. М., 1971.
2. Иванова Т. П., Петрова Т. М. Научное знание и сообщество ученых.— «Вопросы философии», 1975, № 2.
3. Микулинский С. Р., Родный Н. И. Наука как предмет специального исследования.— «Вопросы философии», 1969, № 8.
4. Мирский Э. М. Системный подход в изучении науки (методологические замечания).— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.

5. *Налимов В. В., Мульченко З. М.* Наукометрия. М., 1969.
6. *Петрова Т. М.* Методологические особенности выделения структурных единиц науки.— В настоящем издании.
7. *Сторер Н.* Социология науки.— В кн.: Американская социология. М., 1972.
8. *Crane D.* Invisible College. Diffusion of knowledge in scientific communities. Chicago, 1972.
9. *Crane D.* Social structure in a group of scientists: A test of the «Invisible College» Hypothesis.— «American Sociological Review», 1969, vol. 34, N 3, June.
10. *Crawford S.* Informal communication among scientists in sleep research.— «Journal of American Sociological Information Science», 1971, vol. 22, N 5.
11. *Griffith B. and Mullins N.* Coherent social groups in scientific change.— «Science», 1972, vol. 175, N 4053.
12. *Halbert M., Ackoff R.* An operation research study of the dissemination of scientific information.— In: Proceedings of the International Conference on Scientific Information, vol. 1. Washington, 1959.
13. *Krantz D.* Schools of psychology. N. Y., 1969.
14. *Mullins N.* The distribution of social and cultural properties in informal communication networks among biological scientists.— «American Sociological Review», 1968, vol. 33, N 5.
15. *Mullins N.* A Model for the development of scientific speciality. The phage group and the origins of molecular biology.— «Minerva», 1972, N 10.
16. *Pelz R.* Social factors related to performance in a research organization.— «Administrative Scientific Quarterly», 1956, vol. 1.
17. *Price D. and Beaver D.* Collaboration in an invisible college.— «American Psychologist», 1966, vol. 21, N 11.
18. Reports of the American psychological associations project on scientific information exchange in psychology, vol. 2. Washington, 1965.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ

А. А. ИГНАТЬЕВ, А. И. ЯБЛОНСКИЙ

При обсуждении проблемы оценки научной продуктивности ее содержание нередко сводят лишь к выбору методики измерения размеров вклада в научный процесс (экспертная оценка, анализ динамики публикаций и т. п.) и относительно мало внимания уделяют тому, как формируется эмпирическая картина, на основе которой осуществляется измерение. Решение данной проблемы обычно видят в том, чтобы выделить достаточно широкий набор наблюдаемых параметров и обработать данные измерения с помощью статистических методов. Полученные таким образом корреляции и рассматриваются как оценка значения измеряемых переменных.

Эта позиция оправдана в той мере, в какой метрика объекта измерения выступает как нечто непосредственно наблюдаемое, «очевидное». Отсюда, например, довольно распространенная процедура квантификации, когда количественную характеристику объекта измерения получают путем кодификации данных о наличии или отсутствии у него определенных наблюдаемых параметров. Однако в большинстве случаев исходные расчленения и методологические стандарты обнаруживают явную и довольно сильную зависимость от «профессиональных предубеждений» исследователя. Так, для историка науки научный результат есть прежде всего новое содержательно истинное утверждение о действительности («научный факт», «открытие» и т. п.). Для экономиста научный результат — это прежде всего вновь созданная стоимость: отсюда, в частности, распространенная аналогия между научным исследованием и другими источниками экономического эффекта (производство новой техники, сфера услуг и др.). Наконец, понятие научного результата как чего-то эмпирически фиксируемого и дискретного вообще может быть введено только в том случае, если познавательное движение рассматривается как «исследование», т. е. ограниченное во времени и по ресурсам действие. Поэтому оценка научной продуктивности должна рассматриваться не только как проблема методики ее измерения, но и как методологическая проблема, т. е. в плане экспликации и критики тех допущений, на основе которых эта оценка строится.

АНАЛИЗ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ: ЗАКОН ЛОТКИ И ЛОГНОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Исследование процессов роста знания показывает, что продуктивное участие в научном процессе, как правило, предполагает включение ученого в профессиональное сообщество, выступающее как «продуцент» определенного массива публикаций. Функционирование такого сообщества сопровождается обменом сообщениями внутри сообщества, а также между сообществом в целом и институтом науки; на этой основе «наука» рассматривается как система коммуникации, а в качестве меры оценки научного вклада — число опубликованных статей, монографий и других научных документов [6], [9], [12]. Полученные таким образом эмпирические данные показывают, что распределение публикаций по именам их авторов имеет характер резко асимметричной кривой, известной под названием закона Лотки, и может быть хорошо аппроксимировано так называемым распределением Ципфа — Парето [18], [25]. В соответствии с этим законом «большое число людей малой продуктивности оказываются авторами примерно такого же количества статей, что и малое число людей высокой продуктивности» [12, стр. 322]; при этом фиксируется минимальный уровень продуктивности в одну статью.

Корректное сопоставление данных о распределении публикаций по именам с данными о распределении индивидуальных вкладов требовало бы, очевидно, дополнительного исследования продуктивности тех ученых, которые в исследованиях Лотки и других были зафиксированы как носители имени (авторы статей). Иными словами, следовало бы установить, в какой степени действительная доля участия каждого из этих ученых в формировании исследованного массива публикаций отличается от ранга его имени в этом массиве. К сожалению, насколько нам известно, данные такого рода отсутствуют, хотя в принципе соответствующее исследование возможно и представляло бы значительный интерес. Вместе с тем известно, что закон Лотки имеет универсальный характер в том смысле, что соответствующее распределение фиксируется на любом достаточно большом массиве публикаций, независимо от того, какого рода социальное объединение (формальная организация или неформальное сообщество) образуют авторы сообщений, входящих в этот массив [25]. Поэтому можно предполагать, что в качестве эмпирического референта, по отношению к которому справедливо проводимое нами рассуждение, могут выступать не только исследованные Лоткой и другими авторами неформальные сообщества ученых («невидимые колледжи» у Д. Прайса и т. п.), но и формальные организации современной «большой науки» (лаборатории, научные институты и др.). Такое расширение поля эмпирических данных имеет смысл еще и потому, что в формальных научно-исследовательских организациях сложились механизмы социальной идентификации, не связанные столь тесно с фак-

том опубликования статей или книг. Иными словами, в такой организации размеры индивидуального вклада того или иного ученого могут быть определены независимо от того, оформлен ли этот вклад в виде отдельной публикации.

Одно из известных исследований такого рода выполнено в 1966 г. американскими социологами Д. Пельцем и Ф. Эндрюсом [8]. Авторы показали, что распределение индивидуальных вкладов является в высокой степени асимметричным: «многие ученые публикуют лишь небольшое количество статей (или мало патентуют, или мало пишут отчетов), а немногие ученые имеют обширную научную продукцию» [8, стр. 422]. «Было обнаружено, — отмечают они далее, — что данные о научной продуктивности многих подгрупп наших респондентов имеют распределение, весьма близкое к логарифмически нормальному» [8, стр. 423]; при этом был зафиксирован нулевой уровень продуктивности.

Следует специально отметить высокий профессиональный уровень проведенного исследования, что позволяет рассматривать полученные данные как весьма достоверные. Исходная выборка включала персонал 11 научных учреждений, в том числе около 600 ученых из 5 промышленных лабораторий различного профиля (фармакология, стекло и керамика, энергетика и др.), около 500 ученых из 5 правительственных лабораторий (вооружение, сельское хозяйство и др.) и около 150 профессоров университета. Эксперты (компетентные коллеги) оценивали ранг ученого по «внешнему» критерию размеров индивидуального вклада в данную область исследования и по «внутреннему» критерию полезности ученого для данного учреждения. Каждый эксперт был свободен в выборе шкалы, по которой проводилось ранжирование; полученные таким образом оценки обрабатывались методами математической статистики по специальной программе. Для повышения репрезентативности выборки ученые были разделены на пять групп: ученые со степенью, соответственно, в исследовательских и прикладных лабораториях; ученые без степени также в учреждениях двух разных ориентаций; наконец, ассистенты — ученые без степени в организациях, где много ученых со степенью; при этом ранжирование проводилось в каждой группе отдельно. Оценка числа публикаций также проводилась по двум критериям: «внешнему», т. е. числу опубликованных ученым статей и монографий и полученных им патентов, и «внутреннему», т. е. числу подготовленных данным ученым научно-технических отчетов, рабочих материалов и пр. Результаты измерений хорошо коррелировали между собой, хотя, как отмечают сами авторы, «критерии были предназначены для определения различных аспектов продуктивности ученых, и поэтому мы не рассчитывали, что они дадут полное совпадение оценок...» [8, стр. 33].

Данные Д. Пельца и Ф. Эндрюса совпадают с результатами более раннего исследования, выполненного известным американским физиком, лауреатом Нобелевской премии В. Шокли [23]. За

десять лет до Пельца и Эндрюса он исследовал продуктивность ученых в научно-исследовательской лаборатории в Лос-Аламосе и в Национальном физическом центре в Брукхейвене (США). Полученное им распределение индивидуальных вкладов за четырехлетний период имеет характер, аналогичный результатам Пельца и Эндрюса, и также допускает хорошую аппроксимацию логнормальным законом; при этом оказалось, что около половины ученых за четыре года не опубликовало ни одной статьи.

Таким образом, имеющиеся в настоящее время данные о продуктивности ученых позволяют построить две различные эмпирические кривые, которые могут быть аппроксимированы разными вероятностными распределениями. Именно, распределение публикаций по именам (данные Лотки и др.) подчиняется закону Ципфа, а распределение индивидуальных вкладов (данные Шокли, а также Пельца и Эндрюса) — логнормальному закону.

Пусть деятельность ученого состоит в непрерывном порождении текста $y(t)$ с определенным темпом, зависящим от активности ученого. Тогда размеры индивидуального вклада будут измеряться длиной текста, порожденного в заданный промежуток времени. Выбрав в качестве единицы измерения длины этого текста средний объем одной статьи (измеряемый, например, числом печатных знаков), мы получим традиционную меру научной продуктивности: число статей, опубликованных под одним именем, будет выступать как «индикатор», в смысле П. Лазарсфельда [5], размеров вклада, сделанного носителем этого имени в заданный интервал времени¹.

¹ Такой подход очевидным образом предполагает интерпретацию размеров индивидуального вклада как одного из параметров системы коммуникации. Пусть x_n — состояние системы в момент n ($n=1, 2, 3, \dots$), y_n — выход системы в момент n , u_n — переменная на входе системы (воздействие среды в момент n), состояние системы есть функция входа и предыдущего состояния, а выход есть функция состояния. Тогда поведение системы будет описываться так же, как поведение коллектива автоматов (см., например, [1]), т. е. следующими двумя уравнениями:

$$\begin{aligned}x_n &= \psi(x_{n-1}, u_n), \\y_n &= f(x_n).\end{aligned}$$

Предполагая аддитивность и случайный характер воздействий среды и переходов в непрерывном времени, получим следующие уравнения, соответственно, для изменения состояния и выхода системы:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \varphi(x) + \xi(t), \\y &= f(x),\end{aligned}$$

где $x(t)$ определяет траекторию (последовательность изменений состояний) системы; $\xi(t)$ — процесс случайных блужданий; $\varphi(x)$ — детерминированная составляющая перехода из состояния в состояние; $f(x)$ — функция, определяющая зависимость между состоянием и выходом.

Предполагая зависимость между состоянием системы и ее выходом (размерами индивидуального вклада) экспоненциальной (например, $y = y_0 e^x$), можно

Пусть единица измерения размеров вклада (объем статьи) выбрана достаточно малой, чтобы считать процесс порождения текста непрерывным, а измеряемую переменную — случайной величиной, принимающей значение y на континууме положительных чисел. Тогда можно говорить о плотности распределения вклада $p(y)$, которая, как следует из результатов Шокли, а также Пельца и Эндрюса, подчиняется логнормальному закону:

$$p(y) = \frac{1}{y\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln y - \mu}{\sigma}\right)^2}, \quad y \geq 0. \quad (1)$$

В этой формуле μ и σ^2 — параметры логнормального распределения, определяющие математическое ожидание и дисперсию соответствующего ему нормального распределения. Этот нормальный закон получается в результате логарифмического преобразования $p(y)$ и представляет собой распределение для логарифма измеряемой переменной $x = \ln y$:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

В отличие от этого распределение публикаций по именам их авторов имеет вид:

$$p(y) = \frac{C}{y^\gamma}, \quad y \geq 1, \quad (2)$$

где C — константа, определяемая объемом выборки, γ — показатель закона ($\gamma \sim 2$).

В пронормированном виде закон принимает вид плотности распределения:

$$p(y) = \frac{\alpha}{y^{\alpha+1}},$$

где $\alpha = \gamma - 1$ — характеристический показатель ($\alpha \sim 1$).

Этот закон в приложении к исследованию научной продуктивности называется обычно законом Лотки ($\gamma = 2$), а в более общем смысле (для произвольных γ) — законом Ципфа или (как правило, в экономических приложениях) распределением Парето [19]. В дальнейшем эти наименования будем употреблять как идентичные.

Очевидно, что распределение публикаций по именам существенно отличается от распределения индивидуальных вкладов. При этом отличие заключается прежде всего в том, что это разные

получить либо логнормальный закон, либо закон Ципфа для распределения размеров вклада $p(y)$ в зависимости от типа случайного блуждания и, соответственно, распределения состояний $p(x)$ [17]. Интересно отметить, что предложенная здесь мера оценки состояния системы совпадает с «элитностью ученого», в смысле Д. Прайса [12], а также с «моральным ожиданием», в смысле Бернулли, представляющим собой «численное определение полезности как логарифма обладаемых денег» [7, стр. 54].

эмпирические кривые, обладающие разной формой и областью существования (см. рис. 1). Во-первых, ряд значений наблюдаемой переменной начинается с нуля, когда кривая продуктивности задана на множестве индивидов, и с единицы, когда эта кривая задана на множестве имен. Во-вторых, в случае закона Лотки асимметрия распределения является более значительной. Наконец, это расхождение не имело бы принципиального значения (можно было бы говорить о разных аппроксимациях одних и тех же данных), если бы значения $p(y)$, вычисленные на основании закона Лотки, были бы достаточно близки к значениям функции распределения, вычисленным на основании данных Шокли.

Однако в действительности значения этой функции таковы, что для всех $y \geq 1$ число сообщений, опубликованных под одним именем, примерно вдвое превышает вероятные размеры индивидуального вклада. Это свидетельствует о том, что между структурой научного сообщества и структурой массива публикаций имеются существенные различия; можно даже предположить, что формирование множества индивидов и множества имен связано с действием разных системообразующих механизмов, т. е. что система науки имеет дуальную организацию. Для сравнения отметим, что такого же рода различие структур может быть обнаружено и в других областях человеческого поведения. Укажем, например, на распределение Парето для доходов в капиталистических странах (см., например, [4], [24]), которое справедливо лишь для множества индивидов, облагаемых налогом, т. е. для лиц, чьи доходы превосходят определенный порог, установленный законом о налогообложении, тогда как для лиц с малыми доходами справедливо логнормальное распределение доходов. Аналогичным образом время жизни основной массы населения подчиняется кососимметричному распределению (которым, в частности, является логнормальное), тогда как для долгожителей старше 100 лет справедливо распределение Парето [16].

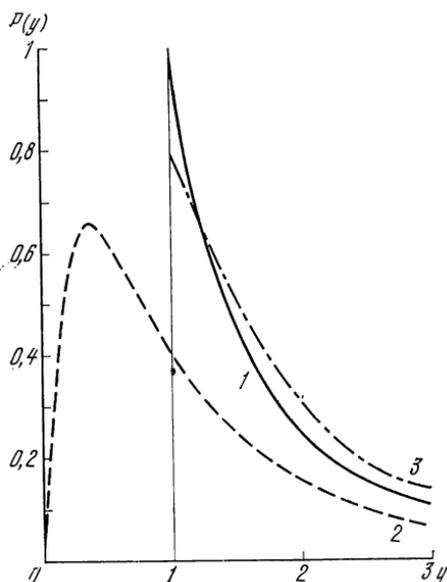


Рис. 1. Распределение научной продуктивности:

- 1 — распределение по именам (распределение Парето — Ципфа с показателем $\gamma=2$)
- 2 — распределение по индивидам (логнормальное распределение с параметрами $\mu=0, \sigma^2=1$)
- 3 — усеченное логнормальное распределение

Гипотеза, которую мы намерены обсудить ниже, состоит в том, что отсутствие изоморфизма между множеством имен и множеством индивидов вызвано наличием некоторых скрытых аспектов научной деятельности, которые обычно остаются вне поля зрения исследователей науки. В частности, можно предположить, что в определенных случаях члены научного общества, будучи активными участниками научного процесса и, таким образом, способствуя формированию соответствующего массива публикаций, вместе с тем не рассматриваются как авторы включенных в этот массив статей или иных сообщений (для удобства изложения мы будем называть таких ученых нуль-продуцентами). Благодаря тому что, по крайней мере, некоторые участники научного процесса остаются анонимными (и, следовательно, не могут быть установлены при анализе библиографий или сетей цитирования), одному и тому же массиву публикаций могут быть сопоставлены два разных распределения продуктивности в зависимости от того, задано ли это распределение на множестве участвующих в научном процессе индивидов, или же на множестве представленных в массиве публикаций имен.

В самом деле, рассмотрим более подробно данные, полученные Шокли и подтвержденные Пельцем и Эндрюсом. Как в том, так и в другом случае примерно половина образующих выборку ученых вообще не опубликовала (во всяком случае, в пределах заданного интервала наблюдения) ни одной работы. «...Среди ученых некоторых категорий, — отмечают, например, Пельц и Эндрюс, — довольно много таких, которые дают очень мало или вовсе не дают научной продукции. Каждые двое из пяти ученых-ассистентов и такой же процент ученых без степени в исследовательских лабораториях в течение последних пяти лет не опубликовали ни одной статьи, а у инженеров (имеются в виду ученые без степени в прикладных лабораториях. — А. И., А. Я.) это составило даже $\frac{4}{5}$. Половина инженеров за последние пять лет не получила ни одного патента. Один из пяти инженеров промышленных научных учреждений и ученых без степени, работающих в исследовательских лабораториях, и двое из пяти ученых-ассистентов, работающих в правительственных и промышленных научных учреждениях, за последние пять лет не написали и не участвовали в составлении ни одного научного отчета» [8, стр. 187].

Тот факт, что около половины продуктивно работающих ученых не представлены в массиве публикаций как авторы сообщений, вообще говоря, вполне объясним. Дело в том, что в науке существуют довольно многочисленные социальные механизмы, налагающие на содержание индивидуального вклада определенные, специфические для данного социального института, ограничения. Эти ограничения носят пороговый характер и, как правило, являются достаточно жесткими: известно, например, что в современных научных

журналах из десяти представленных рукописей публикуются одна-две.

Естественно предположить, что индивиды, не являющиеся носителями имени («нуль-продуценты»), — это те члены научного сообщества, участие которых в научном процессе в силу тех или иных причин отклоняется от институционального стандарта коммуникации. С этой точки зрения нуль-продуценты являются нефиксируемыми в явном виде соавторами носителей имени (скрытыми, анонимными соавторами, соавторами «без имени»). Разумеется, речь здесь идет не о чем-то заведомом присвоении чужих заслуг, а лишь о степени участия в порождении совокупного вклада: предполагается, что участие в научном процессе не фиксируется в массиве имен, если размеры индивидуального вклада меньше определенной величины, и дает право на имя, если размеры вклада превышают эту величину. Иными словами, «нуль-продуценты» обладают ненулевой продуктивностью, однако ее уровень ниже заданного системой научной коммуникации порогового значения. Мерой продуктивности в данном случае могут быть затраты времени, число личных контактов или иные параметры, уровень которых может рассматриваться как признак участия в научном процессе.

В плане предложенной ранее формальной интерпретации, это предположение можно сформулировать таким образом, что функция $p(y)$ имеет физический смысл не только в интервале значений измеряемой переменной $y \geq 1$, где она характеризует распределение вкладов на множестве носителей имени, но и в интервале $0 < y < 1$, где она характеризует распределение вкладов на множестве «нуль-продуцентов». Иными словами, утверждение о том, что «нуль-продуценты» не являются авторами сообщений, строго говоря, неточно: их вклад в массив публикаций может быть равен 0,2 или 0,5 статьи. Такого рода неточности в определении размеров вклада, возникающие за счет дискретности шкалы, имеют место не только в случае «нуль-продуцентов», но и в более общем плане: как отмечают Пельц и Эндрюс, «было бы правильным предположить, что продуктивность тех, кто дал N единиц научной продукции, распределена между N и $N+1$ единицами» [8, стр. 423]. Именно поэтому Пельц и Эндрюс при статистической обработке данных приписали «нуль-продуцентам» вклад в полстатьи, прибавив, соответственно, эту же величину к индивидуальному вкладу остальных ученых.

Введение формальных представлений позволяет перейти от эмпирических кривых к теоретическим распределениям. Рассмотрим возможность аппроксимации данных о размерах индивидуальных вкладов логнормальным распределением. Это распределение (в отличие от гауссова) сравнительно мало известно, поэтому приведем основные соотношения, необходимые для определения его параметров [19]. Моменты распределения определяются выражением: $M y^n = e^{n\mu + \frac{1}{2} n^2 \sigma^2}$, где n — порядок момента. Математиче-

ское ожидание, медиана и мода, соответственно, определяются формулами: $My = e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2}$, $y_{\text{med}} = e^{\mu}$, $y_{\text{mod}} = e^{\mu - \sigma^2}$. Функция распределения вероятности определяется соотношением:

$$F(\xi \leq y) = \int_0^y \frac{1}{\xi \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln \xi - \mu}{\sigma} \right)^2} d\xi = \Phi \left(\frac{\ln y - \mu}{\sigma} \right), \quad (3)$$

где

$$\Phi \left(\frac{\ln y - \mu}{\sigma} \right) = \int_{-\infty}^{\frac{\ln y - \mu}{\sigma}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\eta^2}{2}} d\eta.$$

Из (3) вытекает следующее соотношение, необходимое для сравнения теоретического закона с эмпирическими данными:

$$F(a \leq \xi \leq b) = \Phi \left(\frac{\ln b - \mu}{\sigma} \right) - \Phi \left(\frac{\ln a - \mu}{\sigma} \right) \quad (4)$$

Оценка параметров логнормального распределения представляет собой специальную статистическую проблему, исследование которой не входит в задачу настоящей работы. Однако на основании некоторой количественной информации, приводимой в [8] и [23], можно высказать определенные соображения о возможных значениях этих параметров.

Пусть в результате измерения продуктивности получен набор $\{n_i\}$, где n_i — число индивидов, чей вклад составляет i статей. Общее число индивидов в сообществе $N = \sum_{i=0}^k n_i$, где k — максимальное число статей, опубликованных под одним именем. Исходя из характера эмпирических данных, примем дисперсию $\sigma^2 = 1$. Так как нуль-продукенты составляют половину общего числа индивидов, т. е. $n_0/N = 0,5$, а размеры их вклада, согласно принятому допущению, $0 < y < 1$, то медиана искомого логнормального распределения $y_{\text{med}} = 1$. Отсюда получаем $\mu = 0$. Математическое ожидание, исходя из данных Шокли, составит

$$My = \frac{\sum_{i=0}^k i n_i}{N} = 1,5 \text{ статьи.}$$

Теоретические значения математического ожидания, медианы и моды для этих же параметров $\mu = 0$, $\sigma^2 = 1$ составят, соответственно:

$$My = e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2} = 1,6; \quad y_{\text{med}} = e^{\mu} = 1; \quad y_{\text{mod}} = e^{\mu - \sigma^2} = 0,4,$$

что хорошо совпадает с параметрами эмпирической кривой. Аналогичным образом во всем интервале значений измеряемой перемен-

ной наблюдалось удовлетворительное совпадение значений $\delta_i = n_i / \bar{N}$ (доля индивидов, опубликовавших i статей, от общего числа членов научного сообщества), вычисленных согласно данным Шокли, и значений функции распределения вероятностей $F_i = F(i \leq \xi \leq i+1)$, вычисленных согласно (4) для параметров $\mu = 0, \sigma^2 = 1$.

Полученные выражения характеризуют некоторые важные аспекты деятельности ученых и научных коллективов. Математическое ожидание My есть, по определению, среднее значение измеряемой переменной, поэтому вклад, составляющий 1,5—1,6 статьи, соответствует средним требованиям, предъявляемым к члену научного сообщества. Интересно, что значение y_{med} для медианы совпадает с единицей. Это означает, что ученые с размером вклада в одну статью расположены в середине ряда всех ученых, проранжированных по продуктивности. Иными словами, ученые-«одно-статейники» являются своеобразной точкой симметрии ($y=1, x=\ln y=0$), разделяющей множество индивидов на «нуль-продуцентов» ($y < 1, x = \ln y < 0$) и носителей имени ($y \geq 1, x = \ln y \geq 0$). Получившееся значение для моды $y_{mod} = 0,4$ означает, что наиболее часто среди ученых будут встречаться «нуль-продуценты» со «степенью участия», эквивалентной вкладу в 0,4 статьи.

Таким образом, для вычисления размеров индивидуального вклада может быть использовано логнормальное распределение, в частности, с параметрами $\mu = 0, \sigma^2 = 1$. Но, как отмечено ранее, распределение вкладов по именам подчиняется закону Ципфа с параметром $\gamma = 2$. Для исследования степени влияния «нуль-продуцентов» на формирование массива публикаций следует сопоставить эти распределения. Преобразуем распределение индивидуальных вкладов так, чтобы мы могли рассматривать массив публикаций как вклад только тех ученых, которые являются носителями имени. Для этого при сохранении суммарных размеров вклада $S = My \cdot N$ ограничим множество индивидов множеством носителей имени ($N - n_0$) и на основе предельного перехода $N \rightarrow \infty$ приведем логнормальное распределение (1) к усеченному виду

$$p(y/1 \leq \xi \leq \infty) = \begin{cases} \frac{1}{1 - F(\xi \leq 1)} \cdot p(y) = C \cdot p(y), & y \geq 1, \\ 0, & 0 \leq y < 1, \end{cases} \quad (5)$$

где $F(\xi \leq 1) = \int_0^1 p(\xi) d\xi$ — функция распределения,

$C = 1/1 - F$ — константа.

Если предположить, что физический смысл такого преобразования исчерпывается равномерным перераспределением вклада «нуль-продуцентов» в пользу носителей имени, то полученная усеченная кривая должна совпадать с распределением публикаций по именам. Действительно, если вычислить значения функции распределения вероятности согласно соотношениям (2) и (5), то

в пределах изменения наблюдаемого параметра они оказываются близкими (см. рис. 1). Это позволяет нам оценивать гипотезу о «нуль-продуцентах» как достаточно правдоподобную.

СТРУКТУРА НАУЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ: НЕКОТОРЫЕ ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ

Для оценки выделенного феномена существенную роль играет также то обстоятельство, что данные, на которые мы опираемся, получены примерно в одном и том же интервале наблюдения (4 года у Шокли и 5 лет у Пельца и Эндрюса, что позволяет сопоставлять эти данные) и на материале двух независимых исследований, проведенных с десятилетним перерывом на выборах, отражающих разные социальные объединения, что говорит об устойчивом характере феномена. Предположение о том, что появление «нуль-продуцентов» связано с истощением людских ресурсов науки, т. е. что это случайные или малоспособные люди, по меньшей мере наивно: анонимным остается, по крайней мере, каждый второй участник научного процесса. Точно так же было бы неоправданным рассматривать «нуль-продуцентов» как несоциализированную часть научного сообщества: у Шокли и у Пельца и Эндрюса речь с самого начала идет об ученых, т. е. о людях, чей профессиональный статус, во всяком случае, не вызывает сомнений. Наконец, нет оснований считать, что наблюдаемое распределение вкладов обусловлено, например, несовпадением границ формальной организации и неформального сообщества.

В этой связи представляется уместным сопоставить предшествующий анализ с данными эксперимента, выполненного в США в рамках одной из программ исследования процессов научной коммуникации (см. [14]; авторы признательны Э. М. Мирскому, который обратил их внимание на эту работу). Объектом изучения в данном случае была группа обмена информацией по окислительной фосфорилации и направленному переносу электронов, созданная при Национальном институте здравоохранения. Членом группы мог быть любой ученый, работы которого включены в массив публикаций данной области исследования; каждый член группы получал приведенный к последней дате список коллег с указанием их почтового адреса, а также копии текстов, подготовленных для распространения внутри группы. Таким образом, каждый член группы был осведомлен о том, кто именно участвует в общении, и мог поддерживать с ними желаемый уровень обмена текстами (что и предполагается при исследовании науки как системы коммуникации).

В период проведения эксперимента (1961—1965 гг.) наблюдался экспоненциальный рост числа членов группы с периодом удвоения около 13 месяцев, а также экспоненциальный рост массива рассылаемых научных материалов с периодом удвоения около 7 месяцев. Таким образом, несмотря на превышение средних даже

для наиболее активных областей исследования значений, отношение между темпами роста массива транслируемых сообщений и темпами роста числа участвующих в коммуникации ученых оставалось тем же, что и на уровне области исследования [20] или научной дисциплины [12]. Поскольку, наконец, порождение текста в данном случае есть очевидная функция от включения автора текста в исследуемую группу, последняя может рассматриваться как своего рода аналоговая модель системы научной коммуникации; таким образом, данные, полученные при изучении групп обмена информацией, могут быть обобщены на естественно сложившиеся «большие» системы коммуникации (область исследования, дисциплину или науку в целом).

Ограничение массива представленных членами группы текстов и установление полного списка имен их авторов (включая соавторов из числа лиц, не являющихся членами группы) позволило получить следующие данные. В качестве меры оценки размеров индивидуального вклада в данном случае рассматривалась «степень авторства», т. е. частота появления имени в массиве публикаций; эта величина была подсчитана отдельно как для членов группы («полная продуктивность», когда учитываются только вклады объемом в целое число текстов), так и для всей выборки авторов (т. е. с учетом «частичной продуктивности», когда учитываются любые вклады, в том числе и дробные, а также менее одного текста).

Как и следовало ожидать, распределение текстов по именам членов группы в целом совпало с законом Лотки: число членов группы, представивших n текстов, оказалось пропорциональным $1/n^2$. Напротив, распределение текстов по именам их авторов совпало с данными Шокли и Пельца и Эндрюса: логарифм вычисленной таким образом продуктивности имел нормальное распределение, причем более 40 % зарегистрированных имен принадлежало «частичным авторам», вклад которых в научный процесс исчисляется долями статьи. В заданном интервале значений наблюдаемой переменной кривая распределения вкладов объемом менее одного текста сохраняла преемственность с распределением вкладов объемом более одного текста; при этом «в верхней части распределений частичной и полной продуктивности одни и те же люди оказываются примерно в одном и том же ранге» [14, стр. 344]. Наконец, число текстов, имеющих одного автора (который, очевидно, всегда является членом группы), примерно вдвое превысило ожидаемое, что также совпадает с полученными ранее данными. Параметры эмпирических кривых обнаружили некоторую лабильность в зависимости от предметной специфики и уровня финансирования исследований, а также от действующих в той или иной области исследования традиций, и их сопоставление с вычисленными нами значениями оказалось невозможным.

Для нас в данном случае важно и то, что список имен, представленных в массиве публикаций, существенно отличался от списка членов группы. Из 517 ученых, являющихся членами группы,

286 вообще не представили ни одной работы (хотя и проявили, как это показывает их принадлежность к группе, определенную заинтересованность в получении работ других членов группы). Из 555 зарегистрированных в массиве публикаций имен 234 принадлежат лицам, не являющимся членами группы и выступающим в качестве авторов менее чем одной статьи. Разделение группы на «авторов» и «неавторов» (равно как и разделение авторов на членов группы и аутсайдеров) имело устойчивый характер: так, например, «неавторы» неизменно составляли около 45% общего объема группы, несмотря на быстрый рост числа ее членов и вопреки тому, что группа, несомненно, состояла из продуктивных ученых.

Объяснение этого феномена было усмотрено в том, что наряду с устойчивым и чрезвычайно активным ядром, исследованное сообщество авторов включает большую и изменчивую массу людей, участие которых в процессе коммуникации носит спорадический характер и ограничивается одним или двумя «частичными авторствами». В то же время список «неавторов» не совпадает, как можно было бы ожидать, со списком «частичных авторов»: по-видимому, это связано с тем, что в заданном интервале наблюдения группа находилась в процессе экстенсивного расширения и, таким образом, не включала всех потенциальных участников коммуникации.

Таким образом, разделение научного сообщества на «носителей имени» и «нуль-продуцентов», отношение между объемами этих двух категорий, а также специфические для каждой из них распределения продуктивности сохраняются независимо от места и времени наблюдения, в разных профессиональных группах и независимо от способа образования группы, а также от репутации образующих группу ученых. Это позволяет предположить, что преобладающее в современных исследованиях науки представление о том, что отношения между именами в массиве публикаций непосредственно выражают (манифестируют) связи общения между индивидами в научном сообществе (т. е. каждому имени в массиве публикаций может быть сопоставлен один и только один участник научного процесса, и, следовательно, научное сообщество совпадает с популяцией носителей имени) является верным только как исходная идеализация.

Более внимательное изучение эмпирического материала позволяет с известной уверенностью утверждать, что множество индивидов, образующих научное сообщество, и множество имен, зафиксированное в массиве публикаций, вообще говоря, суть разные системы с разной структурой (что выражается, в частности, в несовпадении распределений продуктивности, наблюдаемых на уровне каждой из структур; при этом наборы имен могут включать псевдонимы, а связи между именами — вообще не отражать никаких действительных отношений общения между их носителями). В свою очередь, это позволяет выделить в системе научной коммуникации, по крайней мере, три гетерономных уровня анализа, или аналитических (абстрактных) структуры (в смысле М. Леви, см.,

например, [15]), каждой из которых может быть сопоставлено определенное вероятностное распределение продуктивности и определенный набор системообразующих регулятивов. В данной работе мы ограничимся предварительным описанием действующих на каждом из уровней императивов коммуникации, не претендуя при этом ни на корректность введения соответствующих представлений, ни на сколько-нибудь систематическое рассмотрение возникающего в этой связи круга проблем.

В современных исследованиях науки первичное ограничение предмета осуществляется путем анализа связей в массиве публикаций: принято считать, что все сколько-нибудь заслуживающие внимания акты общения между учеными получают выражение в форме публикации сообщения или ссылки на него, и потому отсутствие публикации или ссылки имплицитно исключает текст из выделенного массива публикаций. Тем самым на участие в научном процессе налагаются ограничения, в первом приближении совпадающие с выделенными в [10], [13] или в [22] институциональными императивами науки: императивы публикации и ссылки, специфический этос коммуникации и пр.

Этому уровню анализа может быть сопоставлена определенная универсальная функция относительно массива текстов науки, а также принудительный и безличный код («парадигма», «исследовательская программа» и др.), на основе которого осуществляется порождение и трансляция сообщений (см., например, [21]). Участники процесса коммуникации в данном случае рассматриваются как носители определенного имени, т. е. как авторы включенных в массив публикаций статей или других сообщений.

Имеющиеся в работах по научным коммуникациям эмпирические данные позволяют выделить, по крайней мере, три типа таких групп текстов («направление», «область исследования» и «научная дисциплина»), каждому из которых может быть сопоставлен определенный объем и предельный возраст массива публикаций, а также определенный набор имен, выступающих как личный идентификатор участника коммуникации [11].

Сообщения этого уровня распределены по именам их авторов таким образом, что, с одной стороны, нет ни одного опубликованного сообщения, которое было бы анонимным, а с другой — имена коммуникантов образуют конечную по числу позиций матрицу (представленную, например, в сети цитирования), в силу чего коды коммуникации приобретают устойчивый характер. Если массив публикаций рассматривать как растущий во времени текст, то набор релевантных такому тексту имен будет выступать как его структура, т. е. как инвариант, на основе которого отдельное сообщение может быть идентифицировано как член определенного синтагматического ряда. При этом повторное появление имен в массиве публикаций регламентировано тем же, что и повторное появление слов в текстах лингвистики, — распределением Ципфа — Парето [9].

Предшествующий анализ показывает, однако (или, во всяком случае, позволяет предположить), что в системе научной коммуникации может быть выделен уровень, на котором действуют отличные от институциональных императивы коммуникации. Этому уровню анализа может быть сопоставлена определенная локальная функция (набор функций) относительно первичной группы коммуникантов, а также латентные и сравнительно толерантные коды (естественный язык и др.), действующие в любой произвольной, а не только институционально оформленной (например, в смысле локализации во времени и пространстве) коммуникативной ситуации.

Сообщения этого уровня существуют главным образом в форме устной речи, рукописей, частных писем или иных неопубликованных текстов и обладают разной значимостью в зависимости от формального статуса автора, т. е. от того, является ли автор сообщения лидером группы, или ее рядовым членом, или, наконец, вообще членом группы. Авторы таких сообщений образуют объединения, также обнаруживающие ряд серьезных отличий от традиционных объектов социологии науки: объединения данного типа имеют «диффузный» характер (в том смысле, что их состав и структура изменчивы), не локализованы территориально и не обнаруживают никаких явно установленных формальных обязательств по отношению к институту науки, а их участие в институциональной коммуникации носит экстраординарный характер (ср., например, оформление ссылок на неопубликованные работы) и ограничивается главным образом устными выступлениями членов группы в компетентной аудитории. Сколь-нибудь устойчивая традиция именования участников коммуникации здесь отсутствует, поэтому наряду с учеными, представленными в массиве публикаций одной и более статьями, объединения данного уровня включают значительное число анонимных коммуникантов, вклад которых исчисляется долями статьи. Эти ученые не получают имен и не рассматриваются как авторы сообщений, а их вклад в научный процесс отчуждается в пользу носителей имени.

Наконец, при достаточно больших значениях продуктивности между распределением вкладов относительно множества носителей имени (усеченное логнормальное распределение) и распределением публикаций по именам (распределение Ципфа—Парето) наблюдается расхождение. Если «хвост» логнормального распределения имеет вид

$$p(y) = e^{A - \ln y - B(\ln y)^2} \xrightarrow{y \rightarrow \infty} e^{-B(\ln y)^2},$$

где A и B — константы, то «хвост» распределения Парето определяется иначе:

$$p(y) = e^{C - \gamma \ln y} \xrightarrow{y \rightarrow \infty} e^{-\gamma \ln y},$$

где C — константа. Иными словами, порядок сходимости распределения Парето не $e^{-(\ln y)^2}$, как у логнормального закона, а $e^{-\ln y}$. Распределение сходится существенно медленнее, что

приводит к бесконечным моментам порядка $n < \gamma - 1$, в то время как у логнормального распределения все моменты конечные. Это может быть интерпретировано таким образом, что в процессе коммуникации имеет место не только отчуждение вклада «нуль-продуцентов» в пользу носителей имени, но и его перераспределение в пользу «научной элиты», публикующей большое число статей или многократно цитированной. Не исключено, что именно так возникает феномен концентрации и рассеяния публикаций (см. [12], а также [18] и [20], где этот феномен исследован более детально), когда, например, значительная часть ссылок относится к довольно узкой группе так называемых «классических» работ (см., например, в [3] о зависимости частоты ссылок на опубликованную работу от формального статуса ее автора). Имена наиболее продуктивных («именитых») ученых выступают при этом как своего рода коллективные псевдонимы, подобно тому, как в культурах архаического типа имя героя-покровителя профессии выполняет функцию коллективного псевдонима соответствующей профессиональной группы [2], [10].

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Подводя итоги, отметим прежде всего, что выполненное нами исследование имеет сугубо предварительный характер: в частности, нами не был исследован вопрос о том, совпадает ли структура массива публикаций со структурой массива ссылок. Необходимо также иметь в виду, что гипотеза о «нуль-продуцентах» опирается на эмпирические данные, полученные при изучении современных научно-исследовательских организаций (или специально организованных экспериментальных групп), тогда как данные, которые позволили бы сделать аналогичное утверждение о неформальных сообществах «малой науки», нам неизвестны. В то же время получение таких данных сопряжено с решением ряда методологических проблем, в частности, вопроса о том, можем ли мы абстрагироваться от существующей в современной «большой науке» развитой системы социального контроля.

Несомненно, однако, что наблюдаемое распределение вкладов существенно искажено в сравнении с действительной продуктивностью ученых в процессе коммуникации. По-видимому, число опубликованных статей (или число полученных ссылок) является адекватной мерой продуктивности лишь для узкой и непрерывно обновляющейся группы исследователей, вклад которых в заданном интервале наблюдения ограничен средними значениями переменной (порядка 10 текстов). При более низкой продуктивности (вклад порядка одного текста и менее) полученная таким образом оценка будет занижена или вообще не будет отражать участия в процессах коммуникации, а при более высокой (вклад больше 10 текстов) эта оценка будет завышена, причем тем сильнее, чем выше ранг объекта оценки. При этом в силу перераспределения

вкладов между участниками научного процесса размеры индивидуального вклада оказываются параметром некоторого группового действия, и полученная таким образом оценка приобретает относительный характер, выражая не столько абсолютные размеры вклада, сколько статус его автора в соответствующей группе исследователей.

В более общем плане проведенное исследование показывает, что система научной коммуникации представляет собой совокупность различающихся по своей метрике аналитических структур (отсюда, по-видимому, ряд парадоксов науки о науке, например, отмеченное во многих работах отсутствие функциональной связи между оплатой труда ученых и их продуктивностью: первая оценивается по объему затрат на порождение вклада, т. е. на уровне внутригрупповой коммуникации, тогда как вторая — по выходу «готового» знания, т. е. на институциональном уровне или даже на уровне «элиты»).

На наш взгляд, на этой основе может быть развит нетривиальный подход к выделению структурных уровней научной коммуникации. Известные в настоящее время принципы выделения таких уровней по существу являются калькой действующей в науке системы формального подчинения (научная группа, лаборатория, институт, отрасль), сложившихся систем классификации информационных документов (статья, обзор, реферативный сборник, библиография) и т. п. Однако выделенные таким образом объединения либо включают друг друга (различаясь по объему и возрасту), либо наследуют друг другу во времени и образуют скорее упорядоченный во времени и пространстве морфологический ряд, чем аксиологически ориентированную иерархию структур.

Предложенная в данной работе схема анализа позволяет отвлечься от номенклатуры наблюдаемых коммуникативных феноменов и сопоставить разным уровням коммуникации разные вероятностные распределения продуктивности и разные типы связи между именами и их носителями. Выделенные таким образом категории коммуникантов («элита», «носители имени» и «нуль-продукенты») могут быть ранжированы по толерантности ограничений, налагаемых на участие в коммуникации соответствующего уровня; таким образом, каждому уровню системы могут быть сопоставлены определенные стандарты коммуникации, а система в целом может рассматриваться как иерархия таких стандартов.

Понятно, что удовлетворительное обоснование данной точки зрения невозможно без проведения дополнительных (в том числе эмпирических) исследований. Значительный интерес представило бы при этом исследование вопроса о том, в силу каких процессов система коммуникации сохраняет гетерономность (в том смысле, что несовпадение стандартов разного уровня сохраняется в разных условиях наблюдения). В этой связи можно предположить, что наряду с интегрирующими в системе научной коммуникации существуют и определенные дифференцирующие механизмы, в силу

которых распределение продуктивности приобретает асимметричный характер. По-видимому, можно ожидать, что в зоне контакта между уровнями имеют (или, по крайней мере, могут иметь) место амбивалентные стандарты поведения и психологические установки, которые, в частности, отражены в структуре языковых моделирующих систем науки и могут быть реконструированы при анализе наблюдаемых в ней процессов коммуникации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Варшавский В. И.* Коллективное поведение автоматов. М., 1973.
2. *Вольская Н. С.* Семиотика древнегреческого мифа.— «Вопросы философии», 1972, № 4.
3. *Коул Дж. Р.* Схема интеллектуального влияния в научных исследованиях.— В кн.: Коммуникация в современной науке. М., 1975.
4. *Крамер Г.* Математические методы статистики. М., 1948.
5. *Лазарсфельд П. Ф.* Измерение в социологии.— В кн.: Американская социология. Перспективы, проблемы, методы. М., 1972.
6. *Мирский Э. М.* Системный подход в изучении науки (методологические замечания).— В кн.: Системные исследования. Ежегодник—1973. М., 1973.
7. *Нейман Дж. фон, Моргенштерн О.* Теория игр и экономическое поведение. М., 1970.
8. *Пельц Д., Эндрюс Ф.* Ученые в организациях. М., 1973.
9. *Петров М. К.* Некоторые константы текстуальности и членораздельности в процессах накопления знания.— В кн.: Всесоюзное совещание по количественным методам в социологии (количественные методы изучения развития науки). М., 1967.
10. *Петров М. К.* Язык и категориальные структуры.— В кн.: Науковедение и история культуры. Ростов-на-Дону, 1973.
11. *Петрова Т. М.* Математические модели области научного исследования.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник—1974. М., 1974.
12. *Прайс Д.* Малая наука, большая наука.— В кн.: Наука о науке. М., 1966.
13. *Прайс Д. С.* Квоты цитирования в точных и неточных науках, технике и не-науке.— «Вопросы философии», 1971, № 3.
14. *Прайс Д. Дж. де С., Бивер Д. де Б.* Сотрудничество в «невидимом колледже».— В кн.: Коммуникация в современной науке. М., 1975.
15. *Юдин Б. Г.* Системные представления в функциональном подходе.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник—1973. М., 1973.
16. *Юл Г., Кендалл М.* Теория статистики. М., 1960.
17. *Яблонский А. И.* Об экстремальных свойствах процесса случайного поиска.— «Известия высших учебных заведений», серия «Радиофизика», т. XIV, № 7, 1971.
18. *Яблонский А. И.* Научная деятельность как стохастический процесс.— В настоящем издании.
19. *Aitchison J., Brown J. A. C.* The lognormal distribution. Cambridge, 1957.
20. *Crane D.* Invisible colleges. Diffusion of knowledge in scientific communities. Chicago, 1972.
21. *Kuhn T. S.* The structure of scientific revolutions. Chicago, 1970.
22. *Merton R. K.* The institutional imperatives of science.— In: Sociology of science. Harmondsworth, 1972.
23. *Shockley W.* On the statistics of individual variations of productivity in research laboratories.— «Proceedings of IRE», 1957, vol. 45.
24. *Steindl J.* Random processes and the growth of firms. N. Y., 1965.
25. *Vlacný J.* Variable factors in scientific communities (observations on Lotka's law).— «Theorie a metoda». Praha, IV/I, 1972.

СИСТЕМНЫЕ ИДЕИ В ПСИХОЛОГИИ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В. П. ЗИНЧЕНКО, В. М. ГОРДОН

Изучение развития и формирования различных видов психической деятельности в течение ряда десятилетий занимает центральное место в советской психологической науке. Идея анализа деятельности как основного метода научной психологии содержится в ранних работах Л. С. Выготского. На основании целого ряда исследований отдельных психических действий, выполнявшихся в Харьковской школе психологов в 30-е годы, А. Н. Леонтьев и его сотрудники заложили основы психологической теории деятельности. Кратко принципы анализа деятельности, развитые А. Н. Леонтьевым, состоят в следующем.

Исходной и основной формой человеческой деятельности является деятельность внешняя, чувственно-практическая. Внутренний план деятельности, внутренние психические операции и действия формируются в процессе интериоризации. Интериоризацией называется переход, в результате которого внешние по своей форме процессы, с внешними же вещественными предметами, преобразуются в процессы, протекающие в умственном плане, в плане сознания. При этом они подвергаются специфической трансформации — обобщаются, вербализуются, сокращаются и, главное, становятся способными к дальнейшему развитию, которое переходит границы возможностей внешней деятельности.

В деятельности выделяются следующие компоненты. Мотив — предмет, который побуждает деятельность и на который направлена цель — представление о результате действия; объективно-предметные условия осуществления деятельности, среди которых важнейшими являются средства достижения цели. Цель, данная в определенных условиях, составляет задачу деятельности. Перечисленные компоненты составляют предметное содержание деятельности, которое может быть различным в зависимости от осо-

бенностей каждого из них и взаимоотношений между ними. Отношения между компонентами деятельности являются подвижными, изменчивыми. То, что является целью деятельности, может при других условиях стать ее способом, и, наоборот, способы деятельности могут становиться действиями. Подвижность этих отношений выражается также в том, что одна и та же цель может достигаться разными способами, как одними и теми же способами могут быть достигнуты разные цели. Аналогичным образом можно представить взаимоотношения целей и мотивов деятельности. Они могут совпадать друг с другом, когда цель является одновременно и мотивом, побуждающим субъекта к деятельности; они могут быть и разведены, тогда отношения между ними могут быть более или менее содержательными.

В общем потоке деятельности А. Н. Леонтьев выделил три типа специфических единиц, которые теснейшим образом связаны с перечисленными компонентами, могут являться элементами структуры целостного акта деятельности и характеризуют ее строение. Отдельная (особенная) деятельность может быть выделена по критерию побуждающих ее мотивов; действия—процессы, подчиняющиеся сознательным целям; операции — непосредственно зависят от условий достижения конкретных целей (см. [26, стр. 106]). Указанные типы единиц соответствуют различным уровням строения деятельности, и каждая представляет собой систему взаимосвязанных единиц предыдущего уровня. В целостном же акте деятельности поуровневая и межуровневая организации реализуются в объединении функционально определенных процессов (элементов), подчиненных одному и тому же мотиву. Вместе с тем эти единицы обладают относительной автономией: и действие, и операция (т. е. способ выполнения действия) могут входить в состав разных деятельностей.

Подчеркивая относительную самостоятельность действия по отношению к деятельности, А. Н. Леонтьев отмечает, что действие, входя в состав разных деятельностей, сохраняет при этом свою основную цель: оно меняется лишь по своей мотивации и, соответственно, по своему смыслу для субъекта, а значит, и по своей напряженности и эмоциональной окраске. Операции определяются не целью, а теми условиями, в которых дана цель. Они представляют собой как бы чисто «технический» состав действий, который всегда может быть формализован, экстериоризован и, следовательно, передан машине (см. [26, стр. 6—7]). Главные отношения, которые связывают между собой выделенные единицы деятельности,— это отношения генетические, отношения переходов одних единиц в другие в ходе развития деятельности. Естественно, что это последнее положение определяет и главный метод исследования психики — каузально-генетический метод, которому советская психологическая наука обязана своими наиболее значительными успехами. Вместе с тем разные соотношения между операциями, действиями и деятельностью определяют соответствующие соот-

ношения между компонентами предметного содержания деятельности и характеризуют в каждом конкретном случае определенную структуру деятельности или ее строение (см. также [20, стр. 132—133]).

Проблема анализа строения различных видов познавательной деятельности (перцептивной, мнемической, умственной) заняла ведущее положение в советской психологической науке. В соответствии с принципами анализа деятельности начали исследоваться память, восприятие, внимание, мышление, речь и др. И хотя на первых порах исследования внешне были направлены на выявление особенностей того или иного психического процесса (как относительно самостоятельного), но по существу экспериментальные данные и их интерпретация давали основания для построения гипотез о составляющих познавательной деятельности в целом. Это в свою очередь обогащало общие принципы анализа деятельности.

Выделение предметной осмысленной деятельности и конституирующих ее действий и операций, осуществляющихся либо во внешнем плане, либо во внутреннем, идеальном плане, в качестве центрального объекта психологических исследований представляло собой важный шаг в развитии не только общей психологии, но и ряда ее прикладных областей.

Вместе с тем нужно признать, что в последние годы все более и более обнаруживается недостаточность разработанных принципов анализа деятельности и генетических методов ее изучения для решения большого числа научных и практических задач, стоящих перед современной психологией. Основная трудность решения заключается в формулировке четких представлений о психологической сущности и структуре переработки информации работающим человеком. Прежде всего это относится к проектированию деятельности оператора. Центральным пунктом такого проектирования является создание внешних и внутренних средств (психологических инструментов) деятельности. Между этими средствами должно быть установлено также количественно выраженное функциональное соответствие. Иными словами, грамотное проектирование внешних средств трудовой деятельности и внутренних способов ее реализации требует не только знаний о внутреннем строении высших психических функций, но и большого числа данных, относящихся к точности, устойчивости, оперативности и скорости их протекания. В равной степени это относится и к исполнительской деятельности. Однако в итоге многочисленных исследований познавательной деятельности, выполненных в рамках генетического подхода, был намечен лишь предварительный и существенно неполный состав операций и действий и намечены достаточно общие закономерности их формирования и развития.

В качестве примера можно указать на исследования процессов восприятия. В генетических исследованиях были выделены следующие перцептивные действия и операции: обнаружение, выделение информативных признаков, адекватных задачам деятельности.

ознакомление с выделенными признаками. С небольшими модификациями и дополнениями подобные действия были выделены и в области памяти.

В целом такая характеристика процессов восприятия, равно как и памяти, едва ли может вызвать возражения. Но она существенно неполна. Многие операции оказались пропущенными. Особенно это относится к операциям, имеющим малую длительность. Соответственно, оказалось, что генетические исследования позволили выявить в известной мере приближенно лишь макроструктуру отдельных познавательных процессов. При этом макроструктура процессов восприятия и памяти описывалась в слишком общих терминах и лишь приближенно корреспондировала с теми или иными видами реальной деятельности оператора. Поэтому понадобилось проведение большого цикла исследований так называемого информационного поиска, чтобы расчлнить, например, операцию выделения информативных признаков на ее составляющие и изучить ее различные модификации, определяемые, например, тестовым материалом и т. п. Можно привести немало других примеров, когда отдельные познавательные действия и операции, лишь едва намеченные в контексте генетических исследований, отчетливо обнаружились при инженерно-психологическом анализе деятельности операторов систем управления. Более того, они оказались центральными и самодовлеющими и как таковые были подвергнуты тщательному экспериментальному исследованию. К числу таких действий относится выделение полезного сигнала на фоне помех, информационный поиск, различные формы перекодирования поступающей информации.

Таким образом, возникшие в связи с научно-технической революцией задачи проектирования новых видов трудовой и учебной деятельности, необходимость количественной оценки и прогноза их эффективности еще больше повышают значимость теоретико-экспериментальных исследований генеза, формирования и особенно строения психической деятельности. Совершенно естественно, что в ходе научных исследований деятельности и практического использования их результатов возникают серьезные методологические проблемы, обсуждение которых помогает определять направление и методы дальнейшего изучения. Задача настоящего изложения состоит в том, чтобы наметить некоторые новые проблемы психологического анализа деятельности и выявить трудности, имеющиеся на пути такого анализа.

Позитивной части статьи мы предположим анализ широко распространенных в современной психологической науке форм редукционизма. Цель такого анализа состоит не столько в критике каждой из этих конкретных форм, сколько в выявлении тех реальных трудностей, с которыми сталкивается психологическое исследование, когда в качестве его предмета выступают сформировавшиеся высшие функции. Именно трудности анализа деятельности и рождают различные формы редукционизма.

Нейрофизиологический редуccionизм. Как психология, так и физиология мозга представляют собой достаточно развитые и самостоятельные области научного знания. Каждая из этих наук имеет свой предмет исследования, разрабатывает собственные теории, методы и технику эксперимента. В истории обеих наук наблюдались различные типы взаимоотношений, которые несколько упрощенно можно обозначить как отношения притягивания, параллелизма и отталкивания. Опыт истории учит, что контакт между психологией и физиологией приносит им больше пользы, чем вреда, хотя, по-видимому, неправильно было бы не замечать последнего. В связи с этим важно отдать себе отчет в том, какие отношения между этими науками следует развивать, а какие — преодолевать.

Крайне распространенным является печальный, но тем не менее поучительный опыт ряда психологических направлений, которые, обращаясь к физиологии, утрачивали предмет своего исследования — реальную психическую деятельность — и пытались обрести твердую почву или собственную «физику» в физиологии мозга. В этом нет большой беды, если дело ограничивается лишь подменой одной реальной области исследования другой, не менее реальной, скажем, когда психолог меняет объект исследования, например после изучения процесса запоминания у человека начинает изучать память на нейронном уровне. В этом случае нужно помнить лишь, что мы пока не знаем, каковы реальные взаимоотношения этих сфер исследования. Много хуже, когда происходит вербальное отождествление двух различных реальностей или даже подмена психологической реальности вымышленной квазифизиологической реальностью. Таких примеров множество. Это установление изоморфизма между представляемыми конфигурациями и электрокортикальными полями, установление тождества между действием и рефлексом, образом и акцептором действия (или сенсорным синтезом), речью и второй сигнальной системой. В таких случаях исходят из невысказываемой предпосылки о том, что психологическая реальность подчинена физиологической, хотя она может служить предметом объективного изучения, но все же подчиняется законам физиологии. Едва ли это положение может служить надежной платформой сотрудничества психологии и физиологии. В упоминавшейся выше работе А. Н. Леонтьев писал: «Сейчас мы уже не можем подходить к мозговым (психофизиологическим) механизмам иначе как к продукту развития самой предметной деятельности» [27, стр. 107]. Такое понимание помогает верно ориентировать поиски формирующихся физиологических функциональных систем, или «подвижных физиологических органов». Вместе с тем обращение к поискам физиологических механизмов не может быть оправданным на любом уровне психологического анализа предметной деятельности. А. Н. Леонтьев, разумеется, прав, говоря в этой же работе, что «выделение в деятельности действий

и операций не исчерпывает ее анализа. За деятельностью и регулируемыми ее психическими образами открывается грандиозная физиологическая работа мозга» (там же). Эта, как нам представляется, в принципе бесспорная, но несколько преждевременная апелляция к физиологии нередко с энтузиазмом принимается психологически мыслящими физиологами или физиологически мыслящими психологами. Они в большинстве случаев из глубины собственного духа извлекают некие конкретные физиологические механизмы высших психических функций, а, проще говоря, заменяют содержательные в своем контексте психологические понятия и термины псевдофизиологической фразеологией. Логика этих подмен и замещений, как правило, довольно проста. Алгоритмам внешней предметной деятельности ставятся в соответствие алгоритмы и программы работы мозга. Психологическое строение развитых форм внутренней деятельности остается за пределами исследования. Источником и прообразом подобных замещений по-прежнему является идея, выдвинутая В. Келером, об изоморфизме внешнего (оптического), внутреннего (феноменального) и мозгового полей. В новых вариантах изоморфизма для простоты дела среднее звено опускается. Такому же «упрощению» служит игнорирование содержательной, предметной стороны деятельности. После серии подобных упрощений остается в качестве объекта психофизиологического исследования поле сигналов и поле реакций. В итоге получают произвольные конструкции работы мозга. Подобный способ исследования совершенно справедливо обозначен А. Н. Леонтьевым как физиологический редукционизм.

Высказанные соображения по поводу такого способа решения психофизической проблемы вовсе не означают, что психическое должно быть обособлено от работы мозга. Более подробно эта проблема будет рассмотрена в дальнейшем. Здесь мы лишь воспроизведем стратегию ее решения, сформулированную в теории деятельности. Средством реализации той или иной деятельности являются определенные «динамические системы» или «функциональные органы нервной системы», звенья которых представляют собой различным образом взаимосвязанные реакции. Еще Л. С. Выготский [40] рассматривал проблему локализации психических функций как проблему отношения структурных и функциональных единиц в деятельности и подчеркивал значение изменчивости функциональных связей, а также возможности образования сложных динамических систем, которые интегрируют целый ряд элементарных функций и определяют конкретную форму деятельности. Впоследствии А. Н. Леонтьев [25], анализируя многочисленные исследования процесса формирования отдельных познавательных действий, отмечал, что они складываются прижизненно и что их первоначально развернутые эффекторные звенья редуцируются и в сформированном виде представляют собой единый интрацентральный мозговой процесс. С тех пор как были написаны эти слова, появились значительно более тонкие и

чувствительные методы регистрации эффекторных компонентов познавательных процессов (в частности восприятия и мышления) и их электрофизиологических коррелятов. Благодаря этому многие «внутренние» действия, казавшиеся свернутыми и лишенными эффекторных компонентов, при использовании более чувствительных методов вновь стали «внешними» и доступными для инструментального психологического исследования. Не менее важно и то, что в психофизиологии и нейропсихологии появились методы, дающие возможность выделить отдельные функциональные системы, реализующие те или иные виды познавательной деятельности, в том числе и сложившиеся. Благодаря этим методам оказывается возможной достаточно четкая и объективная дифференциация таких познавательных действий, как обнаружение сигнала, формирование образа, идентификация, опознание в двух его формах: сукцессивное (многоактное) и симультанное (одноактное), информационная подготовка решения [19]. Эти различия установлены на основе пока небольшого числа объективных показателей: ЭОГ — как показатель функциональной системы, обеспечивающей внешнее сканирование окружения; ЭЭГ — как показатель функциональной системы, обеспечивающей преобразование ранее сформированных оперативных единиц восприятия и образно-концептуальных моделей окружения; ЭМГ нижней губы — как показатель вербального перекодирования, осознанного планирования предстоящих действий и оперирования вторичными или вербальными моделями. Сейчас разработана методика идентификации тех или иных познавательных действий и поведения регистрируемых функциональных систем. Информативными признаками при выполнении указанной идентификации служат: длительность и степень активизации той или иной функциональной системы, способ и характер связей между ними. Полученные предварительные данные дают обнадеживающие результаты. Несомненно, что увеличение номенклатуры регистрируемых показателей, усовершенствование техники регистрации и математической обработки получаемых результатов не только повысит надежность идентификации, но и даст возможность анализировать состав функциональных систем, реализующих такие формы познавательной деятельности, относительно строения которых пока нет добротных психологических гипотез. Вместе с тем из этих исследований становится все более очевидным, что поиски реальных физиологических механизмов психических функций наиболее продуктивны в тех случаях, когда последние рассматриваются как формы экстрацеребральной по своей природе предметной деятельности. Более того, в приведенном исследовании явственно выступило и то, что внутренние формы психической деятельности, реализующиеся на базе интрацеребральных физиологических механизмов, существуют лишь как промежуточные отрезки и моменты экстрацеребральной деятельности. Резюмируя, нужно сказать, что результаты психологического

изучения как внешних, так и внутренних форм перцептивной, мнемической и умственной деятельности, будучи достаточно определенными в контексте психологии, для физиологии живого мозга должны выступать в качестве отправной точки исследования, своего рода рабочей гипотезы.

Информационно-кибернетический редуccionизм. В рамках кибернетики при решении задач моделирования познавательных процессов, в частности задач эвристического программирования, возникли теоретико-информационный и операционально-кибернетический подходы к описанию поведения, в том числе и человеческой деятельности. В немалой степени этому способствовали лаконизм, элегантность и кажущаяся универсальность принципов кибернетики и теории информации. В основе обоих подходов был заложен вполне банальный со времен Ламетри ход мысли: нужно сравнить возможности человека и машины. Изменились лишь сравниваемые свойства. Однако в качестве эталонов для сравнения по-прежнему в основном брались свойства машины, а не человека. В самом деле, и до настоящего времени ЭВМ характеризуется двумя основными свойствами: емкостью памяти, выражаемой числом двоичных единиц, и быстродействием, выражаемым числом элементарных операций, производимых в одну секунду. В описаниях человеческого поведения стали мелькать такие понятия, как «канал», «кодирование», «декодирование», «пропускная способность». В психологической литературе стали обычными схемы линейного преобразования сигнала. Основным понятием кибернетического подхода в психологии стали понятия оператора преобразования и элементарной операции. Эти понятия использовались не в психологическом значении способа действия, а в техническом значении. В результате подобных концептуальных миграций, как заметил Л. Кауфман, каждый инженер, читавший Шеннона, был готов применить теорию связи для решения психологических проблем, как только он услышал о существовании психологии.

При своем зарождении кибернетический подход сулил очень многое, в том числе и возможность получения количественных оценок различных информационных процессов — пропускной способности каналов приема информации, информационной емкости памяти, скорости преобразований входной информации и т. п. Совершенно естественно, что концептуальная схема кибернетического подхода была также использована инженерной психологией, и многие исследования, выполненные в этой научной области, сделали его более конкретным и осязаемым. При информационно-кибернетическом подходе, особенно на первых порах, фетишизировались количественные данные, однако в подавляющем большинстве случаев отсутствовала сколько-нибудь достоверная психологическая квалификация исследуемых процессов. Последние интерпретировались в терминах кибернетических моделей сложных систем, обладающих поведением.

В контексте операционно-кибернетического подхода возникло представление о сложном поведении, в том числе и о высших психологических функциях как о совокупности элементарных операций. Игнорирование других единиц анализа, а именно деятельности и действий, развитых в контексте каузально-генетической методологической схемы Л. С. Выготским, А. Н. Леонтьевым, Ж. Пиаже и др., неизбежно привело к тому, что был введен постулат об аддитивности элементарных операций, и задача выявления структуры сложнейших психических образований представала как задача сложения этих операций. Излишние добавлять, что каждая операция исследовалась отдельно, т. е. по существу как самостоятельное действие. Следовательно, в обоих разновидностях кибернетического подхода не учитывалось наиболее ценное достижение генетического метода, а именно обнаружение взаимопереходов одних единиц в другие (например, действия в операцию) в ходе развития деятельности, а соответственно, и возможные изменения структуры последней. Это обусловило невозможность использования в практических целях большого числа результатов различных измерений пропускной способности каналов, связывающих воспринимающую, решающую и реагирующую системы. Модели различных видов деятельности, предложенные на основе подобной методологической концепции, также часто оказывались непригодными для прогноза затрат времени и эффективности их осуществления.

Сказанное не означает, что ориентация на количественные оценки информационных процессов была бесплодна. Эти оценки нужны для описания и моделирования процесса взаимодействия человека и автомата. Все дело в том, насколько этим оценкам можно доверять и опираться на них при организации такого взаимодействия. Несмотря на отмеченные изъяны, разработку кибернетического подхода следует расценивать как шаг вперед не только в инженерной, но и в общей психологии.

К настоящему времени информационно-кибернетический и операционно-кибернетический подходы уже утратили свою первоначальную универсальность. Всеобщие принципы постепенно превратились в частные методические приемы исследования, в способы обработки и представления полученных результатов, равноправно существующие наряду с другими. Уже в начале 60-х годов наметились перемены в интерпретации информационного подхода к теории восприятия. Это выразилось прежде всего в изменении и некоторой психологизации термина «операция», да и сам подход стали обозначать как «информационно-процессуальный», или «информационно-генетический».

Капитальное значение кибернетического подхода для инженерной и экспериментальной психологии состоит в том, что в этих науках выросла техническая вооруженность, культура анализа, обработки и интерпретации полученных результатов. Использование ЭВМ на линии эксперимента создало основания для развития

своего рода индустрии в исследовании «человеческих факторов». Новые явления и факты благодаря этому сейчас проверяются и перепроверяются во многих лабораториях одновременно. Лишь на этой основе возможно получение добротных и достоверных количественных оценок существенных составляющих трудовой деятельности.

Информационно-кибернетический редуccionизм — сравнительно безобидная форма подмены объекта психологического исследования. Психологи довольно быстро обнаружили, что модели, модели, модели... не более, чем слова, слова, слова... Справедливости ради нужно сказать, что инженеры и математики все чаще и чаще сами отказываются от своего рода кибернетической мифологии и переходят к исследованию реальной психической деятельности.

Логико-педагогический редуccionизм. В педагогической психологии было выполнено большое число работ, объединенных общей идеей (возникшей не без влияния кибернетики) алгоритмизации и программированного обучения. Авторы этих работ, наивно полагая, что результат воспроизводит причину, характеризовали структуру внутренней умственной деятельности как подобие алгоритмам внешней практической деятельности, в соответствии с которыми организовывался процесс обучения. Свообразная польза этих работ состояла в том, что они своей безответственной наивностью лишь подчеркивали и обнажали отмеченное выше противоречие. Деликатно сформулированный тезис о сходстве общего строения превратился в этих работах в постулат о тождестве строения внешней и внутренней деятельности.

Значительно сложнее обстоит дело с различными формами логического редуccionизма. К нему приходили и приходят действительно выдающиеся психологи, много сделавшие в том числе и для развития теории деятельности. У таких авторов очень не просто обнаружить логику подмены объекта исследования. Более того, в ряде случаев подобные подмены не лишены изящества. Проанализируем с этой точки зрения некоторые работы Ж. Пиаже, который сравнительно недавно предложил (совместно с Б. Инельдер) интересный вариант трактовки памяти как деятельности (см. [31]).

Авторы, рассматривая развитие памяти, исходят из известного тезиса о непрерывности этапов схематизации и различают до десяти уровней схематизации, распределенных между тремя типами памяти (опознание, реконструкция, воспоминание). Первый этап начинается с элементарного опознания, связанного с положением или повторением рефлекторного акта (например, у грудного ребенка) или навыка, находящегося в процессе формирования, который продолжает рефлекс. Он содержит промежуточный уровень, а именно опознание через ассимиляцию уже приобретенной схемы (узнавание значимых индексов, связанных с навыками и сенсомоторным интеллектом). Высшей точкой в опознании классов и раз-

личий являются пробы узнавания в задачах выбора. Второй тип (реконструкция) характеризуется преднамеренным воспроизведением действия и его результата. Это припоминание начинается с сенсомоторной имитации, которая, согласно Ж. Пиаже, является источником мысленного образа. Затем следует воспроизведение изолированного, но не полностью схематизированного действия вместе с реконструкцией его результата, например, восстановление объекта или конфигурации; наконец, последняя для второго типа стадия — восстановление схематизированного действия. Третий тип (воспоминание) просто иллюстрирует способ, при помощи которого образ-воспоминание (или «интериоризованная реконструкция») подменяет реконструкцию в актах предыдущего типа. Сюда относятся три последних уровня памяти: образ-воспоминание схематизированного действия, образное припоминание несхематизированного действия (имитация, интериоризованная в образе), припоминание объектов или событий, внешних по отношению к действию.

Все эти уровни, от более элементарных до более уточненных, подтверждают, согласно Пиаже, существование общего функционального механизма, т. е. «включение воспоминания в схемы, которые охватывают и двигательные схемы, свойственные навыкам, и высшую схематизацию, зависящую от интеллекта и операций, которые его характеризуют» [31, стр. 460]. Этот общий механизм позволяет перейти «незаметными переходными ступенями» от рефлексорного повторения к высшим формам припоминания, которые объединены со схемами операций и зависят в конечном счете от действия.

М. Дайан, реферируя концепцию памяти Ж. Пиаже и Б. Инельдер, отмечает, что введение перечисленных ступеней выгодно отличает их концепцию от дихотомической и спиритуалистической концепции А. Бергсона. Вместе с тем М. Дайан сомневается в непрерывности действия генетических факторов. Он справедливо замечает, что в этой непрерывности без труда можно найти нарушения связи между опознанием, связанным с рефлексами, и узнаванием перцептивных индексов; между реконструкцией схематизированного действия и его интериоризацией в образ-воспоминание. Более того, неясность переходов (и их движущих сил, за которую, кстати, неоднократно упрекали Пиаже П. Я. Гальперин, А. Н. Леонтьев, Д. Б. Эльконин и др.) приводит автора к пессимистическому заключению относительно теории интериоризации в целом: «Самое понятие интериоризации, как оно используется в психологии, основанной на примате действия, не столько обозначает экспериментально изученный реальный процесс, сколько представляет собой одно из затруднений, с которым неизбежно сталкивается это психологическое направление» [36, стр. 67]. Едва ли можно согласиться с приведенным высказыванием в целом, но то, что в нем фиксируются реальные проблемы и трудности, стоящие перед теорией интериоризации, не вызывает сомнения.

Как можно заключить из приведенного, проблема анализа структуры внутренней деятельности в концепции Ж. Пиаже и Б. Инельдер в области высших форм памяти подменяется схемами интеллекта. Они не анализируют своеобразие и особенности мнемической ориентировки в материале по сравнению с познавательной, равно как и не выделяют своеобразие преобразований материала в целях запоминания. Вместе с тем, как уже отмечалось выше, исследования Ж. Пиаже и Б. Инельдер имеют важное значение для преодоления дуализма высших и низших форм памяти; они обогащают понимание памяти как деятельности и демонстрируют реальное взаимопроникновение интеллектуальных и мнемических процессов. Все это имеет существенное значение и для преодоления трудностей, имеющих в теории интериоризации.

Если проблема развития памяти в концепции Ж. Пиаже подменяется развитием схем интеллекта (мы оставляем в стороне анализ Пиаже автобиографической функции памяти), то, может быть, в исследованиях развития мышления содержится анализ структуры сложившихся форм умственной деятельности? В интересующем нас аспекте концепция Ж. Пиаже проанализирована В. В. Давыдовым, который убедительно показал, что Ж. Пиаже по существу отождествляет внутреннюю умственную деятельность с логико-математическими структурами: «Ж. Пиаже интересуется те логико-математические структуры, которые общи, например, нейронным сетям и формальному интеллекту. При этом изучаются главным образом стадии интериоризации этих исходных структур, которые предполагаются наперед данными (например, даже на физико-химическом уровне). В ходе интериоризации происходит лишь их своеобразное «очищение» внутри деятельности субъекта. Иными словами, здесь не рассматривается развитие содержания самого мышления и, как следствие этого, — соответствующих логических категорий, — исследовательская задача ограничивается описанием последовательных изменений субъективной формы одного и того же операторного содержания (структур)» [15, стр. 245].

В отличие от приведенной точки зрения на концепцию Ж. Пиаже нам представляется, что в ней отражается определенное содержание внутренней, в том числе и мыслительной деятельности, правда, преимущественно с его оперативно-технической, логико-математической стороны. И операторные структуры, изучаемые Пиаже, существуют не в безвоздушном пространстве, они наполнены определенным содержанием и отражают его. Согласно позиции В. В. Давыдова, — это содержание эмпирического мышления.

Иное дело, что в концепции Ж. Пиаже происходит подмена психологического анализа развития внутренних форм познавательной деятельности логическим анализом развития и саморазвития операторных структур, т. е. по существу — ретроспективным анализом возможных логико-математических преобразований.

Нужно сказать, что богатый экспериментальный материал и ещё более богатый понятийный аппарат, используемый в трудах Ж. Пиаже, порой даже создает иллюзии в том смысле, что он действительно анализирует строение сложившихся высших психических функций. И лишь после того как читатель проберется сквозь дебри скрупулезных описаний, он убеждается в том, что, к сожалению, в значительной степени это все же иллюзия.

Приходится констатировать, что серьезные трудности в анализе внутренней мыслительной деятельности имеются и в отечественной психологии. Их преодолению способствуют дальнейшая разработка и совершенствование выдвинутой П. Я. Гальпериным теории поэтапного формирования умственных действий и понятий, а также концепции об ориентировочной основе действия, об ее особенностях и соответствующих ей типах обучения. Наиболее существенный прогресс в области анализа двух типов мышления и соответствующей этим типам организации внешней деятельности, лежащей в основе их формирования, достигнут в последние годы В. В. Давыдовым [15] и Н. Н. Поддъяковым [30]. Речь идет о различении эмпирического и теоретического мышления: «В эмпирическом мышлении решается в основном задача каталогизации, классификации предметов и явлений. Научно-теоретическое мышление преследует цель воспроизведения развитой сущности предмета» [15, стр. 323]. Теоретическое мышление рассматривается Давыдовым в двух основных формах: «1) на основе анализа фактических данных и их обобщения выделяется содержательная, реальная абстракция, фиксирующая сущность изучаемого конкретного предмета и выражаемая в виде понятия о его «клеточке», 2) затем, путем раскрытия противоречий в этой «клеточке» и определения способа их практического решения, следует восхождение от абстрактной сущности и нерасчлененного всеобщего отношения к единству многообразных сторон развивающегося целого, к конкретному» [там же, стр. 315]. Важнейшим в исследовании В. В. Давыдова является аргументированное доказательство деятельности природы понятий и обобщений, особенно внимание его к способам определения специфического предметного содержания деятельности и отысканию адекватных внешних действий и способов их организации при решении задач формирования тех или иных теоретических обобщений и понятий.

Однако и в концепции В. В. Давыдова проблема психологического анализа структуры развитых форм познавательной деятельности, и прежде всего мышления, подменяется проблемой критериев, по которым можно судить о ее сформированности. В контексте дискуссии с П. Я. Гальпериным и Д. Б. Элькониным о том, можно ли считать логику единственным или хотя бы главным критерием мышления, В. В. Давыдов пишет: «Слабость позиции Ж. Пиаже вовсе не в том, что он единственным и главным критерием мышления считает логику, а в том, что он не опирается на принципы диалектической логики как теории познания, а исполь-

зует исключительно математическую логику, изучающую лишь отдельные аспекты теоретического мышления» [там же, стр. 340]. Таким образом, проблема строения внутренней деятельности вновь подменяется проблемой ее наполнения.

В отличие от Ж. Пиаже, П. Я. Гальперин и В. В. Давыдов вводят в содержание внутренней деятельности (в том числе и в содержание теоретического мышления) оперирование образами. До-полнение теоретических конструкций мыслительной деятельности образными явлениями дает важные основания для преодоления укоренившегося со времен Беркли противопоставления чувственного и рационального знания. П. Я. Гальперин, отмечая предметный характер мыслительной деятельности, указывает на то, что содержание того или иного предметного процесса входит в содержание мышления и самое мышление есть построение знания об этом процессе, построение образа его предметного содержания. И далее П. Я. Гальперин пишет: «В мышлении предметный процесс не просто повторяется, а выступает как образ и притом в определенной функции — служит отображением реального процесса и ориентирует в нем» (12, стр. 244). Правда, П. Я. Гальперин пока не вводит в контекст теории о поэтапном формировании умственных действий этапа феноменальной динамики или манипулирования образами, хотя для этого, на наш взгляд, уже имеются достаточные основания.

В. В. Давыдов, характеризуя познавательные действия, вскрывающие ненаблюдаемые внутренние связи, относит к ним прежде всего чувственно-предметные познавательные действия, которые позволяют реально изменить предмет изучения, экспериментировать над ним. Прообразом чувственно-предметных действий являются практические предметные действия, но, став познавательными, они превращаются в фазу мышления. В. В. Давыдов убедительно показывает, что введение образных явлений в содержание мыслительной деятельности является принципиально важным и соответствует современным философским представлениям о мышлении. К этому можно добавить, как это ни парадоксально, что необходимость учета образных явлений при анализе структуры сложившихся форм внутренней деятельности не только не усложняет проблему, а, напротив, делает ее более конкретной, осязаемой и содержательной.

Что же касается интересующей нас проблемы методов психологического изучения объективного строения действий индивида, то В. В. Давыдов признает, что такие методы разработаны слабо. С этим спорить трудно, значительно более удивительно, что он эту центральную задачу психологической науки отводит в область некоторой особой психологической дисциплины, пограничной с логикой и с другими отраслями психологии [15, стр. 340]. Но как бы там ни было, задача разработки методов анализа объективного строения действий поставлена, что уже само по себе является залогом ее решения.

Итог рассмотрения различных форм редукционизма можно попытаться выразить в терминах современной психологии восприятия. Исследователи имеют различные поисковые эталоны или перцептивные гипотезы. У одних это физиологические механизмы, у других — существующие или возможные технические устройства, у третьих — логико-математические структуры или категории диалектической логики. В качестве подобных гипотез выступают и представления о внешних формах деятельности и поведения как таковых. Подобные перцептивные (а на привычном языке — теоретические) представления и гипотезы вооружают исследователя, выполняют эвристические функции и служат важным средством развития научной психологии. Поэтому альтернатива: хорош или плох редукционизм — является ложной. Исследователь не может ждать откровения, которое осенит другого. Он с доступным ему концептуальным аппаратом и инструментальным оснащением изучает ту или иную сферу психической деятельности.

Мы старались показать, что даже достаточно очевидные формы редукции психического, будучи результатом научного поиска, приносят определенные плоды и обогащают арсенал теоретических и экспериментальных средств психологического исследования. Сейчас крайне редко можно встретить классические примеры, так сказать, интрапсихологического редукционизма, когда память объяснялась вниманием, внимание — интересом, интерес — запасом знаний, последний — памятью. Но в сравнительно недавнем прошлом примеров подобного оперирования психологическими категориями было более чем достаточно. И тем не менее методологическая оценка, осознание достоинств и недостатков этого этапа истории психологии были необходимым условием успешного развития психологической науки, в частности и формулирования важнейших принципов теории деятельности. Реальные трудности, которые имеются в этой теории, преодолеваются различными способами, в том числе и путем «импорта» в психологическую науку категорий и методов смежных наук. Как мы стремились показать, во многих случаях подобный способ решения проблем приводил к иллюзорным результатам. Видимо, в какой-то мере это относится и к проходившей некоторое время тому назад на страницах журнала «Вопросы психологии» дискуссии на далеко не оригинальную тему о предмете психологии.

С нашей точки зрения, принцип деятельности как ведущий принцип современной психологической науки далеко не исчерпал своей объяснительной силы. Но для того чтобы выявить содержащиеся в нем объяснительные и эвристические возможности, необходимо осознать и оценить происходившую постепенно трансформацию понятия деятельности как могучего средства психологического исследования из принципа этого исследования в его предмет. Попытки подобной трансформации возникли вскоре после формулирования Л. С. Выготским и А. Н. Леонтьевым основных положений теории деятельности. Мы имеем в виду прежде всего иссле-

дования А. В. Запорожца и П. И. Зинченко. Оба они ввели в 1939—1940 гг. понятия сенсорного и мнемического действия и положили начало их изучению, а впоследствии начали экспериментально исследовать процессы формирования умственных действий. Однако действия изучались относительно изолированно друг от друга, вне системы целостной деятельности. Поэтому, в частности, понятие цели и целеполагания нередко оказывалось внешним по отношению к действию. На самом деле процесс целеполагания вплетен в ткань деятельности, включающей отдельные действия или их системы, и является необходимым моментом, связывающим различные действия и, более того, детерминирующим переход от одного действия к другому.

Недооценка этого совершенно естественно приводила к смещению исследования с самого действия на его предметное содержание. Когда же речь шла о строении действия как такового, то исследователи опускались на уровень операций, конституирующих действие. Однако вне анализа конкретного процесса целеполагания, связанного с оценкой полученного и заданного результата в предыдущем действии, номенклатура операций и способ их координации в целостном действии оказывались либо неизвестными, либо трудно оценимыми. Иными словами, операционный состав действия оставался гипотетическим, а набор операций связывался лишь с условиями протекания деятельности, т. е. в известном смысле с факторами внешними по отношению к действию и деятельности. Именно эти трудности служили основанием и оправданием редукции операций и действий к интрацентральным мозговым механизмам.

В настоящей работе сделана попытка анализа деятельности, не расчлененной искусственно на перцептивные, мнемические и умственные действия. Эти действия выступают не в отпрепарированном виде, каждому из которых внешним образом задана цель, а в системе сложной деятельности. Этот уровень или способ исследования обозначен нами как уровень функционально-структурный. На этом уровне удается выделить отдельные действия по преобразованию предмета, действия по оценке результата и переходы к следующему действию. Вместе с тем этот уровень анализа позволяет однозначно определить способ координации операций.

СИСТЕМНО-СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассмотренные нами различные формы редукционизма мигрируют из общей психологии в ее прикладные области. Разумеется, справедливо и обратное. Видимо, различные формы редукционизма возникают в связи с недостаточностью (а порой и бессилием) существующих в науке методов синтеза научных явлений. С помощью традиционных единиц анализа в какой-то момент становится невозможным охватить вновь открываемые явления и факты. И

психологии и ее прикладных областях сейчас складывается именно такая ситуация. Факты увеличиваются лавинообразно. Значительно выросла методическая вооруженность экспериментальной психологии, что привело к возникновению буквально индустрии экспериментальных исследований. Последние ведутся на различных уровнях анализа и на основе различных методов, причем связи между уровнями просматриваются крайне нечетко. Далеко не всегда можно установить отчетливые связи и координации даже в пределах одного уровня. Именно поэтому возникают различные формы упрощения и редукции новых явлений к более элементарным единицам анализа, тенденции к установлению по видимости более простых связей между уровнями и в рамках одного уровня анализа.

В этом разделе статьи мы хотим показать, что принципиальные положения теории деятельности, развитые в трудах советских психологов Л. С. Выготского, П. Я. Гальперина, А. В. Запорожца, А. Н. Леонтьева, С. Л. Рубинштейна, обладают огромной объяснительной силой и в состоянии ассимилировать новые явления и факты, добытые в том числе и в рамках других концептуальных схем. Вместе с тем для этого должна быть проделана серьезная методологическая и экспериментально-методическая работа. В частности, методологический анализ призван дополнить теорию деятельности новыми единицами анализа и выявить способы их координации. Для этой цели ближе всего подходят методы системно-структурного анализа. По самой своей сути они не могут рассматриваться как еще один вид редукции психологической реальности, — это скорее новый способ изучения ее организации, притом такой способ, который не ведет к утрате специфики предмета. Мы надеемся, что с помощью методов системно-структурного анализа нам удастся, хотя бы в первом приближении, объединить в одно целое системы фактов, полученных в контексте макроанализа деятельности на основе различных, в том числе и психофизиологических, методов исследования и в контексте микроструктурного анализа деятельности.

Развитие методов анализа ставших, «готовых» форм познавательной деятельности позволило выработать средства для определения условий, обеспечивающих проявление максимума той или иной функции работника. Так, в деятельности оператора, работающего, например, в режиме обнаружения или информационного поиска, может оказаться доминирующей та или иная функция-операция, для осуществления которой необходимо определить максимально благоприятные условия, обеспечивающие выполнение этой функции. Поиск таких условий может быть значительно короче, если известны объективные индикаторы механизмов, реализующих данный вид деятельности.

Еще одна группа требований к методам анализа сложившихся форм познавательной деятельности заключается в том, что эти методы должны обеспечивать получение количественно определен-

ных характеристик как элементов, входящих в структуру, так и структуры познавательных действий в целом. Без этого сокращенные формы психической деятельности, несмотря на понимание нами их содержания и природы, по-прежнему будут оставаться удивительными и малопонятными. Эта задача невероятно сложна. Не случайно Ж. Пиаже высказал сомнение в возможности получения количественных оценок познавательной деятельности.

Арсенал методических средств, разработанных в генетических исследованиях, дает возможность лишь качественно оценить динамику развития и формирования различных видов познавательной и исполнительской деятельности. Это можно проиллюстрировать следующим примером. П. Я. Гальперин [11] построил достаточно расчлененную картину формирования различных познавательных действий и выделил четыре основных параметра человеческого действия: уровень, на котором оно выполняется, мера его обобщения, полнота фактически выполненных операций и, наконец, мера его освоения. Эти параметры, в принципе качественные, вместе с тем потенциально измеримы, тем более, что три последних из них «определяют качество действия: оно тем выше, чем больше обобщение, сокращение и освоение действия» (там же, стр. 447). Но, во-первых, такая измеримость еще должна быть достигнута; во-вторых, полная характеристика действия должна включать еще некоторые важнейшие параметры: продуктивность, точность и скорость протекания действия.

Психологически вполне понятно доминирующее положение качественного анализа в генетических исследованиях. Внутренние, умственные, идеальные действия были поняты как интериоризированные и превращенные формы внешней предметной деятельности. В ряде исследований для некоторых параметров внешней деятельности была найдена своя метрика и методы измерения, например, циклография, кинорегистрация, тензометрия, с помощью которых регистрировалась исполнительная часть деятельности; многочисленные методы регистрации движений глаз, являющихся показателем внешних перцептивных действий, т. е. ориентировочной части деятельности. Этот перечень можно было бы продлить. Что касается внутренней деятельности, то по отношению к ней метрические задачи практически не ставились. Когда же в практических целях потребовалось указать предельные возможности человека или дать прогноз относительно затрат времени и точности работы человека-оператора в режиме обнаружения или в режиме других видов деятельности, то оказалось, что данных, имеющих в генетической и экспериментальной психологии, недостаточно.

Результаты других подходов к исследованию познавательной деятельности, например кибернетического, логико-операционного и др., также свидетельствуют о том, что они полезны для расчлененного описания составляющих деятельности. Однако эти подходы не всегда пригодны для изучения структуры сформированных

действий и операций и постановки таких проблем, как формирование и проектирование согласованных внешних и внутренних средств деятельности и установление количественно выраженного соответствия между ними. Отсюда возникает необходимость в разработке новой концептуальной схемы и, соответственно, новой методологии исследований познавательной деятельности. Вместе с тем новая схема едва ли может быть универсальной, заменяющей или тем более отменяющей другие подходы.

Указанные проблемы выдвигают целый ряд задач, решение которых возможно только при использовании результатов или данных различных подходов к анализу деятельности и определения отношений между этими данными. Такой путь вполне соответствует основным положениям психологической теории деятельности и, в частности, тезису о том, что «деятельность — это не реакция и не совокупность реакций, а система, имеющая свое строение, свои внутренние переходы и превращения, свое развитие» [27, стр. 98]. Отсюда следует, что к анализу деятельности необходимо подходить с позиций динамических особенностей строения, которые выражаются в структуре деятельности и определяют ее форму и вид. Как известно, каждое из действий, составляющих структуру деятельности, подчинено своей особой цели. Поэтому действия могут быть относительно самостоятельными и входить в разные виды деятельности. Вместе с тем в «контексте» определенной деятельности они представляют не сумму, а характерную, определенным образом организованную систему. Каждое из этих действий, входя в качестве элемента в более широкую структуру, трансформируется в определенных и довольно больших пределах. Связь между этими действиями определяется целями и мотивами деятельности.

Сама цель в психологической теории деятельности рассматривается не как конечный результат «афферентного синтеза» [1] или готовое «объективное отражение внешнего мира» [3], которые участвуют только в проектировании и контроле за реализацией действий, а как развернутая деятельность целеобразования, как «длительный процесс опробывания целей действием и их предметного наполнения» [27]. Следовательно, действие должно рассматриваться не только как средство достижения цели, но и как процесс контакта субъекта с предметом, на основе которого конкретизируется цель, т. е. как средство формирования цели. Поэтому от предметного содержания деятельности зависят не только состав действий и способы их реализации, но и внутренние переходы от одного действия к другому, их организация в определенную последовательность. Последняя может характеризовать уровень деятельности, ее форму и вид.

Таким образом, познавательная деятельность представляет собой сложную организацию целого ряда процессов переработки информации на различных уровнях, между которыми существуют подвижные взаимоотношения. Из этих положений следует, что

многие процессы, которые при генетическом и других подходах рассматриваются как единицы деятельности, обладающие собственными качественными и количественными характеристиками, могут изменять свое функциональное значение в целостном акте деятельности и зависеть от ряда факторов. Вследствие этого в определенном акте деятельности могут проявляться не потенциально возможные свойства составляющих (действий, операций), а только необходимые для данных условий деятельности, для данной поставленной цели. Это же относится и к типам взаимосвязей между операциями и действиями на том или ином уровне деятельности. К числу качественных особенностей процессов переработки информации относятся, например, характер преобразований исходных данных — выделение релевантных задаче признаков объекта, репродуктивные и продуктивные преобразования и т. д. К числу количественных — производительность, точность преобразований.

Перечисленные нами задачи исследования и требования к методам анализа еще не исчерпывают всех необходимых условий для построения полного представления о возможных свойствах и характеристиках сформированных видов деятельности. Однако они достаточны для заключения о том, что подобное представление может быть получено лишь при подходе к деятельности как к сложному объекту, причем само это представление будет эффективным лишь постольку, поскольку различные стороны объекта удастся описать средствами одного категориального аппарата. Наиболее адекватной базой такого описания служит, как нам кажется, системный подход, ориентированный на изучение специфических характеристик сложноорганизованных объектов. Этот подход вовсе не стоит в отношении абсолютного противопоставления к рассмотренным нами методам психологического анализа деятельности. В общей схеме способов изучения деятельности системный подход ценен тем, что он задает новую ориентацию исследования объекта [5]. Поэтому системные методы не только не требуют ставить под сомнение данные параметрического описания свойств и признаков компонентов деятельности и морфологического описания их взаимосвязи, которые были получены при генетическом анализе и других подходах, но, напротив, предполагают их самое широкое использование. Категории системного подхода открывают путь к построению новых единиц расчленения и описания деятельности, в частности таких, которые опираются на функциональные зависимости и отношения между отдельными элементами (действиями, операциями) и их свойствами в структуре деятельности как целого.

В рамках нашей задачи наиболее подходящей для системного изображения деятельности служит категория функциональной структуры, которая сложилась в итоге теоретических и экспериментальных исследований связей и отношений в системах [7], [2], [32]. Функциональная структура определяется как закон связи между функциональными компонентами исследуемого объек-

та. Под компонентами понимаются локализованные в пространстве и времени активности, в смысле направленных действий или фаз процесса деятельности.

В системном описании психической деятельности методологическими опорными точками служат: типология элементов (например, поисковых, опознавательных или продуктивных функций или их множеств, с которыми связан и характер переработки информации); типы связей между элементами (генетические, функциональные, связи развития и т. д.), характеризующие порядок взаимодействия элементов; направленность упорядоченности элементов и их связей, которая отражает организацию деятельности и отношения субъекта со средой в процессе ее осуществления. Очевидно, что элементы не могут быть однородными, среди них можно выделить основные и производные, главные и второстепенные; разным структурным уровням процесса деятельности соответствуют и разные группы элементов. На высших уровнях организации элементы и функции, как правило, дифференцированы и способны существовать относительно автономно.

Таким образом, системный подход позволяет выработать новые средства описания сложных форм деятельности. Помимо задач индикации отдельных функций эти средства могут использоваться и для объективной характеристики видов деятельности, действий и способов их осуществления. Понятия системного подхода открывают путь для представления строения деятельности как системы взаимосвязанных единиц и компонентов деятельности с возможными отношениями между ними и типами связей. На рис. 1 представлена схема возможных отношений категорий и единиц анализа деятельности. Эта схема может служить предварительным ориентиром для выбора тех или иных факторов и оценки их роли в протекании познавательной деятельности, а также для постановки задач исследования и выбора методов, адекватных этим задачам.

Далее мы приведем некоторые результаты исследования строения познавательной деятельности, для интерпретации которых были использованы принципы системного подхода.

МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТЫХ ФОРМ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ

Среди категорий и единиц человеческой деятельности, образующих ее структуру, наиболее элементарной является операция. Выделение операций, составляющих фактуру действий, представляет собой труднейшую задачу. Но помимо этого возникает вопрос: делится ли операция на еще более дробные единицы и являются ли эти единицы такими же психологическими категориями, как операция, действие, деятельность? Не имея ответа на эти вопросы, трудно анализировать уже сложившиеся познавательные действия

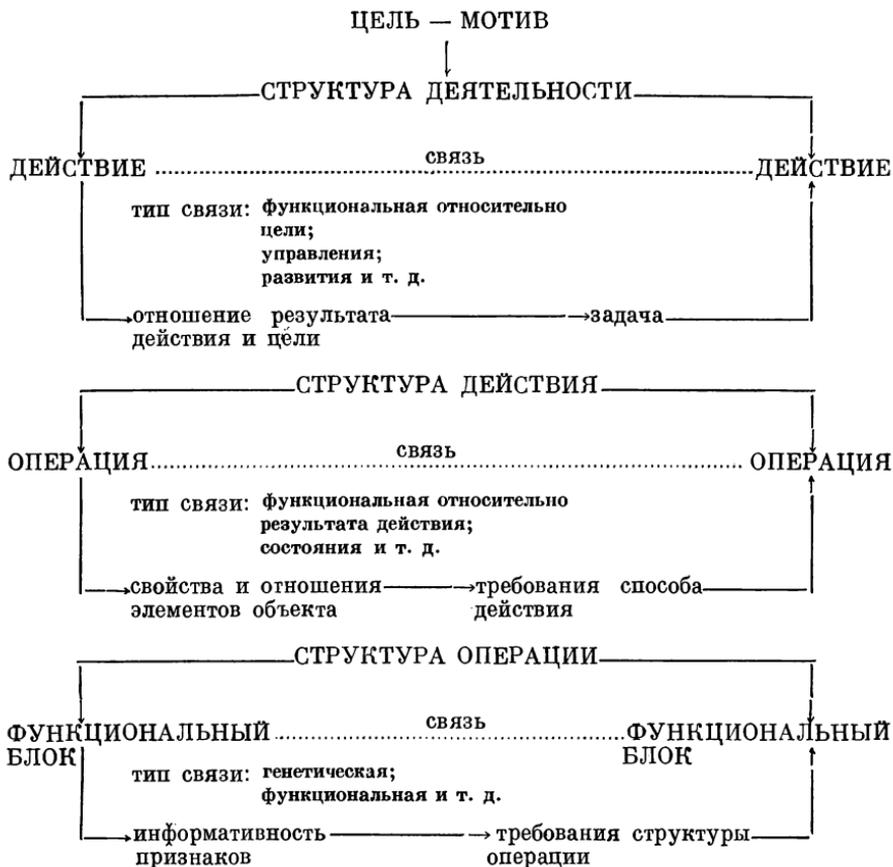


Рис. 1. Схема системно-структурных отношений категорий и единиц анализа деятельности

и практически невозможно проектировать внутренние способы деятельности, для которых не найдены прямые аналоги во внешней предметной деятельности. А именно такие задачи возникают нередко в инженерно-психологической теории и практике.

Иначе говоря, методы анализа развитых форм познавательной деятельности должны обеспечивать существенно большую полноту описания состава операций и действий по сравнению с той, которая была достигнута на основе методов генетического исследования.

Этим требованиям в значительной степени удовлетворяют методы микроструктурного анализа действия. Микроструктурный подход, рамки которого в проводимых в настоящее время исследованиях очерчиваются все более отчетливо, опирается на наиболее значимые достижения каузально-генетического и кибернетического подходов. Единицы микроструктурного анализа допускают как

качественную, так и количественную интерпретацию одновременно. По существу речь идет об использовании новой шкалы элементов познавательной деятельности, с помощью которой оказалось бы возможным, во-первых, охватить процесс в целом и, во-вторых, расчленив его на возможно более дробное число составляющих. Как следует из предыдущего изложения, прямое использование в качестве единиц такой шкалы категорий генетической концептуальной схемы (деятельность, действие, операция) или категорий кибернетического подхода, несмотря на крайнюю заманчивость, не представляется возможным.

Рабочими понятиями микроструктурного анализа являются понятия «алфавит преобразований» и «функциональный блок». Последнее понятие используется для характеристики определенных структурных единиц (уровней) алфавита преобразований входной информации. В терминах такого алфавита могут быть качественно описаны как элементарные, так и более сложные познавательные действия.

Понятие блока используется в строго функциональном смысле. В одних случаях функциональные блоки могут быть интерпретированы в категориях генетического исследования (что необходимо для понимания их природы и законов развития и формирования), в других — это преждевременно или невозможно. Это лишь кажущееся отвлечение от привычных психологических категорий необходимо для выполнения аналитической задачи дробления иногда даже произвольно выбранных познавательных действий или сложных психических образований на функциональные блоки с целью раскрытия их микроструктуры.

Сопремся на хорошо известные факты. Исследования движений глаз наблюдателя, выполняющего различные зрительные задачи, показали, что внешними признаками различной сложности обработки зрительной информации могут быть данные о средней длительности зрительных фиксаций: при чтении легкой прозы — 200 м/сек, при чтении научного текста — 400 м/сек, при обнаружении полезного сигнала на экране локатора — 800 м/сек, при рассматривании картин на начальной стадии — 250 м/сек, на последующей 500 м/сек. Возникает вопрос, какова природа этих различий, какого рода трудности доминируют при выполнении тех или иных задач: перцептивные, мнемические или логические? Приведенные данные наводят на мысль, что зрительная система обладает способностью настраиваться на перцептивную или семантическую сложность информационного поля. Эта настройка в некоторой степени подобна настройке зрительной системы на интенсивность светового потока. Если последняя выражается в зрачковых реакциях, то настройка на сложность выражается в длительности зрительных фиксаций, которая колеблется от нескольких десятых долей секунды в элементарных задачах до многих секунд в мыслительных задачах.

Приведем еще один пример. Квалифицированным шахматистам

на короткое время тахистоскопически предъявлялись достаточно сложные шахматные позиции и давалась инструкция воспроизвести их после предъявления. Для экспериментаторов было неожиданным, что испытуемые точно оценивали соотношение сил в позиции, но не могли сколько-нибудь точно запомнить расположение фигур. Имеется много других фактов, свидетельствующих о том, что интегральная оценка ситуации может происходить до расчлененного восприятия и тем более запоминания ее элементов. Можно надеяться, что микроструктурный анализ развитых форм познавательной деятельности продвинет нас в понимании психологических механизмов подобного рода явлений. Нужно сделать еще одну оговорку: выделяемые в микроструктурном анализе уровни преобразований входной информации не следует смешивать с морфологическими уровнями обработки сигналов мозгом. Морфофизиологическая, равно как и каузально-генетическая, интерпретация выделяемых при микроструктурном анализе функциональных блоков представляет собой специальную и сложную проблему.

Существо методов микроструктурного анализа, развиваемого в последние годы [9], [14], [17], [34], [37], состоит в том, что они выполняют функцию «развертывания» кратковременных процессов. Иногда методы микроструктурного анализа уподобляются зондам, с помощью которых возможно прощупывание уже сложившихся в короткие интервалы времени познавательных действий. Наиболее общий методический прием микроструктурного анализа состоит в следующем: время от начала предъявления ряда стимулов делится на ряд интервалов и предполагается, что каждый такой интервал есть время выполнения того или иного преобразования, осуществляемого определенными функциональными блоками. Затем на основе предварительного качественного анализа строится модель из функциональных блоков, каждый из которых выполняет одну (или иногда более) функцию по преобразованию предъявляемой информации. Получается гипотетическая модель того или иного процесса, которая подвергается детальному экспериментальному исследованию. В этом исследовании определяется последовательность функциональных блоков; выявляются блоки, расположенные параллельно; исследуется распределение прямых и обратных связей между блоками; определяется характер преобразований информации, которые осуществляются в блоках; выявляются блоки, выполняющие по отношению к входной информации консервативные и динамические функции; наконец, определяются количественные характеристики отдельных блоков — время хранения или переработки информации, производительность и точность совершаемых преобразований.

Экспериментальные исследования, выполненные на основе указанных методов, позволили выделить ряд функциональных блоков или уровней переработки информации, которые потенциально могут участвовать и в формировании, и в преобразовании образной концептуальной модели (ОКМ) объекта или ситуации. К числу

таких блоков относятся: сенсорная память, иконическая память, сканирование, буфер узнавания, формирование программ моторных инструкций, семантическая обработка невербализованных программ моторных инструкций, вербальное перекодирование, слуховая память [40], [38], [18].

Сенсорная память является первым условием формирования образа, отражением и запечатлением объекта во всей полноте его признаков, доступных воспринимающей системе и находящимся в зоне ее разрешающей способности. Содержание сенсорной памяти зависит от зрительной стимуляции, в частности от таких ее свойств, как интенсивность, контрастность, длительность, характер до- и послеэкспозиционного поля, на фоне которых предъявлен стимул. Время хранения в сенсорной памяти невелико, так как она все время должна освобождаться для приема новой информации. За время одной зрительной фиксации, т. е. за 250—300 м/сек, сенсорная память должна наполниться и освободиться для приема новой порции.

По данным ряда авторов, информация из сенсорной памяти попадает в следующий функциональный блок. Она попадает туда в виде следа стимула, его копии или, как говорит У. Нейссер [39], в виде «икон». По содержанию сенсорная и иконическая память не различимы; они различаются лишь временем хранения, которое в иконической памяти может достигать 1000 и более м/сек.

Было бы не вполне точно назвать образом содержание сенсорной и иконической памяти, так как оно подвергается преобразованиям на следующих уровнях переработки информации, предшествующих порождению образа. Иконическая память является важным средством стабилизации воспринимаемой реальности. Мир в иконической памяти неподвижен, остановлен и может быть подвергнут обработке и анализу. Сенсорная и иконическая память обеспечивают наблюдателю пространство выбора информации. При этом время хранения в обоих видах памяти ограничено, но достаточно для того, чтобы наблюдатель извлек из этих следов информацию, релевантную его задачам.

Информация, хранящаяся в иконической памяти, подвергается дальнейшей обработке. Важную роль в этом процессе играет центральный сканирующий механизм. В известных пределах он может определять последовательность поступления информации на другие уровни обработки; он, по-видимому, испытывает на себе влияние вышележащих уровней.

В указанных блоках обеспечивалась передача информации в том виде, как она поступила в зрительную систему. В блоке опознания (буферная память) начинается выделение информативных признаков в связи с выдвинутыми перцептивными гипотезами, интерпретация и категоризация поступившей в него информации, перевод этой информации на язык оперативных единиц восприятия, которыми владеет наблюдатель. В этом блоке поступившая информация, которую условно можно принять в качестве

внешнего средства деятельности, впервые подвергается обработке с помощью внутренних средств, таких, как перцептивные гипотезы, понятия и соответствующие способы выделения информативных признаков, сличения. В контексте нашего изложения важно подчеркнуть, что в этом блоке происходят оценка и отбор полезной информации. Естественно, что этот отбор детерминирован целью деятельности, ожиданием, установками субъекта. Информация, которая по оценкам этого блока оказалась иррелевантной, не пропускается на более высокие уровни переработки. Иными словами, блок опознания наряду с описанными выше блоками может входить в структуру наиболее элементарной операционной составляющей действия идентификации, как бы «завершая» ее организацию.

Информация, которая признана в блоке опознания полезной с точки зрения задач, стоящих перед наблюдателем, должна быть приведена к виду, пригодному для ее использования. Иными словами, она должна быть переведена на некоторые «моторные рельсы» либо в виде речевых сообщений, либо в виде каких-то других ответных реакций. Эта функция выполняется блоком формирования программ моторных инструкций. По сути дела, в этом пункте уже может идти речь не о следах, а об образе как таковом. Нужно сказать, что работу блока опознания и работу блока формирования программ моторных инструкций можно разделить лишь условно. Одной из важнейших функций буферной памяти опознания является преобразование информации, доставляемой сканирующим механизмом, в программу моторных инструкций. Работа блока повторения (вербализации), собственно, и представляет собой выполнение одной из возможных программ, которые формируются в этом блоке.

Большие различия в скорости работы указанных блоков позволили заключить, что в иерархической системе преобразований входной информации между блоками сканирования и узнавания, с одной стороны, и блоком повторения — с другой, должен существовать, по крайней мере, еще один блок, обладающий двумя свойствами. Во-первых, скорость его работы должна быть соизмерима со скоростью работы блока опознания. Во-вторых, объектом преобразования в этом блоке должны быть невербализованные программы моторных инструкций. Исследования показали, что такими свойствами обладает блок-манипулятор. Существенной характеристикой блока-манипулятора невербализованными программами является то, что на выходе из него в блок повторения может поступать новая информация, т. е. такая, которая пришла в него не из блока опознания, а появилась в результате осуществления некоторых преобразований в блоке-манипуляторе. Именно эта особенность, с нашей точки зрения, служит основанием для введения новой структурной единицы — функционального блока-манипулятора. Важной особенностью этого блока является также и то, что информация в него может поступать последовательно и учиты-

ваться после начала преобразований, осуществляющихся с уже имеющейся в нем информацией. Это обеспечивает непрерывность учета последовательно воспринимаемой информации.

Переработка воспринимаемой информации, преобразование одних оперативных единиц в другие, более адекватные и привычные, осуществляется в блоке-манипуляторе и в дополнительном функциональном блоке — блоке семантической обработки невербализованной информации. Исследования работы этого блока позволили заключить, что на достаточно высоких уровнях тренировки исходная информация минует блок повторения и слуховую память и попадает в блок смысловой обработки. В блок повторения и, соответственно, в слуховую память переводится смысл, извлеченный из ситуации, а не исходная информация, данная зрительно. Такая организация взаимоотношений между зрительной и слуховой памятью тем более рациональна, что зрительная система является действительно уникальной с точки зрения одномоментного охвата сложной ситуации и возможности манипулирования первичным отображением реальности. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что оценка ситуации может происходить до расчлененного восприятия и тем более запоминания ее элементов.

Легко видеть, что некоторые из перечисленных блоков выполняют репродуктивные преобразования входной информации, а некоторые — продуктивные. Переходу информации из одного блока в другой в ряде случаев соответствует смена терминов, в которых субъект оперирует входной информацией. Анализ микроструктуры преобразований информации дает основания предположить, что в ОКМ может поступать информация как в терминах первичного отображения реальности, т. е. из иконической памяти, так и в терминах вторичного и более высоких порядков отображения. Одна и та же ситуация может последовательно или одновременно отображаться посредством различных оперативных единиц восприятия и памяти в ОКМ. Иными словами, ОКМ представляет собой многомерное отображение, описанное на разных перцептивных, символических и вербальных языках.

На основании микроструктурного анализа иерархии уровней преобразования входной информации в зрительной системе можно заключить, что перцептивные, опознавательные и мнемические действия не только участвуют в информационной подготовке мыслительного акта, но и вносят существенный вклад в реализацию последнего. Состав функциональных блоков и операционная структура преобразований информации в зрительной кратковременной памяти свидетельствуют о больших синтетических и аналитических возможностях зрительной системы.

Еще один пример применения микроструктурного анализа дает изучение процесса построения внутреннего перцептивного пространства и формирования инструментального пространственного навыка управления объектом, имеющим три степени свободы. Владению подобным навыком должно предшествовать формиро-

вание перцептивного образа пространства, в котором совершается движение субъекта, как и образа пространства, в котором перемещается орудие или управляемый объект.

В теории координационного управления двигательным актом, предложенной Н. А. Бернштейном, наиболее важными являются задающий элемент, т. е. концевое звено обширной системы программирования, и прибор центрального перекодирования. В контексте микроструктурного анализа кратковременной памяти были выделены блок формирования программ моторных инструкций, или программ использования, и блок экстернизации преобразованной входной информации, который по своим функциям подобен задающему элементу в схеме Н. А. Бернштейна. Исследование качественных и количественных характеристик блока формирования программ моторных инструкций крайне важно, так как именно он является средством, связывающим ориентировочную (познавательную) и исполнительную части деятельности. Соответственно, методы микроструктурного анализа исполнительной деятельности должны обеспечивать возможность расчленения целого акта деятельности на его познавательную и исполнительную составляющие.

В контексте исследования пространственных двигательных навыков это означает, что необходима регистрация временных и фазических характеристик, обеспечивающих процесс решения определенной двигательной задачи: задающего элемента или блока формирования программ моторных инструкций, собственно исполнительной, фазической части действия и блока коррекции и контроля за успешностью выполнения действия. В нашем исследовании этим требованиям удовлетворял экспериментальный стенд, созданный для исследования инструментальных пространственных двигательных навыков, включая и процессы слежения. Полученные нами результаты анализировались на трех в известной мере условно выделенных уровнях анализа: на уровне макроанализа, микроанализа и микроструктурного анализа.

Информативными признаками, на которые опирается макроанализ, являются общее время перемещения управляемого объекта и особенности траектории движения. Изучение этих признаков позволяет заключить, что выработка инструментального пространственного навыка в принципе ничем не отличается от любого другого навыка. Кривая научения имеет экспоненциальный характер и отражает существенные черты процесса научения вообще (наблюдалось экспоненциальное уменьшение общего времени прохождения маршрута). Анализ траекторий движений также показывает типичную картину формирования навыка. В начале обучения испытуемый совершает большое число хаотических, лишних движений. На записи отчетливо видны перемещения, идущие по отдельным составляющим пространственного движения. Затем в соответствии со стабилизацией времени прохождения маршрута число лишних движений уменьшается, увеличивается

скорость оперирования органом управления, движения становятся плавными, пропадает впечатление хаотичности. Таким образом, оба информативных признака свидетельствуют о том, что действия испытуемых постепенно приобретают черты автоматизма, и формирование навыка можно считать законченным.

Информативными признаками микроанализа служили характеристики, выделенные при обработке результатов по стадиям целостного действия. Здесь нам представляется уместным вести обсуждение полученных результатов в терминах функциональных блоков, реализующих соответствующие стадии. Латентную стадию начала движения, характеризующую построение программы требуемого движения, назовем блоком формирования программы моторных инструкций, собственно физическую стадию действия — блоком реализации программ, стадию контроля и коррекции — блоком контроля и коррекции. Результаты микроанализа свидетельствуют о том, что в процессе формирования навыка наблюдается крайне сложная динамика во взаимоотношениях между отдельными функциональными блоками. Сокращение времени на каждый отдельный блок естественно связано с тем, что происходит их совершенствование. Неравномерность же темпа сокращения времени, которое занимает один функциональный блок в процессе выполнения действия, является очень интересным показателем и свидетельствует о том, что не все функциональные блоки совершенствуются одновременно.

Результаты показывают, что лишь на первом этапе формирования действительно наблюдается дружное уменьшение времени формирования программ, их реализации и контроля. Быстрее всего уменьшается время контроля, затем реализации, а медленнее других уменьшается время формирования программ. После ста первых попыток прохождения заданного маршрута движения время формирования программ стабилизируется и незначительно увеличивается лишь при переходе к каждому новому маршруту. Иначе ведут себя другие блоки. При переходе к каждому новому маршруту время на каждый из них увеличивается, что вполне естественно. Поэтому нужно отвлекаться от первоначальных проб при переходах от маршрута к маршруту и не рассматривать периоды тренировки. Блок реализации моторных программ, после того как он сформировался при работе с первым маршрутом, остается неизменным при работе с маршрутами 2 и 3. Время реализации моторных программ постепенно уменьшается на завершающих этапах работы с 4-м маршрутом, а также при работе с маршрутами 5 и 6. Блок контроля по сравнению с двумя другими ведет себя более равномерно на всех этапах обучения. Время, которое занимает контроль на первых этапах обучения, превышает суммарное время формирования программ и время реализации. Затем оно неуклонно снижается. Распределение времени между блоками на том или ином срезе формирования навыка характеризует степень сформированности действия в целом.

Микроструктурный анализ направлен на то, чтобы вскрыть изменения, происходящие по мере освоения действия и тренировки в каждом функциональном блоке. Информативным признаком для микроструктурного анализа является разброс между составляющими координатами, который наблюдается в границах каждого функционального блока. Микроструктурный анализ свидетельствует о том, что на первых этапах обучения при работе с первыми матрицами границы между отдельными блоками, образующими функциональную структуру исследуемого действия, крайне нечеткие и размытые. Это соответствует известному тезису, сформулированному в контексте системно-структурных исследований, о том, что чем менее развита структура, тем менее дифференцированы ее компоненты. Действительно, разброс между составляющими внутри каждого отдельного блока создает впечатление, что соседние блоки как бы входят один в другой. Аморфность блоков и размытость границ между ними позволяет сделать два предположения: 1) в промежутках между блоками, достигающих на начальных этапах обучения нескольких секунд, возможны параллельное формирование программ и их реализация или реализация программ и контроля, и коррекции; 2) на первых этапах обучения все блоки работают в терминах отдельных составляющих координат целостного действия. Иными словами, принцип работы блока формирования программ состоит в том, что последовательно планируются движения по каждой из координат, аналогичным образом последовательно с некоторым сдвигом осуществляется движение по отдельным координатам. Что касается блока контроля и коррекций, то разброс между составляющими в нем зеркально отображает аналогичный разброс, наблюдаемый в конце выполнения фазической стадии действия. Следовательно, в этом случае испытуемый последовательно убеждается в том, что он верно совместил управляемый сигнал по отдельным координатам. Разумеется, на каждой стадии управления (выполнения действия) имеется некоторый участок, условно говоря, чистого времени, которое занимает тот или иной блок. На начальных этапах обучения это чистое время сравнительно невелико, за исключением фазической стадии действия. Но наличие отрезков времени, где блоки не пересекаются один с другим, еще не может служить доказательством того, что в эти отрезки времени они работают в терминах пространства. Только блок реализации, имеющий большой отрезок чистого времени по сравнению с другими, с самых начальных этапов обучения может быть охарактеризован как частично пространственный.

Если учесть, что движения на первых этапах обучения имеют малую скорость, то можно предположить, что в блоке реализации совмещены фазические и контролирующие функции. Таким образом, блоки, выполняющие когнитивные функции, на первых этапах обучения работают сукцессивно, что соответствует представлениям о функциональном генезе процессов формирования образа и опознания, развитым в теории перцептивных действий.

Эволюция функциональных блоков, происходящая по мере обучения, идет в двух направлениях. Во-первых, происходит значительное уменьшение абсолютного времени, которое занимает каждый блок в целостном действии, что уже отмечалось в микроанализе процесса. Во-вторых, уменьшается разброс между составляющими по координатам. Наряду с этим увеличивается удельный вес чистого времени, приходящегося на отдельный функциональный блок, и уменьшается время, где блоки пересекаются один с другим. Это приводит к тому, что на конечных этапах обучения сформированное действие приобретает черты четкой функциональной структуры. Функциональные блоки строго дифференцированы, границы между ними минимальны.

При изложении результатов исследования был введен показатель максимальной разности между величинами разброса в каждом функциональном блоке. Если минимизация разброса в функциональном блоке может служить показателем приобретения им черт пространственности, то минимизация разности между блоками служит показателем пространственности действий в целом, включая их когнитивные и исполнительные стадии. Экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что показатель максимальной разности неуклонно уменьшается в процессе формирования навыка. Следовательно, процессы, происходящие в каждом отдельном блоке, приобретают черты пространственности, в целом же действие приобретает пространственный характер, когда показатели пространственности каждого отдельного блока становятся соизмеримыми, что мы и наблюдали при работе с последней матрицей.

Микроструктурный анализ привел к заключению, что между отдельными функциональными блоками в процессе формирования навыка, равно как и в процессе функционирования уже сложившегося навыка, имеются достаточно сложные отношения. Между ними возможен обмен временем, т. е. уменьшение времени, приходящегося на один блок, может привести к увеличению времени, приходящегося на другие. Между ними возможен обмен функциями. Так, например, блок реализации на начальных стадиях формирования навыка выполняет и когнитивные функции, т. е. функции планирования и контроля результатов. Лишь в конце обучения возникает отчетливая функциональная структура действия, в которой каждый блок выполняет собственные специфические функции. Наконец, между блоками возможен обмен качеством функционирования. Иными словами, недостатки в выходном результате предшествующего блока компенсируются работой следующего. Все это в совокупности создает неповторимый рисунок каждого отдельного действия в целом. Даже когда навык был доведен до автоматизма, каждая его реализация оставалась индивидуальной.

Как мы уже отмечали, рабочим понятием микроструктурного анализа является понятие функционального блока. Это понятие может по-разному соотноситься с понятием операции. В одних случаях функциональные блоки представляют собой более дроб-

ные единицы, на которые могут быть разложены операции. К таким блокам, например, относятся блоки сенсорной и иконической памяти, выделенные при микроструктурном анализе познавательной деятельности. Результат, получаемый на выходе из этих блоков, не существует в самостоятельном виде, т. е. он не имеет непосредственного выхода в поведение, не представляет собой поведенческую реакцию. В других случаях функциональный блок может иметь выход в поведение, и тогда он практически совпадает с тем, что в теории деятельности называется операцией. По существу это уже не столько функциональный блок, сколько блок функций. Именно таковы блоки, выделенные при микроструктурном анализе исполнительной деятельности (блок формирования программ и др.). Таковы же и блок-манипулятор, и блок повторения, выделенные в том же анализе.

Таким образом, результаты микроструктурного анализа процессов переработки информации в кратковременной памяти, перцептивных процессов и исполнительных действий свидетельствуют об определенной направленности организации структуры операции и действия и основных принципах этой направленности. Один из таких принципов заключается в генетическом характере связи отдельных блоков. Например, необходимым условием сканирования и узнавания информационного содержания сенсорной памяти является перевод последней в иконическую. Такой принцип отношений может рассматриваться как причинно-следственный, т. е. как принцип, который лежит в основе организации физиологических функциональных систем, являющихся средством реализации блоков как функций.

Однако подобные «фиксированные» отношения блоков не могут быть единственными. Ранее мы показали, что ряд блоков, например манипулятор и блок семантической обработки, могут быть связаны различным образом как между собой, так и с блоками повторения и формирования моторных инструкций. Закономерность организации этих блоков согласуется со способом переработки поступившей информации, с характером операции. Можно предположить, что на этом же принципе основывается переход от одной операции к другой в структуре действия. Ведь каждая операция представляет собой по существу иной способ переработки поступившей информации по сравнению с предыдущими операциями и означает включение иных средств-понятий и средств реализации (внутренних средств) в структуру действия. В качестве примера можно привести строение действия по обнаружению сигнала, в котором исходной является операция обнаружения сигнала, затем включается операция различения признаков, ознакомления и т. д. Состав операций, как известно, зависит от информационных свойств внешних объектов и требований к результату действия.

И, наконец, данные о временных и функциональных характеристиках отдельных стадий действия свидетельствуют о взаимо-

связи их потенциальных свойств на той или иной стадии сформированности действия. Этот принцип выражается в диффузности или, наоборот, четкости границ между стадиями, т. е. в уровне сформированности структуры действия.

Указанные принципы нельзя рассматривать в строении действия как «или — или», т. е. в отношениях взаимозаменяемости или раздельного присутствия. В организации реального действия они должны реализовываться одновременно и наряду с типологией элементов выражать форму действия как единицы или составляющей деятельности. Более того, на них основано единство таких противоположных свойств действия, как сформированность в результате развития и способность перестраиваться в конкретных условиях, не теряя при этом своего функционального значения в целом.

Таким образом, микроструктурный анализ можно рассматривать как развитие экспериментальных методов теории деятельности. Как отмечалось выше, несомненным итогом генетических исследований познавательных процессов была их трактовка как прижизненно складывающихся функциональных систем или функциональных органов нервной системы (А. А. Ухтомский, А. Н. Леонтьев, А. В. Запорожец). Имеется достаточно много примеров формирования подобных функциональных органов. Наиболее часто упоминают в этом контексте цикл исследований, выполненных под руководством А. Н. Леонтьева и А. В. Запорожца и направленных на формирование фоторецепции кожи, звуковысотного слуха, произвольных сосудистых реакций и т. д. Современная инженерно-психологическая практика умножила число подобных примеров. У операторов в ряде случаев приходилось формировать и отрабатывать такие функциональные органы, которым нет аналога в обыденной жизни. Эти органы формировались в сфере зрения, слуха, тактильной чувствительности и в сфере исполнительных, моторных реакций. Независимо от того, формировались ли перечисленные функциональные органы в лабораторных условиях или в условиях реальной трудовой деятельности, им давалась слишком общая характеристика и указывались условия (большей частью внешние) их формирования. Состав действий и операций, которые выполняются в процессе деятельности этих функциональных органов, оставался скрытым от исследователя. Разработка и использование микроструктурного метода исследований и формирования познавательных процессов, как мы надеемся, поможет не только устанавливать появление той или иной новой функциональной системы, но и давать этой системе более точные качественные и количественные характеристики и более строго контролировать процесс ее формирования и функционирования.

Однако, как отмечалось выше, выявление уровней переработки входной информации осуществлялось в таких экспериментальных процедурах, которые требовали от испытуемых ответной

реакции. Что касается познавательной деятельности, то она развивается во времени. Возникает вопрос, каким образом отдельные уровни переработки информации, обнаруженные при изучении кратковременных процессов, проявляют себя в сложных, целостных, развернутых во времени актах поведения, в том числе и при решении различных перцептивных и мыслительных задач? Соотносимы ли процессы информационного поиска и симультанного восприятия, для которого характерно сканирование следов иконической памяти? Могут ли длительно функционировать ряд блоков переработки без передачи информации в блок вербального перекодирования? Наконец, можно ли зафиксировать переход от одного уровня переработки информации к другому? Иначе говоря, задача состоит в том, чтобы найти адекватные критерии и объективные показатели уровня, на котором развертывается мыслительная деятельность, и типа отображения, которым оперирует субъект, решающий ту или иную задачу.

При решении этого круга задач на нынешнем уровне развития экспериментального исследования познавательной деятельности едва ли возможно расчленение сложных и развернутых актов поведения на составляющие их функциональные блоки. Поэтому нам придется в дальнейшем оперировать не понятием функционального блока, а понятием функциональной системы, т. е. временно отказаться от микроанализа познавательных действий и обратиться к макроанализу.

МАКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТЫХ ФОРМ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В настоящей работе принципы системного подхода использовались при изучении роли внешних и викарных перцептивных действий в процессе мыслительной деятельности. Исследование функций внешних и викарных перцептивных действий проводилось на материале анализа структуры процессов решения задач.

Процесс решения задач рассматривается обычно как мыслительная деятельность, связанная с формированием цели и направленная на переработку информации. Результатом этой деятельности является сформированная последовательность целесообразных действий, с помощью которых возможно достижение цели. Данная деятельность имеет место, когда необходимо раскрыть неизвестное, получить новые знания или найти новый способ действий.

Связанный с характером задачи определенный вид деятельности должен отличаться уровнем и способами переработки информации и иметь свою специфическую форму проявления с отраженными в ней закономерностями строения данного уровня. При этом, очевидно, возможна в некоторых пределах вариант-

ность свойств отдельных действий-составляющих, или элементов, и их организации в зависимости от влияния тех или иных факторов. Однако в целом тип строения не должен изменяться, иначе он будет соответствовать уже новому виду деятельности.

Включение тех или иных действий как составляющих должно определяться характером продукта сличения промежуточных результатов решения с условиями и целью. С таким продуктом связаны непосредственно задача последующей стадии решения и способы дальнейшей переработки и преобразования информации. Подобная зависимость «номенклатуры» и свойств составляющих процессов решения свидетельствуют о возможной типологии строения процессов, т. е. типологии функциональной структуры процесса и форм ее реализации.

Одним из важных вопросов при изучении функциональных составляющих процессов решения задач является выбор объективных индикаторов этих составляющих. В связи с этим в изучении функционального строения познавательной деятельности большую роль играет принцип хроногенной и системной локализации психических функций в коре головного мозга [13]. В качестве примеров можно указать на изучение функциональных состояний мозга при условнорефлекторной стимуляции и при различных психологических пробах; исследование иерархической структуры перцептивных и моторных функциональных систем; изучение патологической дезинтеграции функциональных систем и замещения функций пораженных участков мозга. В результате этих и многих других исследований были получены данные о строении систем, реализующих некоторые виды деятельности, о свойствах их звеньев, а также о характере отношений между последними.

Для использования функциональных характеристик физиологических систем в качестве индикаторов тех или иных познавательных действий необходимо выбрать адекватные информативные признаки этих систем.

В многочисленных исследованиях в качестве таких объективных индикаторов использовались показатели реакций отдельных звеньев специфической или неспецифической системы. Результаты подобной оценки поведения каждого отдельного звена указывают главным образом на величину активности функциональной системы, а в качестве динамической характеристики — на стабильность состояния последней. Вместе с тем при выборе объективных индикаторов познавательных действий необходимо учитывать психологические закономерности формирования и развития познавательной деятельности и форм ее протекания. Наиболее важными, отмеченными Л. С. Выготским, особенностями деятельности являются ее опосредованная структура и взаимосвязь структур. Из этих положений следует, что целостный акт познавательной деятельности может реализоваться не только средствами той или иной функциональной системы, но и средст-

вами определенных отношений систем. И если функциональные характеристики системы могут свидетельствовать об уровне преобразования исходной информации, то закономерность межсистемных отношений должна быть связана, по-видимому, с «эволюцией» результата деятельности.

Очевидно, что такое сложное психологическое строение познавательной деятельности с необходимостью требует привлечения комплекса показателей, которые позволяют в процессе исследования одновременно учитывать функциональное состояние отдельных звеньев различных систем, их взаимосвязь, перестройку состояний и межсистемные переходы.

Исследования первоначально развернутых эффекторных звеньев формирующихся функциональных систем позволили выделить в сложных актах поведения системы, ответственные за ознакомление с проблемной ситуацией, построение ее ОКМ, преобразование модели и принятие решения. Различные формы выделения и абстрагирования релевантных задаче элементов, анализ и оценка признаков, отношений, содержащихся в той или иной проблемной ситуации, манипулирования исходными или преобразованными данными — все это осуществляется посредством внешних и викарных перцептивных действий [16]. Поэтому в нашей работе для исследования процессов решения задач (перцептивных и мыслительных) был использован комплекс показателей реакций периферического и центрального звена зрительной системы и артикуляционной системы. Соответственно использовались показатели глазодвигательных реакций, ЭЭГ-активности затылочной области коры головного мозга и электроактивности речевой мускулатуры.

Движения глаз являются моторным компонентом процессов восприятия и, как показали многочисленные исследования, выполняют поисковые, установочные и гностические функции, функции построения образа объекта, опознания, измерения, контроля и коррекции. Роль затылочной области коры головного мозга в анализе и синтезе зрительных раздражений была подробно исследована во многих работах. В результате установлена связь ЭЭГ-активности с функциональным состоянием зрительной системы, в частности с чувствительностью, с зрительно-афферентационными движениями глаз, с элементарными зрительными ощущениями и с такой сложной по характеру деятельностью, как предметное восприятие, актуализация зрительных образов и симультанный синтез сигналов. Электроактивность речевой мускулатуры служит показателем скрытого проговаривания и внутриречевых реакций, которые непосредственно включены в структуру познавательной деятельности и наиболее тесно связаны с логическими формами мышления. Для регистрации и оценки значений выбранных показателей мы использовали метод одновременной регистрации реакций (полнэффекторный метод), который позволяет анализировать включение и динамику активности

отдельных звеньев системы в процессе решения испытуемыми тех или иных задач.

Изложим теперь результаты исследований, в которых выяснялось, как отдельные уровни переработки информации проявляют себя в целостном акте поведения при решении различных задач, требующих визуального и вербального оперирования исходными данными. В опытах участвовали взрослые испытуемые: операторы, инженеры, художники, архитекторы, студенты. Им предъявлялись задачи, требовавшие анализа элементов исходной ситуации с целью выделения составляющих, на основе которых принималось соответствующее решение. При этом испытуемым не всегда задавались сколько-нибудь конкретные и отчетливые опознавательные эталоны, и им приходилось формировать их в самом процессе решения, руководствуясь ранее установленной системой правил.

В результате ряда экспериментов были выделены (по показателю глазодвигательных реакций, альфа-активности и внутриречевой реакции) фазы внешних и викарных перцептивных действий в процессе решения задач идентификации и опознания по заданному эталону и алфавиту эталонов и, соответственно, оперативных задач. В последнем случае испытуемые сами выбирали критерии оценки ситуации на основании анализа исходных условий и усвоенных при обучении правил решения подобных задач.

В процессе идентификации и опознания начальной была фаза симультанного выделения признаков объекта и сличения их с эталоном. Если на фазе симультанной оценки не было принято решение о классе объекта, то действия испытуемых перестраивались и переходили в фазу сукцессивного, т. е. последовательного поэлементного анализа признаков объекта и их оценки. После окончания симультанной или сукцессивной оценки следовала фаза подготовки или формирования речевого ответа — период внутриречевой реакции.

Все указанные фазы были выделены как в процессе решения задач идентификации признака объекта, т. е. в условиях одноальтернативного выбора эталона, так и при опознании, когда для сличения признаков необходимо было выбрать эталон из ряда альтернатив [21]. В случае оценки более простых кодовых признаков и комбинаций признаков по два и три длительность процесса опознания была значительно больше, чем идентификации. При этом фазы симультанной оценки были почти одинаковые в том и другом случае. Увеличение опознания происходило, главным образом, за счет периодов сукцессивного выделения признаков и формирования речевого ответа. Так, при оценке комбинации из трех признаков, когда при опознании использовался алфавит из 12 эталонов (каждый признак имел четыре модификации), второй период был в два раза больше по сравнению с величиной этого периода при идентификации. Но наиболее значительно увеличивалась фаза подготовки речевого ответа — в три раза. Это можно объяс-

нить тем, что при идентификации испытуемые должны были ответить только «да» или «нет», т. е. соответствует ли предъявленный объект заданному эталону или нет. В случае же опознания испытуемые называли все признаки, которые они оценивали.

Описанные фазы были выделены и в процессе опознания более сложных объектов, например, типа машины, предъявленной в контурном изображении [19]. Какова роль указанных фаз в процессе опознания сложных изображений?

При небольшой длительности (0,8—1,5 сек.) процесс опознания состоял из фаз симультанной оценки объекта и формирования речевого ответа. В случае же, когда объект оценивался более длительное время (от 2,0—10,0 сек.), увеличивалась не только фаза симультанного восприятия, но и включалась вторая фаза — сканирование изображения и поэлементное сличение его признаков. Величина периодов формирования речевого ответа в наименьшей степени влияла на общую длительность процесса.

Таким образом, результаты экспериментов свидетельствуют о том, что способы симультанного и сукцессивного опознания отличаются прежде всего характером опознания, основными средствами являются внутренние перцептивные действия и объект воспринимается по целостным признакам. Поэтому функции периферии ограничиваются минимальным отбором информации. Но если сличение и выбор эталона осложняются недостаточной информативностью признаков, извлеченных из стимула, или невысоким качеством эталона, то повышается удельный вес поэлементного обследования объекта средствами внешних перцептивных действий.

Обнаруженные фазы поэтому могут оцениваться как макроэлементы функциональной структуры опознавательной деятельности, представляющие собой отдельные, но определенным образом связанные действия.

В процессе решения оперативных задач наряду с указанными фазами были выделены еще фазы анализа условий и формирования новой ОКМ ситуации, когда испытуемые перестраивали предъявленные условия задачи средствами викарных перцептивных действий [8]. Анализ заданных и нахождение новых свойств и отношений объектов, необходимых для решения задачи, требует определенных преобразований первоначальных условий. Эти преобразования могут состоять из абстрагирования тех или иных внутренних связей объектов, учет которых позволит изменить свойства, форму предметов или переводить их в различные состояния. Выявить же связи до или без практического преобразования предметов невозможно, так как только в процессе преобразования они себя обнаруживают [22], [4]. Характеризуя познавательные действия, вскрывающие ненаблюдаемые внутренние связи, В. В. Давыдов [15] отмечает, что к ним относятся прежде всего чувственно-практические действия, которые могут реально изменить объект изучения, осуществлять экспериментирование над ним. Прообразом этих действий являются предмет-

но-практические действия, но став познавательными, они превращаются в фазу мышления, которое совершается по законам логики содержательно-предметных преобразований [29], [23]. Основная роль этих действий связана с использованием тех способов преобразования объектов, которые сложились при оперировании с реальными предметами [25], [12].

Результаты исследований онтогенеза перцептивных действий и процессов формирования образа свидетельствуют о том, что чувственно-практические действия с образом могут осуществляться на основе манипулятивной способности зрительной системы. Средством реализации этих действий, которые направлены на съем информации не из внешнего мира, как внешние перцептивные действия, а со следа, накопленного сетчаткой, или визуализированного образа [16], являются викарные перцептивные действия.

Таким образом, в процессе решения оперативных задач были выделены четыре основные фазы: фаза ознакомления с элементами ситуации и выделения признаков, релевантных задаче, фаза анализа отношений отдельных свойств элементов и формирования ОКМ ситуации, фаза выбора варианта решения из известных, усвоенных в процессе обучения, и фаза перестройки условий заданной ситуации или манипулирования исходными данными с целью построения новой модели ситуации.

Анализ отношений этих фаз показал, что переходы между ними в процессе решения задач уже не были так однонаправлены, как при опознании. Переход от фазы к фазе имел рекурсивный характер: после первой могла включаться вторая или третья, затем был возврат к одной из них или переход к четвертой фазе и т. д. Кроме этого, в связях фаз была установлена определенная закономерность. Так, от фазы ознакомления или анализа ситуации возможен был переход к любой из остальных трех фаз и очень редким был переход к формированию речевого ответа. Иным образом были связаны третья фаза — выбора варианта решения и фаза перестройки исходных данных — четвертая. От этих фаз наблюдался часто возврат к повторному выделению элементов и их отношений, а вероятность перехода между ними равнялась нулю, т. е. не было перехода от опознавательных действий непосредственно к построению новой модели ситуации. Для этого необходим был возврат сначала к анализу ситуации, выбору новых данных и только затем к фазе манипулирования. После третьей и четвертой фаз часто следовал период подготовки речевого ответа.

В результате процесс решения оперативных задач можно также рассматривать как систему последовательных познавательных (перцептивных, мнемических, умственных) действий. Основная часть фаз связана с анализом и выделением элементов проблемного комплекса и продуктивным преобразованием последнего. Указанная последовательность фаз решения свидетельствует об определенном их взаимоотношении и зависимости включения последу-

ющего этапа от результатов действий на предыдущем этапе. Продукт, полученный на предыдущем этапе, может удовлетворять лишь части требований и условий решения задачи и оказаться непригодным для окончательного решения. Поэтому необходимо дальнейшее преобразование его, дополнение и передача на другие уровни переработки. Отсюда решение задачи в целом выступает как сложная организация ряда функционально различных процессов переработки информации. Все процессы как элементы деятельности обладают собственными качественными и количественными характеристиками, однако функциональное значение последних изменяется в зависимости от влияния ряда факторов.

Как показали наши исследования, одним из таких факторов может быть характер поставленной цели и задачи деятельности. Так, в случае деятельности в режиме опознания, когда цель заранее сформулирована и заданы критерии оценки, процесс решения, т. е. его функциональная структура, строится на элементах, направленных непосредственно на достижение цели — результата. Закономерность связи между подобными элементами подчинена также развитию результата, например, задаче дополнения интегральных признаков, выделенных на первой фазе симультанного опознания и обобщенной оценки, данными анализа отношения отдельных элементарных признаков в определенной их последовательности или локализации на плоскости (в пространстве). Генетические исследования формирования опознавательных действий показали, что как симультанный, так и сукцессивный способ может являться в одинаковой мере средством достижения результата. С позиций этого вида анализа основное различие их заключается лишь в характере предметного содержания, т. е. количественного и качественного использования признаков. Следовательно, связь этих элементов, их упорядоченность в общей организации процесса решения должны быть подчинены развитию результата предыдущей фазы. Пример такой связи мы наблюдали при опознании сравнительно простых признаков объекта и более сложных и при использовании одного эталона и целого алфавита. Последние влияли лишь на длительность фаз и их включение в качестве дополнительного способа переработки, т. е. могли изменять их отдельные частные свойства, но не изменяли структуры процесса, закона связи в целом. На заключительном этапе решения к средствам выделения и развития предметного содержания результата деятельности добавляются средства выражения последнего в знаковой форме (речевого ответа). Такая процессуальная особенность этой последней фазы решения, как длительность, также мало зависит от состава и характеристик предыдущих фаз, а в наибольшей степени связана с тем содержанием, которое представляется в знаковой форме.

Если рассматривать в целом отношения указанных средств, то можно заключить, что первые связаны направленностью пополнения знания, перевода его в область хотя и более детального, но значительно большего по объему содержания. Действия же, связан-

ные с наименованием, подчинены задаче отражения продукта или его перевода в иную форму, на иной язык.

Совершенно иное строение имел процесс решения оперативных задач, когда цель (необходимый способ управления объектом) не была заранее четко сформулирована и, соответственно, не были заданы критерии отбора информации. Испытуемые должны были выделить их или сформировать в процессе анализа и обобщения отношения объектов исходной ситуации. Поэтому эти задачи не могли решаться только средствами опознавательных действий, пригодных для достижения известной цели. Необходимы были действия опробывания цели, ее предметного наполнения [27] в процессе контакта со средой. Такими действиями должны быть, очевидно, чувственно-практические, например, викарные перцептивные действия, которые могут вводить во взаимодействие отдельные абстрагированные свойства объектов или располагать их в различных отношениях.

В связи с этим в процессе решения оперативных задач не было прямого перехода от фазы опознания (выбора варианта решения из известных) к фазе манипулятивных действий (построения нового варианта). Связь между этими фазами осуществлялась только через фазы анализа и выделения свойств объектов, т. е. через среду, в которой протекала деятельность. Такая связь была следствием того, что опознавательные действия заканчивались отрицательной оценкой известных способов управления и приводили к постановке задачи построения нового способа управления и с этой целью — к выбору новой информации. С подобными задачами был связан рекурсивный характер переходов между фазами и взаимодействие через среду (условия задачи). Вместе с тем можно предположить, что при этом «старое» не исчезает бесследно, не «выбрасывается» полностью, а служит в качестве направления формирования нового, т. е. своеобразного направления развития предметного содержания. Переходный момент такого развития может заключаться, очевидно, в выдвигении новых положений относительно необходимой для решения информации и привлечения иных категориальных средств, экстраполяции установленных принципов строения объекта на новую область анализа и т. д. Следовательно, в указанных связях, или переходах, между отдельными фазами — элементами процесса познавательной деятельности может выражаться закономерность, форма движения мышления, движения к новому знанию на основе логики развития предметного содержания.

Иными словами, характер средств и их связь в целостном акте решения задачи подчинены не непосредственному взаимодействию, при котором изменяются потенциальные свойства каждого средства и которое могло бы рассматриваться как онтологическое отношение [33]. Такой тип отношений мы смогли наблюдать только в структуре функциональных блоков и при формировании структуры операций. Элементы деятельности связаны отношениями

результат — цель, т. е. только отношениями гносеологическими. Закон связи таких средств определяется логикой развития предметного содержания и, следовательно, может рассматриваться как функциональная структура, или форма реализации, определенного вида деятельности.

В результате организацию уровней переработки информации в процессе познавательной деятельности можно представить следующим образом. Первоначальная переработка информативных свойств среды как внешних средств деятельности осуществляется средствами функциональных блоков и подчиняется генетическим и функциональным (способу преобразования) закономерностям организации структуры блоков. Первые связаны с модальностью и энергетическими свойствами как внешних средств, так и органа восприятия, вторые — с выбором внутренних средств понятий и средств реализации. Организованная структура блоков представляет операционную составляющую действия, средствами которой отражаются определенные свойства предметного содержания и выбирается программа отражения этого содержания иным способом или иной функциональной системой в связи с задачей действия. В соответствии с задачей сменяются и средства-понятия и тем самым определяется связь операций в структуре действия. Исходная информация, которая проходит такой путь переработки, начинает выступать в качестве результата действия и может сливаться с поставленной целью деятельности или подцелью.

Но выбранная цель деятельности не всегда является жестким критерием достижения необходимого результата деятельности, а часто требует еще своего «опробования» действием и предметного наполнения. Одна из форм несовпадения цели и результата деятельности «определяется невозможностью учесть в целеполагании все реальные последствия, порождаемые осуществлением той или иной цели. В частности, человеку в большинстве случаев не до конца известны силы, «дремлющие» в средстве и пробуждаемые использованием этого средства» [35]. Поэтому возникает задача построения нового информационного или предметного содержания, задача нового действия и т. д. до совпадения результата и цели.

В качестве вывода об основных средствах познавательной деятельности следует отметить, что полученные данные свидетельствуют о том, что внешние и vicарные перцептивные действия могут быть средством анализа и обобщения не только наглядно представленных условий задачи, но и соотнесения их возможных смыслов и значений. Крайне характерно, что при, казалось бы, психофизиологическом исследовании восприятия в полный рост встают традиционные для классической психологии проблемы образного отражения, визуализации, феноменальной динамики и т. п. Игнорирование образного плана делает любое психофизиологическое исследование познавательной деятельности, каким бы технически вооруженным оно ни было, теоретически бесперспективным. Какое бы большое значение ни имел уровень психофизиологичес-

кого анализа, исследование перцептивных действий не может ограничиться только этим дополнением к уже имеющимся методам их изучения. Психофизиологический уровень анализа выдвигает новые серьезные проблемы. На основании психофизиологического анализа мы можем более отчетливо, чем прежде, представить себе, какие функциональные структуры реализуют те или иные виды познавательной деятельности.

Вместе с тем, как только мы попытаемся определить операционный состав внешних и внутренних форм действий, оказывается, что необходимо либо использовать концептуальный аппарат и соответствующие единицы анализа, развитые при изучении восприятия на микроуровне, либо строить новый концептуальный аппарат, обращаясь к методам микроструктурного исследования познавательной деятельности.

На основе психофизиологического анализа мы можем получить данные о том, насколько существенно в выполнении того или иного перцептивного действия участие функциональных систем, обеспечивающих, например, процессы внешнего и внутреннего сканирования, манипулирования образами и т. п. Мы получаем информацию о том, в какие отрезки времени максимально загружена та или иная функциональная система. Но мы не можем на основании этих данных определить, какова скорость сканирования информационного поля, какие именно преобразования и манипуляции с предъявленной информацией совершает испытуемый. То ли это преобразования типа включения — исключения, то ли перестановки, поворота, рассечения или преобразования, связанные с перекодированием, переводом на другой язык, или, наконец, преобразования, связанные с извлечением или приданием смысла и присвоением значения и т. п. Каждый из перечисленных типов переработки информации может характеризоваться различной степенью оформленности, а соответственно, и различной актуальной (и потенциальной) продуктивностью. Одни и те же типы преобразований могут использоваться для обработки различного предметного содержания.

Характеристика подобных преобразований в терминах макроструктур и систем пока еще оказывается довольно бедной. Каждое из них следует подвергнуть специальному качественному и количественному анализу. Иными словами, проблема состоит в том, чтобы выделенные на уровне психофизиологического анализа системы функций наполнить специфически психологическим содержанием и, таким образом, найти методологически убедительный путь включения их в предмет психологии.

Для анализа строения мы попытались использовать категориальный аппарат функциональных структур, с помощью которого возможно членение деятельности на отдельные фазы, реализуемые средствами тех или иных познавательных действий. Указанные фазы рассматривались нами как относительно самостоятельные

элементы, не только характеризующие процессуальную сторону деятельности, но и интимно связанные с ее задачами и предметным содержанием. Методы системно-структурного анализа оказались полезными для выявления как межэлементных отношений, так и связи элементов с результатом деятельности. Наибольшую помощь методы системно-структурного анализа оказывают в выявлении и характеристике типов связей между элементами. Это важнейший пункт исследования деятельности, так как именно на основе различных типов связей происходит упорядочение отдельных элементов деятельности и консолидация их в целостную структуру.

Таким образом, категориальный аппарат функциональных структур является средством более адекватного природе психического представления строения деятельности и роли отдельных действий как в ее структуре, так и в достижении стоящей перед субъектом цели. В этом, в частности, заключается большое преимущество этого типа анализа по сравнению с использованием других концептуальных схем (информационно-кибернетическая, логикоматематическая и т. п.). В свете принципов системного подхода становится очевидной неадекватность широко распространенной точки зрения на психофизиологические показатели по преимуществу как на корреляты деятельности. В действительности они должны рассматриваться как показатель включения тех или иных средств деятельности (внешних или внутренних). Этот тезис крайне важен с методологической точки зрения, так как он служит основой материалистической и вместе с тем монистической трактовки психического.

В настоящей работе была сделана попытка применить методы системно-структурного анализа лишь в области познавательной и исполнительной деятельности. Здесь мы столкнулись со многими неясными и трудными проблемами. В частности, крайне важна и сложна характеристика новых качеств, которые приобретают формирующиеся функциональные структуры: и в области психологического исследования возникает проблема системных качеств (см. [24]).

Не меньшими будут трудности распространения этого типа анализа на другие области психологии, в частности на область эмоционально-волевой сферы. Однако в целом использование методов системно-структурного анализа представляется нам перспективным. Материал этой работы, как нам кажется, свидетельствует о том, что психологическая наука в настоящее время становится на твердую собственную почву. Экспериментальная психология сейчас по точности становится соизмеримой с другими естественными науками и в ряде случаев, может быть, даже начинает превосходить их. Поэтому различные формы редукционизма постепенно отмирают сами собой. Однако радоваться этому преждевременно. Перед психологической наукой возникают новые туманные дали, в психологию возвращается мир образных явлений, мир значи-

мых переживаний, и в процессе изучения этих миров снова начнутся преждевременные поиски «физики» и твердой почвы и появятся новые формы редукционизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин П. К. Электроэнцефалографический анализ условного рефлекса. М., 1958.
2. Астафьев А. К., Зобов Р. А. О понятии функциональной структуры.— В кн.: Методологические вопросы системно-структурного исследования. М., 1967.
3. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., 1966.
4. Библер В. С. Творческое мышление как предмет логики.— В кн.: Научное творчество. М., 1969.
5. Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системный подход в современной науке.— В кн.: Проблемы методологии системного исследования, М., 1970.
6. Веккер Л. М. Психические процессы. Л., 1974.
7. Веденов М. Ф., Кремянский В. И. Соотношение структуры и функции в живой природе. М., 1966.
8. Венда В. Ф., Гордон В. М. Экспериментальное исследование процесса решения оперативных задач.— В кн.: Эргономика. Принципы и рекомендации, вып. 3. М., 1971.
9. Вучетич Г. Г., Зинченко В. П. Сканирование последовательно фиксируемых следов в кратковременной памяти.— «Вопросы психологии», 1970. № 1.
10. Выготский Л. С. Психология и учение о локализации.— В кн.: Тезисы Всеукраинского психоневрологического съезда. Харьков, 1934.
11. Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий.— В кн.: Психологическая наука в СССР, т. 1. М., 1959.
12. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий.— В кн.: Исследования мышления в советской психологии. М., 1966.
13. Гращенко Н. И., Лурия А. Р. О системной локализации функций в коре головного мозга.— «Неврология и психиатрия», 1945, № 1.
14. Гордеева Н. Д., Девизвили В. М., Зинченко В. П. Микроструктурный анализ исполнительной деятельности. М., 1974.
15. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. М., 1972.
16. Зинченко В. П., Вергилес Н. Ю. Формирование зрительного образа. М., 1969.
17. Зинченко В. П. О микроструктурном методе исследования познавательной деятельности.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 3. М., 1972.
18. Зинченко В. П., Гущева Т. М., Гордон В. М. Исследование зависимости времени и функциональной структуры реакции при опознании графических изображений.— В кн.: Вопросы экспериментального исследования скорости реагирования. Тарту, 1971.
19. Зинченко В. П., Мунипов В. М., Гордон В. М. Исследование визуального мышления.— «Вопросы психологии», 1973, № 2.
20. Зинченко П. И. Непроизвольное запоминание. М., 1961.
21. Зинченко Т. П., Чудесенко О. П., Гордон В. М. Особенности идентификации и опознания кодовых признаков.— В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 8. М., 1974.
22. Ильенков Э. В. Идеальное.— «Философская энциклопедия», т. 2. М., 1962.
23. Ильенков Э. В. Диалектическая логика. М., 1974.
24. Кузьмин В. М. Системное качество.— «Вопросы философии», 1973, № 9, 10.

25. Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М., 1959.
26. Леонтьев А. Н. Автоматизация и человек.— «Психологические исследования», вып. 2. М., 1971.
27. Леонтьев А. Н. Проблема деятельности в психологии.— «Вопросы философии», 1972, № 9, 12.
28. Леонтьев А. Н. Деятельность и личность.— «Вопросы философии», 1974, № 4, 5.
29. Мамардашвили М. К. Формы и содержание мышления. М., 1968.
30. Подъяков Н. Н. О развитии элементарных форм мышления в дошкольном возрасте. Душанбе, 1973.
31. Пиже Ж., Инельдер Б. Память и интеллект. М., 1969.
32. Свидерский В. И., Зобов Р. А. Уровни организации в свете представлений об элементах и структуре.— В кн.: Развитие концепции структурных уровней в биологии. М., 1972.
33. Свидерский В. И., Зобов Р. А. Новые философские аспекты элементарно-структурных отношений. Л., 1970.
34. Стрелков Ю. К. Микроструктурный анализ преобразований информации: — В кн.: Эргономика. Труды ВНИИТЭ, вып. 3. М., 1972.
35. Юдин Э. Г. Философский анализ структуры деятельности.— «Вопросы философии», 1968, № 9.
36. Dayan M. Le codage mnemonique.— «Bulletin de Psychologie», 1972, № 271.
37. Haber R. N. Information processing approaches to visual perception. N. Y., 1969.
38. Mayzner M. S., Tresselt M. Visual information processing sequentially presented inputs. A general model for overprinting, sequential blanking and displacement phenomena.— «Annals of Academy of Science», 1970, vol. 169.
39. Neisser U. Cognitive psychology.— In: Appleton centenary cross. N. Y., 1969.
40. Sperling G. Short-term memory and scanning in processing of visual information.— «Science», 1970, vol. 11.

ЛИЧНОСТЬ КАК СИСТЕМА КОНСТРУКТОВ. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Дж. КЕЛЛИ

И. Н. КОЗЛОВА

В современных психологических концепциях личность обычно рассматривается как целостная функциональная система. В зарубежной психологии с системным подходом к личности связываются имена З. Фрейда, К. Левина, Г. Мюррея, Г. Олпорта, К. Роджерса и др. Хотя не все эти теоретики употребляют термин «система», но понятие системы имплицитно содержится в их концепциях. Такой подход имеет богатую традицию и в отечественной науке. Как справедливо отмечает К. К. Платонов, сейчас нет, пожалуй, ни одного советского психолога, занимающегося проблемами личности, который не говорил бы о ее структуре. Подход к структуре личности намечается в трудах С. Л. Рубинштейна [12], [13] и выступает на передний план в работах современных советских философов и психологов: В. Г. Афанасьева [1], В. Н. Мясищева [7], А. Г. Ковалева [3], В. С. Мерлина [6], К. К. Платонова [8] и др.

Применение системного подхода к теории личности налагает вполне определенные требования не столько на содержание концепций, сколько на тип, способ теоретического объяснения, которое непременно включает в себя те или иные представления о единстве компонентов, составляющих личность, о связях между ними и их отношениях к целому.

Методологическая общность теоретической схемы не исключает того, что теории личности могут быть глубоко различны по своей психологической сущности: главным здесь оказывается то, что в истоках любой концепции лежит поиск и выделение определенных инвариантных характеристик личности. Но вместе с тем каждая теория имеет свой центр приложения, из которого вытекает некоторый конкретный объяснительный принцип, задающий систему связей личностных характеристик. Так, в психоанализе, например, центральным понятием является «бессознательное влечение». Фрейд строит модель личности на поляризации двух инстинктивных сил (Эроса и Танатоса), указывает уровни их функционирования (бессознательный, подсознательный и сознательный) и на основе классификации принципов, которым эти влечения подчиняются, выделяет подсистемы личности (Id, Ego, Super-Ego). Вся динамика личности сводится при этом к раз-

личным типам преобразований бессознательных влечений. Степень и особенности подавления этих влечений определяют многообразие психических организаций (типов личности). В теории Роджерса в роли такого основополагающего понятия, центрального для понимания личности в целом, выступает «самооценка», у К. Левина — понятие «поля». Для большинства советских психологов основным объектом анализа оказывается направленность личности, ее мотивационная сфера, рассматриваемая как основная личностная детерминанта деятельности.

В числе других личностных черт все чаще объектом внимания исследователей становятся устойчивые когнитивные характеристики — составные элементы так называемого познавательного стиля личности. В традиционных концепциях личности когнитивные характеристики обычно интерпретируются как проявления личности, объясняемые через другие понятия, которые занимают центральное место в каждой конкретной теории. Для последних десятилетий в развитии зарубежной психологии характерна тенденция рассматривать познание в качестве объяснительного принципа, основного для понимания личности. Иными словами, познание превращается из «объясняемой» категории в «объясняющую». Наиболее ярким и законченным выражением когнитивного подхода к личности является психология личностных конструкторов Дж. Келли¹.

Внутри категории «познание» в качестве детерминант поведения могут рассматриваться либо содержания наших представлений (самооценка, социальные ожидания и т. п.), либо формальные характеристики познания, организация представлений (например, структура когнитивного поля, наличие когнитивного баланса или диссонанса и т. д.). В концепции Келли делается попытка интеграции этих двух подходов.

Судьба психологии личностных конструкторов была несколько необычной в том смысле, что она не стала общепринятой и в то же время не была отвергнута. Она не вошла в моду, как, например, теория когнитивного диссонанса или метод семантического дифференциала. Судьба ее не похожа на судьбу психологии личности Олпорта, которой восхищались, но практически не использовали. Теория личностных конструкторов развивалась медленно, но неуклонно, и сейчас она представляет собой одно из наиболее фундаментально и планомерно разрабатываемых направлений в психологии последнего полувека.

Келли посвятил разработке своей теории и метода исследования более тридцати лет. После смерти ученого работа продолжалась его последователями в Америке и Англии. Количество экс-

¹ Джордж Келли (1905—1966) — американский психолог, был профессором университета в Огайо. Над своим основным трудом, «Психологией личностных конструкторов» [21], опубликованным в 1955 г., Келли работал около двадцати лет. Теоретическая концепция в значительной мере опирается на его богатый опыт работы в качестве психотерапевта. Работы Келли не переведены на русский язык, поэтому в статье наряду с анализом дается изложение его теории.

перимектальных исследований, выполненных в русле концепции Келли, исчисляется сотнями. Метод Келли используется при изучении мышления в норме и патологии, применяется в социально-психологических исследованиях межличностных отношений, а также восприятия и понимания человека человеком. С его помощью проверяются положения других концепций (в частности, психоанализа). Самостоятельную область исследования, уходящую корнями в психологию личностных структур, образовали работы по «когнитивной сложности». Имеются публикации, обобщающие многолетний опыт экспериментальной проверки некоторых следствий теории [14], [15], [17]. Концепция оформилась, и ее теоретический анализ становится насущной необходимостью.

Основные положения концепции Келли не возникли в теоретическом вакууме, хотя в то время лишь немногие психологические концепции использовали в качестве единицы анализа «катеорию». Так, И. Толмен и Дж. Брунер использовали категории и отношения между ними в развиваемых ими понятиях когнитивных карт и планов. В 1957 г. Ч. Осгуд [26] предложил метод «семантического дифференциала», который был быстро подхвачен (особенно лингвистами). Вышедшая за два года до этого работа Келли [21] первое время оставалась незамеченной. Интерес к этим методикам значительно вырос позднее, в первую половину 60-х годов, которые можно назвать эрой концептуального анализа, в отличие от 50-х — периода проективных методик.

Налицо заметные, а иногда и явные аналогии между идеями Келли и мыслями авторов других работ по проблеме мышления, появившихся в печати в середине 50-х годов, в том числе Дж. Брунера [18] и Ч. Осгуда [26]. С другой стороны, есть в концепции Келли нечто общее с подходами к личности тех психологов, которые смотрели на проблему с совершенно иных, некогнитивных точек зрения. Так же, как психоанализ и концепция Роджерса, новая теория формировалась на клиническом материале. В описании механизмов познавательной деятельности чувствуется влияние фрейдовского понятия «проекции». Вслед за Фрейдом и Роджерсом Келли подчеркивает целостность личности, обращает большое внимание на индивидуальные различия. И все же концепция Келли не случайно носит название когнитивной: «в ней подчеркивается характер восприятия человеком действующих на него стимулов, пути истолкования и преобразования этих стимулов в отношении к уже существующим структурам и особенности поведения индивида, связанные с такими интерпретациями и трансформациями» [23, стр. 333].

В концепции Келли объективная реальность не отрицается, но она детерминирует деятельность, будучи уже преломленной, трансформированной личностью. Иначе говоря, в качестве детерминанты поведения выступает не реальность сама по себе, а реальность в ее отношении к субъекту деятельности. Психолога интересует прежде всего то, как человек истолковывает то или иное явление,

как представляет себе обстоятельства; именно это, по мнению Келли, характеризует человеческую личность. Он утверждает, что его теория не является просто концепцией познания; тем не менее она касается прежде всего усилий человека понять (а в терминологии Келли — сконструировать) окружающую его действительность.

Келли разработал собственную, во многом отличную от традиционной, систему психологических понятий. Поэтому анализ его теории целесообразно начать с пояснения терминологии, и прежде всего с характеристики такого фундаментального понятия, как психика и ее функции. Главная функция человеческой психики, по Келли, заключается в исследовании реальности, а именно в прогнозировании будущего и контроле над поведением. Поскольку психика выполняет исследовательские функции, между задачами, возникающими перед любым человеком, и проблемами, которыми занимается ученый-исследователь, может быть проведена аналогия: фундаментальные принципы познавательной деятельности общи для всех. Каждый человек строит гипотезы, взвешивает, оценивает данные опыта, и несовпадение индивидуальных мнений соответствует различию точек зрения ученых. Таким образом, профессиональная деятельность исследователя послужила моделью познавательной деятельности вообще. И если наука начинается с систематизации фактов, то с этого же начинается и познавательная деятельность любого индивидуума. Эта классификация, согласно Келли, принимает форму конструирования. Термин «конструирование» обычно употребляется им синонимично «интерпретации», «толкованию». Человек интерпретирует реальность, воздвигая систему конструкторов, внутри которой факты приобретают смысл. «Индивид испытывает определенные влияния со стороны внешнего мира, воспринимает сходство и различие между явлениями, формирует понятия или конструкторы, организующие, систематизирующие события, и на основании имеющихся конструкторов пытается их прогнозировать. Это то общее, что характерно для всех людей как исследователей» [27, стр. 336].

Специфическое понимание Келли сущности человека определило выбор основной единицы, из которой исходит анализ личности, — конструктора. Термин «конструктор» был заимствован Келли из методологии науки. Любая наука оперирует теоретическими конструкторами — понятиями, которые постулируются для объяснения фактов, данных в наблюдении. Научный конструктор приложим к множеству ситуаций, он обобщает имеющийся материал и делает возможным прогнозирование пока отсутствующих данных. Таким образом, конструктор — это логическая констатация связи, из которой путем дедукции может быть выведено объяснение данной фактической связи явлений².

Основные характеристики научного конструктора, т. е. обобщение явлений, констатация связи между ними и возможность пред-

² Подробнее о теоретических конструкторах см. [4], [22, стр. 22—24] и [24, стр. 42—46].

сказания новых событий, присущи и «личностному конструкту» — понятию, вводимому Келли. Но соотношенность понятий в личностном конструкте носит совершенно особый характер — характер противопоставления. Конструктом Келли называет способ истолкования реалей как сходных между собой и в то же время отличных от других реалей. «Конструкт — это симультанная констатация сродства и различия» [21, стр. 133], это контраст, который человек замечает между двумя группами явлений. Приложение конструкта позволяет различать элементы и группировать их. Конструкты имеют форму биполярных понятий (белый — черный, эгоист — альтруист и т. п.), но отличаются от понятий не только по форме. «Классическая дефиниция понятия включает в себя элементы, одинаковые в определенном отношении, и исключает все остальные элементы. Понятие обычно относится к категории, существующей в природе. В отличие от него конструкт — это «личностное изобретение», это истолкование, которое накладывается на реальность. И что еще более важно, он дает основание для констатации сродства, контраста и исключения всех событий, иррелевантных данному различию [15, стр. 19].

Конструкт, по мнению Келли, образует элементарную единицу мышления, аналогичную понятию, принятому за единицу анализа Л. С. Выготским. Под понятием обычно имеется в виду некоторое общее представление, приложимое к ряду конкретных случаев; оно извлекает из объектов какую-то общую характеристику, тогда как различие остается вне сферы приложения логического понятия. В функционировании же такой единицы, как конструкт, обобщение и различие имеют место одновременно³. И в истории развития науки, и в опыте отдельной познающей личности конструкты образуются на основе предметной соотношенности познаваемого. Как отмечает К. К. Платонов, «не может быть понятия «голод» без понятий «сытость» и «жажда»; «мы» без «они»; «способный» без «неспособный» и т. д., как не может быть этих парных явлений одного без другого» [8, стр. 20]. Эта взаимосвязь явлений отражается в связи понятий, образующих конструкт. Такое противопоставление явлений в значительной степени становится возможным благодаря включенности второй сигнальной системы. Применение слов дает возможность отвлечься от промежуточных градаций в континууме и оперировать только крайними значениями.

Итак, конструкты — это средства, пути толкования мира. Факты рассматриваются глазами наблюдателя и подвержены влиянию избирательности и искажений, характерных для его точки

³ Следует отметить, что в процессе использования понятия как психологической категории роль различия также велика (на это указывает, в частности, У. Гарнер [19]). Всякое понятие предполагает свое отрицание. С другой стороны, психологически понятие не исключает момента субъективизма. Таким образом, грань между понятием и конструктом становится менее четкой, но не стирается, на чем мы еще остановимся далее.

зрения. «Гипотеза — это сконструированные личностью факты. Она выводится путем дедукции столько же из авторского конструкта, сколько из самих фактов» [21, стр. 133]. Одни и те же события могут рассматриваться в свете двух или более конструктивных систем⁴. Сами события не принадлежат ни к одной из систем.

Человек сам протояет пути видения мира, в котором он живет, действительность не дает их готовыми. Индивид замечает, что некоторые люди высокие, некоторые небольшого роста; одни имеют твердый характер, другие — мягкий; есть добрые и есть злые. Эта констатация сходства и различия ведет к формированию конструкта. Впрочем, Келли не останавливается особо на процессе формирования конструктов, его интересует прежде всего функционирование уже имеющихся конструктивных систем.

Разные люди выделяют в объектах различные признаки, членят реальность различным образом. Человек свободен истолковывать события, но он связан своим истолкованием. Одни из альтернативных путей толкования более соответствуют целям человека, чем другие. Конструкты могут подвергаться испытанию с точки зрения их пригодности для предвидения хода событий. Результаты апробирования конструктов определяют желательность их сохранения, изменения или немедленного замещения. Поскольку действительность прямо не определяет системы конструктов данного человека, то последняя может быть подвергнута реконструкции (без изменения действительности, на которую накладывается толкование). Таким образом, человек не является жертвой обстоятельств до тех пор, пока он не истолковывает их соответствующим (вернее говоря, несоответствующим) образом.

Включая в себя сходство и различие, конструкт формируется на базе по меньшей мере трех элементов: два элемента должны восприниматься как сходные между собой, а третий — как отличный от первых двух. Признак, по которому два элемента истолкованы как одинаковые, образует полюс сходства данного конструкта; признак, по которому они противопоставляются третьему элементу, — контрастный полюс. Элементами называются реалии, из которых абстрагируется конструкт. В других психологических системах они обычно носят название «объектов».

Объекты обладают множеством свойств. Как понимается субъектом взаимосвязь этих свойств, зависит от типа прилагаемого к объекту конструкта. Келли выделяет три типа конструктов: ограничительный, констелляторный и пропозициональный. Ограничительный конструкт позволяет истолкование элементов, входящих в область его приложения, только внутри него самого. Примером может служить утверждение: «Если это мяч, то это не что иное, как только мяч». Констелляторный конструкт фиксирует некоторое

⁴ Под конструктивной системой имеется в виду система личностных конструктов, исключая все значения, сопутствующие термину «конструктивный» в логике и методологии.

число альтернатив, приложимых к его элементам. Такие конструкторы обеспечивают стереотипное или типологическое мышление, например: «Если это мяч, то он должен быть круглым, упругим и не слишком большим, чтобы его можно было удержать в руках». Пропозициональный конструктор не определяет принадлежности своих элементов к другим дихотомиям. Этот тип конструктора выражает «философский» подход к объекту: «Мяч — это некоторая круглая масса», и ему может быть приписано неограниченное количество характеристик, например, некоторая ценность или даже французский акцент [15, стр. 220].

Поскольку конструктор выступает как единица мыслительной деятельности, как средство логической организации опыта, то элементами, из которых он абстрагируется и для истолкования которых используется, могут служить любые предметы реального мира, их свойства и связи, в том числе люди и их отношения. В последнем случае в понятие конструктора включается новый момент — социально-психологический.

В тесте, созданном Келли и полностью соответствующем духу его теории, в качестве элементов выступают люди, составляющие ближайшее окружение исследуемой личности. Тест имеет много общего с другими широко распространенными классификационными методиками и относится к разряду ролевых конструктивных системных тестов (для краткости будем называть их конструктивными тестами), процедура проведения которых одинакова для всех разновидностей. Испытуемый пишет на карточках имена людей, исполняющих по отношению к нему те или иные роли (родителей, друзей, учителей, сослуживцев и т. п.). Заполненные карточки предъявляются испытуемому по три и его просят ответить на вопрос: «По какому существенному, на ваш взгляд, признаку двое из этих людей похожи друг на друга и в то же время отличны от третьего?» Ответы испытуемого записываются в рубриках «полюс сходства» и «контрастный полюс», вслед за чем испытуемый сортирует по данному признаку остальные карточки. Процедура повторяется 20—30 раз.

Матрица конструктивного теста имеет следующий вид (см. стр. 135).

Значок в таблице означает приложение к данной фигуре полюса сходства, пустоты означают истолкование фигуры с помощью контрастного полюса конструктора. Конструкторы считаются функционально однозначными, если порядок значков и пустот в соответствующих рядах совпадает, несовпадение словесных обозначений при этом не учитывается (примером могут служить конструкторы 1 и 4). Наличие функционально одинаковых дихотомий снижает общее число конструкторов в матрице, так как при подсчете количества конструкторов одинаковые дихотомии рассматриваются как один конструктор. При анализе результатов теста учитываются содержательная сторона конструкторов, их количество и соотношение между ними. Таким образом, мы получаем данные для качественного,

	я	мать	отец	друг	и т. д.																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	полюс	сходства —
																						контраст
1	×	×	×	×	×		×		×	×	×		×	×	×	×	×	×	×			ОПТИМИСТ — пессимист
2		×		×	×			×		×	×					×		×		×		музыкальный — нет слуха
3	×		×	×	×		×			×	×		×		×		×		×			энергичный — ленивый
4	×	×	×	×	×		×		×	×	×		×	×	×	×	×	×	×			заинтересованный — незаинтересованный
5			×			×	×			×	×											педантичный — непедантичный и т. д.

количественного и структурного анализа совокупности личностных конструктов, а это означает, что удовлетворяются основные требования системного подхода к предмету исследования.

Система конструктов выступает в психологии Келли в роли фундаментальной категории, из которой исходят и с которой соотносятся конкретные представления о механизмах психической деятельности, изложенные в виде основного постулата и его одиннадцати следствий. Основной постулат:

Личностные процессы направляются по руслам конструктов, которые служат средствами предвидения событий.

1. Конструктивное следствие.

Конструирование повторяемости событий — путь их предвидения.

2. Следствие об индивидуальности.

Люди отличаются друг от друга тем, что они различно интерпретируют события.

3. Организационное следствие.

Личность характеризуется системой конструктов, находящихся в отношении субординации друг к другу.

4. Следствие дихотомии.

Конструктивная система личности состоит из конечного числа дихотомий.

5. Следствие о выборе.

При выборе альтернативы в дихотомии конструкта личность отдает предпочтение той из них, которая дает лучшую возможность для совершенствования (расширения и определения) системы в целом.

6. Ограничительное следствие.

Конструкт может быть использован для предсказания только ограниченного диапазона событий.

7. Следствие об опыте.

Конструктивная система личности претерпевает изменения по мере того, как человек конструирует повторяемость событий.

8. Следствие модуляции.

Изменения в конструктивной системе личности ограничены проницаемостью конструктов, в области приложения которых лежат новые варианты.

9. Следствие о фрагментарности.

Личность может успешно использовать ряд конструктивных подсистем, не выводимых одна из другой.

10. Следствие об общности.

Общность между двумя людьми пропорциональна аналогичности используемых ими конструктивных систем.

11. Социальное следствие.

Личность играет роль в социальном процессе по отношению к другой личности в той мере, в которой она может конструировать в своей системе конструктивную систему другой личности.

Психология личности, пишет Келли, должна дать основу для ответа на вопрос: каким путем пойдет личность, поставленная в ситуацию выбора? [21, стр. 38]. Выбор пути для достижения цели зависит от того, какие характеристики приписывает личность объектам своей деятельности, а в терминологии Келли — какие конструкты она применяет для истолкования явлений. Таким образом, личностные процессы направляются по системе конструктов. Система эта подвижна и изменчива, но все же структурирована в достаточной степени, чтобы направлять деятельность индивида и в то же время ограничивать ее.

Каждый конструкт представляет собой «улицу», по которой можно двигаться в двух направлениях: от одного полюса к другому и обратно. Формирование нового конструкта делает возможным движение в новом направлении. В ситуации стресса субъект обычно не пытается проложить новых путей, а движется по каналам уже имеющихся конструктов, однако в направлении, противоположном первоначальному. Допустим, в конструктивной системе личности имеется дихотомия «добрый — злой», в которой человек приписывает себе полюс «добрый», поскольку считает доброту оправданной в отношениях с другими. Представим ситуацию, в которой его прогноз опровергается: кто-то обманывает его, пользуясь его добротой. Возможно, это не приведет к заметным изменениям в конструировании событий, но если такие изменения произойдут, то наиболее вероятным будет движение по линии данного конструкта, но в направлении противоположного полюса: человек склонен становиться агрессивным, злым; для него гораздо труднее встать на точку зрения другого конструкта, например, «умный — глупый» т. е. рассудить, что причиной его неудачи явилась не «доброта», а «необдуманность» его поступка. По сравнению с этим простейшим способом движения высшим будет движение, связанное с формированием новых конструктов.

Функционирование любого конструкта имеет целью предсказание событий. Прогнозирование выполняет в концепции Келли роль мотива и цели познавательной деятельности. Путь предвидения

событий — конструирование их повторяемости, гласит конструктивное следствие. В потоке событий выделяются повторяющиеся явления, и по мере их конструирования на основе выделения сходства и различий становится возможным предвосхищение будущих событий. «Вероятностное прогнозирование будущей ситуации всегда исходит из достоверности прошлого опыта» [10, стр. 64]. Предсказание выводится из двух факторов: во-первых, из числа уже наблюдавшихся повторений и, во-вторых, из степени сходства повторяющихся событий. Если человек предвидит события, конструируя их повторяемость, он тем самым закладывает основы собственной вероятностной логики.

Утверждение связи конструирования и прогнозирования — центральная теоретическая посылка в психологии личностных конструктов, из которой исходят многие другие положения концепции Келли. Из постулирования этой связи вытекает, что если какие-то люди «сконструированы» испытуемым как одинаковые, то их поведение в определенных ситуациях выбора также будет предсказано одинаково, что и было показано в исследовании Шумакера [17, стр. 11]. Немногочисленные имеющиеся экспериментальные данные говорят в пользу утверждения Келли.

Согласно ограничительному следствию, количество категорий, приложимых к любому явлению, практически невелико (к числу таких широких категорий принадлежит, например, конструкт «материальное — идеальное»). В большинстве случаев конструкт может быть использован для истолкования ограниченного числа событий или, говоря словами Келли, каждый конструкт имеет определенный фокус и область приложения, за границами которой его использование с целью прогнозирования неэффективно. Область приложения конструкта включает в себя все те явления, которые человек находит возможным истолковать при помощи данного конструкта. Фокус приложения конструкта составляют явления, истолкование которых при помощи данного конструкта дает максимальный эффект, т. е. ведет к наиболее точному прогнозу. Это те реалии, на которых, вероятнее всего, конструкт был сформирован первоначально.

Формулировка следствия дихотомии ставит вопрос о том, действительно ли конструкты биполярны и дихотомичны? По определению Келли, конструкт есть контраст, воспринимаемый нами в событиях. Сам конструкт не содержит в себе какой-либо шкалы или порядка (например, хороший — лучше — наилучший), но последовательное приложение конструкта к множеству объектов позволяет расположить эти объекты в определенном порядке, распределить по шкале определенного качества. Иначе говоря, конструкт абсолютен, но результатом его последовательного приложения к событиям может быть шкала с множеством дифференцированных точек. Шкала, в отличие от конструкта — более конкретное понятие. Только имея основание для дифференцировки и обобщения (конструкт), мы можем браться за составление шкалы [15, стр. 17].

Биполярные измерения довольно широко распространены в психологических исследованиях. Шкалы оценок часто даются в биполярной форме, если не в двоичной, как в случае М. М. Р. I⁵. Но психологи, использующие дихотомичные шкалы ранжирования в научных исследованиях, не склонны принимать без доказательств утверждение Келли о том, что их испытуемые также пользуются дихотомиями при интерпретации других людей, иными словами, признавать двоичный принцип «характерным не только для языка описания (модели системы), но и для самой описываемой системы» [2, стр. 207].

Однако имеются некоторые экспериментальные данные, косвенно подтверждающие возможность интерпретации конструкторов как биполярных понятий. В частности, Келли ссылается на эксперимент Лайла [21, стр. 107—108]; можно также упомянуть исследование Дж. Ресника и А. Лэндфилда [28].

Из результатов этих экспериментов следует, что полюса конструктора не абстрагируются личностью независимо друг от друга. Это соответствует тому, что было сказано ранее относительно предметной соотнесенности познаваемой реальности. Симультанность абстрагирования полюсов конструктора не исключает того, что они могут быть различными во многих отношениях. Иногда один из полюсов оказывается скрытым, невербализованным. По нашим наблюдениям, полюса конструктора отличаются по степени определенности; один из полюсов характеризуется большей неопределенностью, чем другой, часто испытуемый затрудняется объяснить его значение. Можно предположить, что в процессе формирования конструктора абстрагируемый признак образует один из полюсов, из которого в результате операции отрицания возникает противоположный полюс. В этом случае большую неопределенность этого полюса можно отнести за счет отрицания⁶.

С этой точки зрения возможна следующая интерпретация упомянутого ранее эксперимента Шумакера, согласно которому личностные конструкторы релевантны произведенным прогнозам: если фигуры конструируются одинаково (т. е. порядок отметок и пустот в столбцах матрицы теста совпадает), то их поведение предсказывается также одинаково. Но, как отмечает Шумакер, это отношение не имеет места, если одинаковость конструирования выражается в основном в совпадении пустот. Пустотами в матрице обычно обозначаются полюса конструкторов, отличающиеся, по нашим наблюдениям, большей неопределенностью. Большей степенью неопределенности характеризуется и прогноз, вытекающий из приложения такого полюса, чем и может быть объяснена наблюдаемая в эксперименте Шумакера закономерность расхождения прогнозов,

⁵ М. М. Р. I — Миннесотский многофазный личностный опросник — широко распространенная американская клиническая методика. Содержит 550 утверждений, которые испытуемый относит к категориям «верно» или «неверно». На основании полученных данных строится личностный профиль испытуемого.

⁶ О связи отрицания и неопределенности см. [41, стр. 51].

основанных на приложении к фигурам «отрицательных» полюсов конструкторов.

Различие полюсов конструктора по степени определенности наталкивает на интерпретацию конструктора как понятия и его отрицания (А и не-А). Отрицание имеет место внутри некоторой категории, определяемой областью приложения конструктора (см. ограничительное следствие). Но к конструкторам, в понимании Келли, относятся не только понятия, определяемые в логике как противоречащие (контрадикторные), но и противоположные (контрарные).

Таким образом, в процессе образования конструктора можно предположить участие механизмов не только отрицания, но и противопоставления.

Следствие о выборе содержит, пожалуй, единственное в психологии личностных конструкторов оценочное суждение. Когда личность стоит перед выбором из двух альтернатив, она отдает предпочтение той из них, которая с ее точки зрения дает лучшие возможности для предсказания событий; иначе говоря, при прогнозировании событий каждому полюсу конструктора приписывается своя относительная ценность. При этом личность не обязательно выбирает альтернативу, ведущую к более точному объективному предсказанию, она руководствуется собственной осведомленностью о возможных исходах. Прогноз, основанный на приложении одного из полюсов, дает лучшие возможности для совершенствования конструктивной системы в целом. Это совершенствование может идти в двух направлениях: определения и расширения. Иными словами, человек может конструировать события, стараясь составить все более определенное мнение о небольшом количестве явлений, или иметь хотя бы смутное представление о широком круге вещей. Таким образом, в ситуации выбора альтернативы субъект принимает решение, относящееся прежде всего к нему самому и затем уже влияющее на интерпретацию других объектов.

Отсутствие экспериментальных данных по следствию о выборе можно объяснить трудностью операционального определения процессов «расширения» и «определения» конструктивной системы, а также нахождения оптимального сочетания этих тенденций. И если для исследователя остается неясным направление совершенствования конструктивной системы, то вполне естественно возникает вопрос: каким образом каждый конкретный человек определяет, что приложение данного полюса конструктора в большей степени способствует совершенствованию его системы конструкторов, чем использование противоположного полюса? Поскольку каждый из полюсов представляет собой определенный эталон, с которым сравнивается всякий вновь воспринимаемый объект, то можно было бы предположить, что отнесение данного элемента к одному из полюсов является результатом такого сравнения. Однако подобное объяснение требует признать влияние объективных свойств предмета на истолкование его личностью, что чуждо позиции Келли. Для него характерно подчеркивание субъективных детерминант по-

знания. На этой односторонности и некоторой предвзятости подхода Келли мы подробнее остановимся в заключении.

Организационное следствие содержит положение о том, что личностные конструкты организованы в иерархические системы, и эти системы характеризуют личность в большей мере, чем различия между отдельными личностными конструктами. Внутри системы конструкты находятся в отношениях субординации. Один конструкт может входить в качестве элемента в категорию другого конструкта, тогда первая дихотомия будет подчиненной по отношению ко второй. Келли выделяет два вида подчинения. При «долевом подчинении» каждый полюс подчиненного конструкта входит в качестве элемента в соответствующий полюс высшего по иерархии конструкта («умный — глупый», «хороший — плохой»). При «поперечном подчинении» оба полюса подчиненного конструкта включаются в качестве элементов в категорию одного из полюсов высшего конструкта («умный — глупый», «оценочный — описательный»). В системе выделяются «ядерные» конструкты, играющие основную роль в функционировании личности, и «периферийные» конструкты, изменение которых не вызывает радикальных перемен в ядерных структурах.

Положения, содержащиеся в организационном следствии, естественно вытекают из анализа матриц конструктивного теста. Такой его полуэмпирический характер частично компенсирует отсутствие прямых экспериментальных данных.

Следствие о фрагментарности допускает существование некоторых противоречий внутри конструктивной системы, наличие в ней конструктов, не соотносимых друг с другом. Например, дихотомии «умный — неумный», «образованный — необразованный» в большинстве индивидуальных конструктивных систем функционально близки друг другу. Однако наличие высшего по иерархии конструкта «врожденный — приобретенный» делает дихотомии, находящиеся в отношении поперечного подчинения к нему, относительно независимыми друг от друга, хотя и соотносимыми. Но эти же дихотомии могут, например, никак не соотноситься с конструктом «удачливый — невезучий».

Таким образом, организационное следствие и следствие о фрагментарности констатируют наличие в конструктивной системе личности свойств жесткой и корпускулярной систем⁷.

Следствие об опыте касается изменений, происходящих в личностной системе конструктов. Келли придерживается собственного, отличного от общепринятого, понимания опыта. «Опыт составляется последовательным конструированием событий, но не последовательностью событий, взятых сами по себе» [21, стр. 73]. Это значит, что жизнь, богатая событиями, не равнозначна богатому опыту. Человек может ничего не извлечь из своего опыта

⁷ В данном случае мы придерживаемся терминологии А. А. Малиновского [5, стр. 14 и 26].

(в традиционном смысле этого слова), и тогда его нельзя назвать опытным (в том смысле, который приписывает этому слову Келли). Накопление опыта происходит за счет формирования новых конструкций и реорганизации системы в целом. Итак, с течением времени интерпретация событий личностью претерпевает изменения. Встает вопрос: какими факторами детерминируются эти изменения?

На этот вопрос призваны дать ответ другие теоретические положения Келли, в частности, социальное, организационное и конструктивное следствия из основного постулата. В исследованиях приверженцев школы Келли — Дж. Бири [16] и Р. Ланди [25] в качестве основной детерминанты выступает социальное взаимодействие. Установлено, что за минимумом общения следует конструирование другого человека как сходного с данной личностью. Если общение продолжается, за конвергенцией следует дивергенция. Личность может контролировать уровень конвергенции или дивергенции, центрируя внимание на себе или на своем партнере. В первом случае имеет место то, что Ланди называет инкорпорацией, т. е. включение нового элемента в конструкт, фокус приложения которого составляют другие элементы. Например, другая личность может быть включена в качестве элемента в конструкт, центром которого является «я». В случае дифференциации конструкт фокусируется на другой личности.

А. Ховард [20] и Дж. Келли выдвинули теоретическое положение о том, что конструирование изменений предшествует изменению в поведении. Когда личность конструирует перемену, даже если реальность при этом искажается, все же открываются большие возможности для реального изменения поведения. Это интересное теоретическое положение может стать предметом дальнейшего экспериментального исследования.

Если конструирование влечет за собой прогнозирование (основной постулат и конструктивное следствие), то подтверждение или опровержение прогноза должно иметь решающее влияние на стабильность или лабильность конструктивной системы. Исследования М. Пох и Дж. Бири [16, стр. 34—35] показали, что неподтверждение прогноза ведет к более значительному изменению конструктов, вовлеченных в прогнозирование, чем подтверждение его. Изменение конструкта может принимать разную форму, возможно, зависящую от альтернатив, имеющихся в распоряжении субъекта, не удовлетворенного данной конструкцией событий. В упомянутых исследованиях испытуемый или отказывался от конструкта, или переформулировал его, выражал другими словами. Конструируемые элементы или сдвигались по оси конструкта, или были истолкованы с помощью другого конструкта; в сетке конструктивного теста это выражалось в перестройке отметок и пустот в ряду конструкта. Но в случае подтверждения конструкты обычно использовались в качестве основы прогнозирования и в последующих аналогичных ситуациях. Таким образом, подтверждение

может считаться условием, благоприятствующим стабилизации конструктивной системы.

Из организационного следствия вытекает, что инвалидация (неподтверждение прогноза) должна оказывать различное влияние на конструкты, занимающие разное положение в системе. По данным Л. Леви [23], констелляторные конструкты, обладающие большим количеством связей с другими дихотомиями, более чувствительны к степени инвалидации, чем пропозициональные, относительно независимые от других дихотомий; т. е. с усилением инвалидации возрастание изменений в констелляторных конструктах идет быстрее, чем в пропозициональных. Переделка пропозиционального конструкта ведет к менее значительному изменению в прогнозе, чем реконструкция констелляторного, что соответствует теоретической посылке, содержащейся в конструктивном следствии, которое постулирует связь конструирования и прогнозирования.

Из результатов эксперимента Беннисона [17, стр. 35] следует, что степень изменения конструктов после опровержения прогноза зависит от индивидуальной чувствительности к инвалидации.

Таким образом, экспериментальная проверка одного теоретического положения (в данном случае следствия об опыте) вовлекает в интерпретацию результатов эксперимента и другие следствия, что свидетельствует о внутреннем единстве системы теоретических посылок Келли, о целостности его объяснительной схемы.

Что касается перспектив экспериментального исследования изменений в конструировании событий, то «было бы целесообразно подвергнуть исследованию ситуационные и личностные переменные, детерминирующие различные формы изменения конструктов при неподтверждении прогноза» [17, стр. 37].

Следствие модуляции говорит об ограниченности возможностей изменения личностных конструктов. Человек не всегда меняет свои взгляды даже в тех случаях, когда ход событий опровергает его точку зрения. Объясняя ограниченность возможностей модуляции в конструктивной системе, Келли вводит понятия проницаемости и непроницаемости конструктов. Конструкт проницаем, если в его область приложения могут быть включены новые элементы, и непроницаем, если он относится лишь к событиям прошлого. Конечно, содержание конструкта несколько меняется с включением в альтернативу нового элемента, но под проницаемостью Келли имеет в виду не пластичность конструкта, а возможность его использования для интерпретации вновь воспринимаемых событий. Всякий новый конструкт включается в качестве элемента в область приложения определенного высшего по иерархии конструкта, который выполняет регуляторную функцию по отношению к конструкту низшего уровня, и от его проницаемости зависит, станет ли новая альтернатива неотъемлемой частью системы в целом или будет существовать изолированно в качестве отдельной оси координат, на которую будут проектироваться происходящие собы-

тия. Интерпретация, сделанная на основе такого изолированного конструкта, оказывается непоследовательной, так как она не согласуется с общей системой личностных оценок. Таким образом, благодаря проницаемости высших конструктов подчиненные альтернативы могут варьировать, не разрушая системы в целом. Непроницаемость как свойство конструктивной системы означает, что каждое новое явление укладывается в особую ячейку; события, происходящие в настоящем, не связываются с прошлым опытом.

Следствие об индивидуальности подчеркивает личностные аспекты конструирования. Люди не только используют различные конструкты (качественное различие), но эти конструкты по-разному организованы (структурное различие). Так, например, в одном случае все дихотомии могут быть подчинены одному высшему по иерархии конструкту («хороший — плохой»), система другой личности может быть более сложной, в ней некоторые дихотомии могут быть высшими по отношению к определенным частям системы и подчиненными по отношению к другим.

Собраны некоторые экспериментальные данные, касающиеся теоретических положений следствия об индивидуальности. Из результатов своего исследования Д. Баннистер [14] сделал заключение, что конструирование является активностью личности, относительно независимой от свойств конструируемых элементов. Однако вывод получен на материале, отличающемся значительной степенью неопределенности — фотографиях незнакомых людей. В условиях дефицита информации субъективные, личностные моменты познания выступают более рельефно. Эта особенность нашла применение в проективных методиках (пятнах Роршаха, ТАТ). Можно предположить, что объективная детерминация конструирования станет очевиднее, если объектом интерпретации сделать более определенный материал.

Другими авторами установлено, что личностные конструкты обладают значительной собственной стабильностью. Личность может быть идентифицирована по ее персональным конструктам. Знание личностных конструктов человека дает лучшие возможности для его понимания, чем характеристики данного индивидуума другими лицами. В целом исследования показывают, что теоретические посылки Келли, заключенные в следствии об индивидуальности, оказались весьма плодотворными [17, стр. 21—26].

Следствие об общности является логическим дополнением следствия об индивидуальности. Из него следует, что если люди одинаково членят реальность, то, соответственно, их личностные процессы направляются по аналогичным руслам. Именно в этом заключается психологическая общность между людьми.

Ни у кого не вызывает сомнения, что общность в определенных отношениях характерна для определенных групп людей. Иногда одинаковость поведения ассоциируется с общностью возраста, в других случаях она объясняется сходством прошлого опыта, в третьих — одинаковостью социальных ожиданий со стороны ок-

ружающих и т. д. При рассмотрении последней из перечисленных возможных детерминант допустимы две точки зрения: можно рассматривать ожидания окружающих как стимулы, действующие на личность, или можно объяснить общность поведения людей общностью их представлений о том, чего ждут от них другие. Первая точка зрения соответствует бихевиоризму, вторая — теории личностных конструктов. Люди могут поступать одинаково, даже если они подвержены действию различных стимулов. В основе общности их действий лежит общность конструирования и интерпретации событий.

Исследования восприятия и мышления, относящиеся к периоду 50-х годов и позднее [18], подчеркивают значение категоризации. Можно предположить, что если двое людей классифицируют события одинаково, то общение между ними должно быть более эффективным. Г. Триандис [30] дал описание двух типов общности: категориальной и союзной. Категориальная общность между двумя людьми выражается в общности систематизации событий, операционально она определяется степенью корреляции содержания конструктов в матрицах теста. Союзная общность означает аналогичность связей между понятиями и выражается степенью сходства семантических профилей. Высоким показателям обоих типов общности соответствует большая эффективность коммуникации.

Важно отметить, что общность конструирования не идентична общности оценки события по шкале конструкта. Хотя в принципе единство оценки явлений играет большую роль в процессе коммуникации, психология личностных конструктов постулирует лишь общность конструктов.

Конструкт не всегда формулируется словесно, его нельзя отождествлять с вербальным обозначением. Люди могут пользоваться одинаковыми словами для обозначения разных конструктов, каждый из которых будет иметь свой фокус и область приложения. Отсюда вытекает трудность экспериментальной проверки следствия об общности по результатам системного теста, так как этот тест дает в руки экспериментатора лишь вербальный материал.

Социальное следствие, как и предшествующее ему следствие об общности, касается прежде всего области межличностных отношений. Личность, играющая конструктивную роль в социальном процессе по отношению к другой личности, не обязательно должна конструировать события аналогично, но обязательным является условие эффективного конструирования взглядов другой личности, ее конструктов. Вытекающее отсюда правильное предсказание поступков другой личности делает возможной лучшую адаптацию.

Следует особо остановиться на отношении системы посылок Келли и принципа деятельности, фундаментального для советской психологии. Подход Келли не является чуждым этому принципу. Постараемся это показать на примере его интерпретации понятия роли и вытекающей из этой интерпретации психотера-

певтической методики, получившей название фиксированной ролевой терапии. «Ролью» может быть названа такая деятельность личности, целью которой является понимание мировоззрения других людей путем отнесения их личностных конструктов к своим собственным конструктам как к более общей категории, т. е. ролевое поведение является функцией конструктивной системы данной личности. Цель психотерапии заключается в совершенствовании личности путем реорганизации ее системы конструктов. Психотерапевт создает для своего подопечного роль, которую ему предлагается сыграть в отношении окружающих. Таким образом, новая конструктивная система испытывается в деятельности (в данном случае в общении), в ней она становится личностной, превращается во внутреннюю детерминанту последующего поведения. Личность формируется в деятельности и проявляется в ней. Келли не делает такого вывода, но он вытекает из его представления о процессе реконструкции личности.

Ядро личности составляет система конструктов; это та многогранная призма, через которую преломляются внешние воздействия. Структурный анализ Келли приложим прежде всего к личностной конструктивной системе, но это не значит, что остальные компоненты, составляющие личность, выпадают из его поля зрения. Другой вопрос, как отражается постановка когнитивных характеристик в центр структуры личности на интерпретации других личностных черт. Эмоциональные процессы и все то, что лежит за пределами собственно познавательной деятельности, «втягивается» в интерпретацию по мере установления связей этих составляющих с функционированием системы конструктов. Так, Келли связывает возникновение чувства беспокойства с реконструкцией внутри системы. Тревожность сигнализирует о столкновении индивида с ситуацией, которую он не может структурировать при помощи имеющихся у него конструктов. Подтверждение прогноза вызывает чувство удовлетворения, причем, как показывают наблюдения Л. Первина [27, стр. 351], это переживание имеет место даже в том случае, если человек ожидает чего-то неприятного, и это событие происходит. Внимание понимается как фокусировка конструктивной системы на определенном событии. Находит свое место в объяснительной схеме Келли и истолкование процессов памяти. События, увязанные в структуру конструктов, запоминаются хорошо; с гораздо большим трудом поддаются запоминанию «неструктурированные» явления; это совпадает с общепринятым представлением о процессе запоминания. Вследствие отсутствия полного совпадения областей приложения различных конструктов, при замене одного конструкта другим наблюдается выпадение из сферы истолкования нового конструкта каких-то элементов (забывание) и «всплывание в памяти» других элементов.

Анализ Келли не касается мотивационной сферы личности, хотя его объяснение динамики функционирования конструктив-

ной системы, которое включает в себя противоречие между стремлением индивида к ее совершенствованию и желанием избежать разрушения имеющейся структуры, очень похоже на «борьбу мотивов». Келли обходит проблему «источников энергии» психической деятельности, традиционную для системных концепций личности. Он берет за исходную точку своей теории саморазвивающийся процесс. По его мнению, понятие «мотивации» имплицитно содержит в себе представление об инертности личности, необходимости толчка, дающего начало движению. Признание спонтанной активности, внутренне присущей человеку, исключает необходимость рассмотрения мотивации в системе понятий, которыми оперирует Келли.

Вслед за вопросом, почему человек движется вообще, встает проблема: в каком направлении он движется? В бихевиористских теориях принято считать, что направление движения определяется вектором стимула или всех прошлых стимулов вместе взятых. В психологии потребностей предполагается, что каждая потребность несет в себе некоторую направляющую тенденцию. Если понятия потребности и мотива достаточно четко разграничены, как, например, у А. Н. Леонтьева, то такая направляющая тенденция приписывается мотиву. Теория поля в гештальтпсихологии составляет исключение в этом отношении; она утверждает, что человек сам структурирует поле. В рамках объяснительной схемы Келли путь движения личности детерминирован системой персональных конструктов.

Постулирование в концепции Келли всеобщности установки на прогнозирование не дает возможности дифференцировки личностей по признаку направленности. Факт приписывания одному и тому же объекту различных характеристик может быть объяснен «воплощением» в нем разных потребностей, однако такое истолкование является внешним по отношению к системе теоретических посылок Келли.

Мотивационная сфера личности явилась, пожалуй, единственной областью, выпавшей из объяснительной схемы Келли, что может быть отнесено на счет философской позиции автора. В целом его интерпретация охватывает довольно широкий круг психических явлений, позволяя рассматривать их отношения и взаимосвязи; она включает эмоциональные процессы и то, что Фрейд назвал бы сферой «бессознательного», т. е. скрытые, невербализованные конструкты. Интересна попытка истолкования структурных единиц взаимодействия субъекта с окружающей его социальной средой: роли и ожиданий (следствие об общности и социальное следствие). Таким образом, область приложения теории Келли шире, чем, например, диапазон традиционно менталистских схем. Вот почему ее нельзя назвать просто психологической концепцией познания. Но указание на когнитивную сферу как центр личности еще не исчерпывает представления о структуре личности в целом. Намеренная суженность подхода отчасти ком-

пенсруется глубиной и тщательностью анализа личностной системы конструкторов, которую возможно определить как форму организации индивидуального опыта, направляющую познание субъекта, позволяющую прогнозировать будущее и через познание детерминирующую его поведение.

Недостатком анализа Келли личностной познавательной сферы является односторонность рассмотрения детерминирующих факторов познания. Деятельность рассматривается им как производная от системы конструкторов и относительно независимая от свойств объекта, на который она направлена. Иначе говоря, предметом внимания Келли стали лишь субъективные детерминанты познавательной деятельности, несмотря на то, что его теоретические послышки не исключают возможности рассмотрения детерминации познания объектом, так как конструктивная система личности является по существу открытой системой.

Еще на заре научной психологии Т. Рибо [9] справедливо отмечал, что познание в большей степени детерминируется субъектом на высшей ступени своего развития, тогда как на низших ступенях в качестве основной детерминанты выступает объект. Возможно, одной из причин односторонности подхода Келли является то, что он ограничил область рассмотрения анализом познавательной деятельности взрослого человека. Келли ограничивается лишь краткими замечаниями, касающимися функционирования конструктивной системы ребенка. Он считает, например, что существование превербальных конструкторов можно объяснить тем, что они возникли в младенчестве, когда индивид еще не умел пользоваться языком. Указывается также, что для ранних стадий формирования и применения конструкторов характерно использование одного из элементов конструктора в качестве его символа. Этого мало, чтобы составить представление о генезисе конструктора. Между тем важно не только знать, как влияют различные характеристики конструктивных систем на адаптацию индивида, но и как формируются эти качества, какие факторы играют решающую роль в их развитии.

Исследования, выполненные в последние годы, дают некоторые сведения об условиях, влияющих на развитие личностных конструктивных систем. Имеются указания, что строение (сложность) формирующейся конструктивной системы зависит от сложности предъявляемой стимуляции, а также от степени самостоятельности ребенка, от типа отношений, сложившихся между ребенком и родителями, — авторитарного или автономного [27, стр. 353—354]. Однако в целом процесс развития конструктивной системы ребенка по существу остается пока не раскрытым.

Отсутствие данных о процессе формирования конструктора не позволяет ответить на вопрос о соотношении «конструктора» и «понятия». Если понятие рассматривается как средство решения определенной группы задач, то связь конструктора с задачей остается неясной.

Ждет экспериментальной проверки и система посылок Келли. Имеющиеся исследования можно отнести лишь к четырем из одиннадцати следствий. Поэтому говорить о практической ценности теории в целом пока преждевременно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьев В. Г.* Целостная структура человеческой личности.— В кн.: Проблемы исследования систем и структур. М., 1965.
2. *Иванов В. В.* Бинарные структуры в семиотических системах.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник —1972. М., 1972.
3. *Ковалев А. Г.* Психология личности. М., 1970.
4. *Ледников Е. Е.* Проблема конструкторов в анализе научных теорий. Киев, 1969.
5. *Малиновский А. А.* Теория структур и ее место в системном подходе.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник —1970. М., 1970.
6. *Мерлин В. С.* Связь социально-типичного и индивидуального в личности.— «Вопросы психологии», 1967, № 4.
7. *Мясищев В. Н.* Структура личности и отношение человека к действительности.— В кн.: Доклады на совещании по вопросам психологии личности. М., 1956.
8. *Плагонов К. К.* О системе психологии. М., 1972.
9. *Рибо Т.* Эволюция общих идей. СПб., 1898.
10. *Роговин М. С.* Философские проблемы теории памяти. М., 1966.
11. *Роговин М. С.* Чувственный образ и мысль.— «Вопросы философии», 1969, № 9.
12. *Рубинштейн С. Л.* Основы общей психологии. М., 1946.
13. *Рубинштейн С. Л.* Принципы и пути развития психологии. М., 1959.
14. *Bannister D.* Personal construct theory: a summary and experimental paradigm.— «Acta Psychologica», 1962, vol. 20, № 2, p. 104—120.
15. *Bannister D., Mair J. M. M.* The evaluation of personal constructs. London, 1968.
16. *Bieri J.* Changes in interpersonal perceptions following social interaction.— «Journal of Abnormal and Social Psychology», 1953, vol. 48, p. 61—66.
17. *Bonarius J. C. J.* Research in the personal construct theory of G. A. Kelly.— «Progress in Experimental Personality Research». N. Y., 1965, vol. 2.
18. *Bruner J. S., Goodnow J. J., Austin G. A.* A study of thinking. N. Y., 1956.
19. *Garner W. R.* Uncertainty and structure as psychological concepts. N. Y., 1964.
20. *Howard A. R.* A theoretical approach to psychological movement.— «Journal of Abnormal and Social Psychology», 1954, vol. 49, p. 399—404.
21. *Kelly G. A.* The psychology of personal constructs. N. Y., 1955, vol. 1—2.
22. *Kendler H. H.* Basic psychology. N. Y., 1968.
23. *Levy L. H.* Personal constructs and predictive behaviour.— «Journal of Abnormal and Social Psychology», 1956, vol. 53, p. 54—58.
24. *Levy L. H.* Conceptions of personality: theories and research. N. Y., 1970.
25. *Lundy R. M.* Assimilative projection and accuracy of prediction in interpersonal perceptions.— «Journal of Abnormal and Social Psychology», 1956, vol. 52, p. 33—38.
26. *Osgood C. E., Suci G. A., Tannenbaum P. H.* The measurement of meaning. Urbana, 1957.
27. *Pervin L. A.* Personality: theory, assessment and research. N. Y., 1970.
28. *Resnick J., Landfield A. W.* The oppositional nature of dichotomous constructs.— «Psychological Record», 1961, vol. 11, p. 47—55.
29. *Runkel P. J.* Cognitive similarity in facilitating communication.— «Sociometry», 1956, vol. 19, p. 178—191.
30. *Triandis H. C.* Cognitive similarity and interpersonal communication in industry.— «Journal of Applied Psychology», 1959, vol. 43, p. 321—326.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНО-СТРУКТУРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ И КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ

Ю. А. ШРЕЙДЕР

Основная часть сегодняшней математики возникла из описания физических явлений. Хотя современная математика в некотором смысле эмансипировалась от естествознания, в ее истоках можно четко проследить влияние «физической» картины мира. Этим влиянием в значительной мере объясняется выбор фундаментальных понятий и те принципы, которые лежат в основе математического описания реальных объектов. Подчеркнем, что система фундаментальных математических понятий (основания математики) и методика математического описания реальных объектов тесно связаны друг с другом. И это несмотря на то, что эти две сферы математического знания лежат на крайних полюсах математики. Исследования оснований математики — удел немногих специалистов, способных разбираться в тончайших абстрактно-логических построениях. В то же время математическим описанием реальных объектов (как часто сегодня говорят, математическим моделированием) занимается армия конкретно мыслящих практиков. Но такова уже диалектика развития науки, что ее фундаментальные принципы четко проявляются в характере практических приложений, как бы ни была сложна на деле эта связь.

Пока математическому описанию подлежала только «неживая природа», не возникала необходимость в коренном пересмотре ни фундаментальных понятий, ни принципов описания реальных объектов. При этом, разумеется, конкретный математический аппарат бурно развивался под влиянием физики.

Правда, в теории относительности, квантовой механике и теории элементарных частиц были последовательно выдвинуты (в рудиментарной форме) новые принципы, которые, как мы постараемся показать ниже, существенны для описания живых систем. Это принцип локального времени, введение в физическую теорию

свойств регистрирующих приборов и новая трактовка отношения «состоит из». Но, во-первых, эти новые принципы описания реальных объектов сформулированы еще в слишком слабой интерпретации, а, во-вторых, общая физическая картина мира при этом практически не менялась.

Попытки математического описания живых объектов или схем, имитирующих действия живых организмов, привели к возникновению целого научного направления, получившего с легкой руки Н. Винера название «кибернетика» [7]. В связи с этим возникла и целая область математики, известная как «дискретная математика», или «математическая кибернетика». Полученные в этой области результаты трудно переоценить. И все-таки кибернетика в своих принципиальных основах отнюдь не порвала с традиционной математической методологией и сохранила ее главные общепhilosophические предпосылки. В некотором смысле можно сказать, что кибернетика пытается изучать живое, описывать функции интеллекта путем «втискивания» живой природы в «физический космос». На этом пути получено много больших удач, которые нет нужды здесь перечислять. Задача этой статьи не в ниспровержении достигнутого, но в попытке показать, что где-то в основных методологических предпосылках мы часто выбираем очевидные, но не обязательные пути. По-видимому, наряду с вполне плодотворным традиционным путем полезно рассмотреть и некоторые другие возможности. Эти возможности, на наш взгляд, состоят прежде всего в том, чтобы попытаться описать «биологическую космологию», т. е. те свойства космоса, которые начинают играть свою решающую роль только при изучении сложных живых систем. Стоит отметить, что кибернетика сделала по крайней мере два важных шага в сторону от традиционной физической картины мира. Первым шагом она ввела в рассмотрение информационные характеристики системы; вторым — цели системы, т. е. наряду с причинно-следственным изучением системы она систематически использует описание системы с точки зрения ее целей. И все же традиционная кибернетика еще чересчур физична и фактически рассматривает сложные системы просто как громоздкие динамические системы в физическом космосе.

Неудовлетворительность такого подхода четко осознавал еще А. Бергсон, который писал [3, стр. IV]: «...Ни одна из категорий нашей мысли — единство, множественность, механическая причина, разумная целесообразность и т. д. — не может быть точно приложена к жизненным вещам: кто может сказать, где начинается и где кончается индивидуальность, представляет ли живое существо единство или множественность, клетки ли соединяются в организм или организм разлагается на клетки? Тщетно втискиваем мы живое в те или иные рамки». Автор не готов безоговорочно соглашаться с А. Бергсоном, что наш интеллект принципиально приспособлен лишь к «геометрическому» мышлению, лишь к описанию неживых форм. Но безусловно, что традиция точного на-

учного мышления очень тесно привязана к описанию физико-химического космоса и для перехода к изучению живого по существу (а не только физико-химических феноменов в живом) необходим пересмотр многих «очевидных» положений.

Мы ставим здесь задачу описать основные отличия биологического космоса, в котором следует рассматривать живые системы, от описанного физического космоса. Эта идея — связать теорию сложных систем с особой космологией, вне которой эти системы не могут существовать, — в общей формулировке уже обсуждается в литературе в связи с принципами построения современной космологии. Но конструктивных предложений в этой сфере выдвинуто пока немного. Одно из них, в частности, заключается в том, чтобы сделать предметом рассмотрения особые структуры, такие, которые включают в себя «осознание» внешнего мира. Если принять эту несколько экстравагантную идею, то «внешняя действительность» в каких-то своих фрагментах оказывается необходимо включенной во внутренний мир подобных структур. А поскольку таких структур больше одной, возникает проблема их взаимодействия, в котором каждая из них выступает как внешняя действительность по отношению к другим. Иначе говоря, мы можем постулировать свойство рефлексивности (или рефлексивности) внешней действительности, откуда вытекает, что эта действительность содержит и самое структуру, и осознание ею внешней действительности. Тогда можно говорить о многократных взаимных рефлексиях, где «внутренние миры» каждой структуры многократно отражают «внутренние миры» других структур, в том числе и собственные — преломленные в «сознании» других.

Такую систему невозможно вложить или изоморфно смоделировать в традиционном физическом космосе: ее существование можно только постулировать как свойство того космоса (воображаемого или действительного), где эти рефлексии реализуются. Из этого постулата вытекают еще два важных следствия — многоаспектность членения систем и зависимость уровня организованности системы от наблюдателя, — которые также станут предметом нашего рассмотрения.

Эти постулаты еще не дают, конечно, замкнутой теории космоса, но они, на наш взгляд, позволяют построить любопытную модель этого мира, подчеркивающую те аспекты космоса, которые оставались пока в тени. Мы здесь тоже не ставим себе целью дать эксплицитное описание «биологического космоса». Мы попробуем только дать ориентировочный перечень «критических точек» в строении «физического космоса», где напрашиваются изменения в некоторых привычных фундаментальных представлениях. Иначе говоря, мы хотим показать возможные модификации в этих представлениях, которые подсказываются уже накопленным опытом изучения сложных биологических систем.

Стоит подчеркнуть, что именно в общей теории систем возникло понятие сложной системы (живой или имитирующей живое).

Такие системы отличаются от просто «громоздких» систем (это противопоставление сформулировано В. С. Гурфинкелем при обсуждении одного доклада о больших системах) тем, что они не просто состоят из очень большого числа элементов, но составлены из элементов принципиально иным образом. Автору кажется целесообразным трактовать эти отличия с точки зрения специфически системных представлений о космосе, которые не сводятся к традиционным и в известном смысле им противостоят. Поэтому автор сознательно идет на риск обострения сложившейся ситуации с тем, чтобы выявить те позиции, где напрашивается критический пересмотр традиционных понятий.

Уместно начать не с анализа собственно космологических представлений, но с критического пересмотра некоторых сложившихся познавательных установок. Именно в них лежат корни противоречий между традиционным физико-кибернетическим подходом и системным подходом.

Очевидным примером этого может служить отношение к редукционизму. Почти вся физика построена на редукции явлений к простейшим механизмам и субстанциям. В то же время основные идеи теории систем группируются вокруг изучения специфики целостных свойств системы, не редуцируемых к свойствам ее составляющих. Этот пример хорош еще и как типичный случай взаимной дополнительности или двойственности познавательных установок. Бессмысленно спрашивать, какая из них истинна. Более того, нельзя выбрать из них единственно состоятельную. В своих сферах применимости обе установки плодотворны. Можно лишь заметить, что физический редукционизм ведет обычно к принципиальному отрицанию целостных свойств организма (вообще системы), рассматривая попытки изучения таких свойств как виталистические (и, тем самым, порочные). В то же время антиредукционизм, или холистический, целостный, подход не отрицает необходимости рассматривать возможность сведения свойств системы к простейшим всюду, где это возможно и плодотворно.

Важно отметить, что рассматриваемые далее противопоставления познавательных установок не связаны прямо с тем или иным философским решением онтологических и гносеологических проблем. Перечисляемые познавательные установки отнюдь не дают различные решения проблемы познаваемости мира. Они дают только разные рекомендации о том, как познавать познаваемое. Поэтому, может быть, удобнее (да и короче!) говорить не о познавательных установках, а об эвристиках, записывая соответствующие формулировки двойственных эвристик в повелительном наклонении.

Идея рассмотрения двойственных эвристик заимствована автором у С. Ю. Маслова (из его письма к А. А. Любичеву от 3 мая 1971 г.). Там же описаны первые семь пар из приводимых далее эвристик в несколько отличной от даваемой ниже формулировке. Несмотря на довольно абстрактную форму этих эвристик, выбор

той или иной из них существенно предопределяет ход исследования — эвристика говорит нам, что может служить ответом на задачу, а что мы отказываемся принимать как таковой. Тем самым сужается круг поисков возможных решений. Впрочем, лучше начать непосредственно с перечня девятнадцати пар эвристик, которые мы разделяем на Н-эвристики и Р-эвристики (условно различая их по тяготению к номинализму и реализму):

1Н) индивидуальная вещь важнее идеи (подлинное существование имеют только индивидуальные объекты), следовательно, ищи конкретные свойства индивидуума;

1Р) идея важнее своего воплощения, следовательно, изучая конкретный предмет, нужно искать воплощенную в нем идею;

2Н) исследовать целое нужно путем сведения его к элементарным частям, которые определяют свойства целого;

2Р) нужно изучать специфику целостного объекта, а в его частях искать проявления целого;

3Н) искать, как внешняя среда определяет внутренние свойства объекта (влияет на внутренние свойства);

3Р) искать, как внутренние свойства объекта формируют внешнюю среду;

4Н) описывать, не объяснять;

4Р) важнее объяснять, чем описывать;

5Н) измерять явления числами — стремиться к количественной характеристике наблюдаемых феноменов;

5Р) числа правят миром, следовательно, нужно искать математические структуры, лежащие в основе феномена;

6Н) искать объективное описание явлений, инвариантное по отношению к различным наблюдателям и способам представления;

6Р) искать описания явлений с позиций разных наблюдателей, не смущаясь противоречивостью субъективных описаний;

7Н) расщеплять объект и субъект, четко отделять объективное от субъективного;

7Р) признавать, что познание есть результат слияния познающего субъекта с познаваемым объектом, стремиться к такому слиянию;

8Н) искать причинно-следственные связи между явлениями;

8Р) искать смысл явлений, проявляющийся в целях;

9Н) сводить явления к первичной реальности, фиксировать уровень описания;

9Р) признавать разные уровни реальности, учитывать разные уровни при описании сущего (объект и его меру, практику и идеал);

10Н) всякая информация связана с некоторым носителем. При изучении информационного процесса следует искать физический носитель информации и конкретный код;

10Р) искать информацию, независимую относительно физических свойств ее носителя и способа кодирования;

11Н) все существенное надо искать в модельных примерах;
11Р) искать общую аксиоматику, гарантирующую нужные свойства в модельных примерах. Искать теорию, воплощенную в данном классе моделей;

12Н) искать законы сохранения: что сохраняется и при каких условиях?

12Р) искать ресурсы развития в нарушениях законов сохранения;

13Н) не вводить новых сущностей («бритва Оккама»);

13Р) вводить новые сущности (вообще неизвестные факторы) там, где они могут быть охарактеризованы и обладают объяснительной силой;

14Н) не различать то, что несущественно в данной ситуации;

14Р) помнить, что процедуры отождествления многообразны и нетривиальны, поэтому нужно тщательно исследовать принципы отождествления;

15Н) рассматривать все в историческом развитии;

15Р) рассматривать явления системно, в рамках логических связей, отвлекаясь от исторических случайностей;

16Н) в описании мира важен смысл, а не способ его выражения;

16Р) существенно, как выражено описание. Следует искать наиболее адекватный способ описания в естественной системе понятий;

17Н) истина, добро и красота историчны и конвенциональны; критерии истинности, эстетичности и нравственности следует рассматривать в исторической парадигме;

17Р) существуют абсолютные истина, добро и красота, относительно которых следует оценивать все сущее;

18Н) теория об объекте, имеющаяся у исследователя, не является продуктом деятельности самого объекта;

18Р) теория о сложном объекте, имеющаяся у исследователя, может быть частично продуктом деятельности самого объекта;

19Н) объект не зависит от факта существования теории, описывающей этот объект;

19Р) объект может претерпевать внутренние изменения под влиянием теории, описывающей этот объект.

Рассматривая перечень эвристик, можно сразу усмотреть следующие его особенности. Приведенные эвристики частично коррелированы — мы не старались вычлениить независимые эвристики. Список эвристик открыт для дальнейшего пополнения — он никак не претендует на завершенность. Исследователь вовсе не обязан принимать альтернативу — пользоваться Н-эвристиками или Р-эвристиками. Он их может комбинировать в произвольном сочетании и даже пользоваться Н-эвристиками и Р-эвристиками с одним и тем же номером.

Главное в этом перечне — это идея о том, что можно пользоваться (и весьма плодотворно) дополнительными эвристиками.

Наоборот, абсолютизирование одной из эвристик с моральным запретом на дополнительную к ней ведет к трудностям как в описаниях науки, так и в методологии научного описания реальности.

С этой точки зрения нельзя не увидеть некоторое преимущество Р-эвристик. Они устроены так, что как бы подразумевают законность применения соответствующих Н-эвристик. Но «бритва Оккама» (сама по себе часто игравшая полезную роль) легко превращается в гильотину.

Попробуем на примерах показать конкретную плодотворность каждой из 38 перечисленных эвристик.

Эвристика (1Н) полезна хотя бы в криминалистическом исследовании вещественных доказательств.

(1Р) лежит в основе геометрии, выделяющей в реальных (материальных) линиях, фигурах и телах идеальные (геометрические) категории.

(2Н) — традиционный принцип физического редукционизма, приведший к открытию атомов, элементарных частиц, квантов света и т. п.

(2Р) — принцип системности (ирредукционизма).

(3Н) — лежит в основе идеи естественного отбора (как среда и конкуренция формируют биологические таксоны).

(3Р) — работает в генетике, помогает прийти к идее о перво-степенной роли генотипа перед фенотипом, в эволюционном учении приводит к теории номогенеза (см. [14], подробнее [16а]).

(4Н) — бэконовский принцип в науке.

(4Р), по мнению М. Аптера, лежит в основе кибернетики [1а, стр. 35].

(5Н) — ведет к созданию математической статистики и ее многочисленным приложениям.

(5Р) — лучшая иллюстрация — теория относительности: ищется геометрическая структура, лежащая в основе физических явлений. Аналогичная идея лежит также в основе ряда работ Ю. И. Кулакова [11].

(6Н) — эта эвристика столь традиционна, что не нуждается в подкрепляющих примерах.

(6Р) — идея введения наблюдателя очень существенна в теории относительности и квантовой механике. Эта же эвристика лежит в основе метода экспертных оценок.

(7Н) — является необходимой предпосылкой для (6Н).

(7Р) — используется в литературоведческом анализе поэтических произведений, в анализе рефлексивных структур [13].

(8Н) — традиционный физико-химический подход.

(8Р) — ведет к созданию вариационных принципов в физике, к исследованию оптимальных стратегий в кибернетике и др.

(9Н) — сведение физических и химических феноменов к явлениям на атомно-молекулярном уровне, стремление к четкому разграничению синтаксиса и семантики в лингвистике.

(9P) — введение Ньютоном в механику закона всемирного тяготения, не сводимого к традиционной механической реальности. (На эту тему подробнее см. у А. А. Любищева [15]).

(10H) иллюстрируется идеей поиска носителя генетической информации и раскрытия генетического кода.

(10P) — с этой эвристикой связано изучение смысловых характеристик информации, где свойства приемника гораздо важнее свойств канала передачи. В [13] рассмотрены ситуации рефлексивного управления, где информационные каналы отсутствуют. Само управление происходит за счет общего осознания ситуации ее участниками.

(11H) — объяснение сущности теории относительности путем анализа парадокса о близнецах.

(11P) — изучение синтаксиса языка путем описания аксиоматики синтаксических уравнений.

(12H) — открытие закона сохранения странности или изотопического спина (в физике элементарных частиц); открытие нейтринно из закона сохранения энергии при бета-распаде.

(12P) — открытие виртуальных частиц, ответственных за ядерные (сильные) взаимодействия, поиск способов увеличения организованности системы за счет «копирования» информации; космологические теории образования Вселенной из протоатомов.

(13H) — отказ от гипотезы эфира; бихевиоризм в психологии.

(13P) — введение фактора гравитации или слабых взаимодействий в физику; теория биологического поля, по А. Г. Гурвичу; введение понятия потенциальной формы в морфологии и категории «подсознание» в психологии.

(14H) — формирование понятия «слово» в лингвистике; идея изоморфизма моделей.

(14P) — исследование трудностей в понятии «слово»; анализ понятия «фонема» в лингвистике.

(15H) — идея филогенетической классификации биологических видов (по родству).

(15P) — идея «естественной» классификации в биологии; периодическая таблица Менделеева; классификация элементарных частиц.

(16H) — физическое моделирование (например, механических или тепловых систем электрическими); идея выделения элементарных единиц смысла для машинного перевода.

(16P) — эта эвристика тесно связана с (13P). Так, введение в термодинамику теплорода есть одновременно введение новой субстанции (сущности) и естественного языка для описания процессов передачи тепла; в лингвистике эта эвристика ведет к развиту стилистики как особой ветви науки об языке.

(17H) — очень важна для истории науки и культуры, без понимания историчности критериев истины нельзя оценить уровень древней науки, без понимания исторического многообразия эстетических взглядов непонятен уровень художественности произведе-

дений далеких от нас стилей (ср. [1]). Полезна также для юридической кодификации, обязанной считаться с исторически обусловленными конвенциями, и при научном обосновании нравственности.

(17Р) — играет решающую роль в исследовании логических основ науки, в различении убедительности и доказательности. Существенна при различении юридических и нравственных категорий.

(18Н) — это известный тезис Эйнштейна (природа не злонамеренна), на котором основана идея воспроизводимости экспериментальных данных, поскольку результат эксперимента не контролируется изучаемым объектом. При изучении условных рефлексов предполагается, что животные не меняют поведения, чтобы обмануть исследователя.

(18Р) — эту эвристику приходится применять, например, в психологии, где реакции исследуемого могут сознательно супрестировать исследователю определенную точку зрения.

(19Н) — если бы предположение не принималось физиками или химиками, то они гораздо осторожнее относились бы к формулировке новых теорий. Заметим, что влияние наблюдателя (прибора) на объект, учитываемое в квантовой механике, есть влияние на исход конкретного эксперимента, но не на природу объекта, который сам по себе (по своим физическим свойствам) от наблюдателя не зависим.

(19Р) — эту эвристику необходимо учитывать лингвисту, поскольку каждое описание языка (словарь, грамматика и т. п.) меняет язык, вводя в него дополнительную регламентацию. И чем лучше описание, тем сильнее оно меняет язык. Изучение человеческой личности (скажем, психоаналитическое) заведомо действует на самое личностное. В рефлексивных структурах создание наблюдателем теории о данном объекте «осознается» этим объектом и тем самым меняет его «внутренний мир».

Нам кажется, что этих примеров достаточно для доказательства плодотворности, по крайней мере, большинства приведенных эвристик. Не обсуждая подробно, рассмотрим еще три пары двойственных эвристик, показывающих, что наш список заведомо не завершен.

20Н) наука описывает «готовый» мир;

20Р) наука одновременно описывает и «творит» мир.

Это противопоставление было высказано в докладе Г. С. Батищева. Оно тесно связано с противопоставлением (19Н) и ((19Р)), но относится не к локальному объекту изучения, но к творчеству в целом.

21Н) — рассматривай объекты в двойственном причинном и целевом описании;

21Р) — поведение живого объекта не сводится к причинам и целям, но имеет смысл в себе самом.

Эта пара уточняет (обостряет) противопоставление (8Н) и

(8P). Эвристика (21H) возникает в вариационном исчислении, где причинностные описания тесно связываются с поведением соответствующих систем, оптимально реализующих некоторую цель. Недостаточность этого варианта для живых систем подчеркивалась Бергсоном [3]. (Ср. обсуждение этой проблематики в [25]).

Наконец, имеет смысл такое противопоставление:

22H) — ищи статистически хорошо воспроизводимые в эксперименте явления;

22P) — ищи редкие явления.

Об этом противопоставлении см. подробнее в [26]. Вероятно, все эти эвристики можно свести к меньшему числу существенных противопоставлений. Тогда любую теорию можно будет типологизировать по используемым в ней эвристикам (познавательным установкам). Далее мы последовательно рассмотрим важнейшие изменения, связанные с основными космологическими категориями.

Сегодня теоретико-множественный подход занял ключевые позиции не только в самой математике, но и в описании математическими средствами реальных объектов. Этот подход позволил достигнуть определенной степени ясности и логической стройности в понимании сущности математических структур. В классическом курсе Н. Бурбаки [5] этот подход достиг в известном смысле своей вершины. Согласно Н. Бурбаки, любая математическая структура есть множество с заданной на нем системой отношений (модель). В работе [6] отмечается, что всякое множество рассматривается, по крайней мере, с одним отношением на нем — отношением тождества. В этой работе сформулированы определенные трудности, с которыми встречается исследователь, когда он пытается произвольный объект мыслить как множество. Отсылая читателя за подробностями к этой работе, мы сформулируем лишь некоторые итоговые положения. Идея множества — это «многое, мыслимое как целое». Оперировав с множествами, мы предполагаем ясным заранее, что есть элемент множества и как сравнивать два множества по составу их элементов. Это необходимо хотя бы для того, чтобы говорить о равенстве множеств. Однако нам приходится достаточно часто встречаться с понятием «целое, мыслимое как многое». Это уже совсем иная категория, совсем другой способ рассматривать целостные образования. В системном подходе мы сначала имеем целостную систему, а затем рассматриваем ее как составленную из элементов. В результате система представляется в процессе исследования как множество, составленное из каких-то элементов. Казалось бы, мы пришли к понятию множества, и никаких новых категорий вводить не требуется. Важная тонкость состоит в том, что система не есть множество, а только представима как множество.

Таким образом, категория множества относится не к онтологии, а к гносеологии. Этим философским различием традиционная математика обычно пренебрегает. Подобное неразличение допустимо

при одном важном условии, а именно: представления системы в виде множества не зависят от способа изучения системы или разные представления очень жестко согласованы. Так, в интегральном исчислении рассматриваются различные разбиения отрезка интегрирования на подмножества отрезков, пересекающихся только концевыми точками. Это не ведет ни к каким неприятностям лишь потому, что любые два таких разбиения можно продолжить до общего более мелкого разбиения. При разбиении системы на множества элементов множества могут не иметь общего измельчения. Это могут быть совсем разноаспектные представления. На данной идее основано, в частности, определение системы, данное в работе [12]. Оно связано с отказом от идеи, что существуют фиксированные элементарные единицы, на которые делится любая система. Более того, это есть отказ от классического представления о континууме как о множестве точек. Элементы, на которые делится система, возникают в самом процессе членения. А разные членения системы подчиняются принципу дополнительности.

Хорошим примером такой дополнительности служит ковер, который можно рассматривать как множество переплетений (или цветковых пятен) и как множество элементов самого рисунка. Другой пример — это членение текста на слова. Известно (соответствующие примеры можно найти в [2]), что при подсчете числа слов в связанном тексте разные исследователи получают разное количество слов. Это, конечно, не связано с арифметическими ошибками при подсчете, но с разным пониманием членения текста на слова. В работе [6] рассматривается более широкое, чем множество, понятие класса, а множества строятся из классов процедурой отождествления элементов так, что группы этих элементов образуют уже доброкачественное множество. При анализе текста исследователь имеет дело с отдельными «появлениями слов в тексте», которые он отождествляет в группы, каждая из которых есть «все вхождения данного слова в текст». При этом исследователю по ходу дела приходится решать вопрос, что считать вхождениями одного и того же слова. Так, например, Ю. К. Орлов при исследовании частотного распределения слов в одной из былин принял решение об отождествлении в одно слово форм «ратай» и «оратай». Это было продиктовано соображениями, связанными с получающейся формой рангового распределения слов.

Классическая модель атома, по Бору, рассматривала атом как множество из ядра и электронов, занимающих стационарные орбиты. С известной натяжкой, можно и атомное ядро рассматривать как множество из протонов и нейтронов. Но уже протон нельзя рассматривать как множество из нейтронов и позитрона, хотя протон и может распасться на эти две частицы. Точно так же фотон (квант гамма-излучения), хотя и может превратиться в пару из электрона и позитрона, не является сам по себе множеством из этих двух частиц. Точнее говоря, он становится этим множеством в момент своей гибели. Еще один характерный физический при-

мер — это ядерная частица (протон или нейтрон) с «шубой» из виртуальных мезонов [17]. Виртуальные мезоны уж никак не образуют множества — они принципиально не индивидуализированы и об их существовании мы можем судить только по взаимодействию между самими ядерными частицами (нуклонами), которое состоит в обмене мезонами. Бессмысленно, например, говорить об отображении одного множества виртуальных мезонов на другое. Из-за соотношения дополнительности между временем и энергией мы даже не можем мыслить множество виртуальных мезонов как стоп-кадр, как мгновенное состояние нуклона «в шубе». Понятие «множество» здесь выступает скорее как математическая метафора, чем как точный способ описания сути дела.

В основаниях математики уже давно известны парадоксы, связанные с понятием множества. Но эти парадоксы возникают на очень абстрактном уровне, когда мы пытаемся говорить о таких категориях, как «множество всех множеств». Поэтому у каждого математика есть в душе уверенность (пока оправдывавшаяся), что в своей конкретной работе он на парадоксы не натолкнется.

Приведенные выше примеры показывают, что трудности здесь связаны не только с выходом в слишком абстрактные высоты, но с самим понятием принадлежности элемента множеству, которое не вполне адекватно устройству нашего космоса. (Подобная идея также была высказана Ю. И. Маниным.) Эти трудности можно предварительно расщепить на следующие три группы.

1. Реальные объекты образуют обычно классы, где еще нет ясного понятия тождества и различия элементов и строгих критериев вхождения элементов в класс. Чтобы «превратить» класс в хорошее множество, необходимо провести предварительную процедуру отождествления элементов [6]. Несколько иной путь оперирования с «размытыми» множествами предложил Заде [8].

2. Система не является множеством, но представима как множество в процессе исследования. Эти представления могут быть взаимно дополнительными, и связь между ними может быть жесткой [21].

3. «Целое, мыслимое как многое» — это не множество из готовых элементов, а идея, воплощаемая в разных элементах [21]. При этом возможны различные уровни отчетливости воплощения. Есть категория «красный цвет», воплощаемая в различных красных (и не совсем красных) предметах. И есть различные множества красных предметов. Отождествление «красного цвета» со множеством всех красных предметов неправомерно потому, что такого множества не существует. Точно так же «писатели» — это целое, воплощаемое во многом. Но бессмысленно говорить о множестве писателей. Неясно, например, входит ли в это множество Гомер и следует ли считать И. Грекову и Е. С. Вентцель одним и тем же писателем. С другой стороны, вполне правомерно говорить о множестве членов Союза писателей, хотя неизвестно, можно ли всех

его членов (скажем, критиков, переводчиков или литературоведов) считать писателями.

Итак, система может быть по-разному представлена как множество. Сама процедура членения на элементы входит в понятие системы. Но и выбор отношений между этими элементами тоже зависит от наблюдателя, от способа описания системы.

То, что для одного наблюдателя, выделившего определенные отношения между элементами, представляется как нечто весьма хорошо организованное, для другого наблюдателя (пользующегося при описании другим набором отношений) может выглядеть как первозданный хаос.

Видимо, впервые эта идея относительности наблюдаемого порядка отмечена в связи с так называемой янус-космологией [13]. Модель ее состоит из набора квадратных пластинок на плоскости, имеющих с двух сторон разные номера. То, что для наблюдателя с одной стороны видится как четкий порядок, для наблюдателя с противоположной стороны представляется хаотическим набором чисел. Убедительности этого примера мешает некоторая его искусственность, хотя он позволяет интересно интерпретировать «борьбу с беспорядком» как конфликт между двумя способами навести порядок в этой структуре.

Все же мы дадим другой пример. Рассмотрим текст «Божественной комедии», который для знающего итальянский язык выглядит как образец стройного порядка. Легко представить себе наблюдателя, с этим языком незнакомого, который будет видеть этот текст как случайное нагромождение букв. И дело не только в «видении» текста: этот текст можно использовать как источник случайных величин для решения задач по методу Монте-Карло.

В дешифровке исторических письменностей основная математическая задача [22] состоит в выборе такого членения текста на элементы, при котором относительное расположение этих элементов обладает максимальной регулярностью. В этом как раз и состоит суть алгоритма дешифровки, предложенного Ю. В. Кнорозовым [9]. Если не удастся получить хорошо организованного членения текста на элементы, то его нельзя рассматривать как полноценную письменность (это может быть аббревиатурное письмо или орнамент).

Интересно, что идея существования двух дополнительных порядков была отчетливо сформулирована А. Бергсоном: «...всякий способ бытия, который не является одним из двух порядков, будет другим и с необходимостью будет познаваться как другой» [3, стр. 208]. Правда, А. Бергсон различает метафизическую природу этих двух (только двух!) порядков. Один из них возникает в результате действия воли, а другой — автоматически. Мы же считаем, что эти порядки (в любом числе) определяются просто выбранным аспектом членения системы.

Итак, уровень организованности системы зависит от аспекта ее изучения. Это противоречит обычному термодинамическому

рассмотрению объектов, когда считается, что мера неорганизованности этого объекта (его энтропия) есть объективная физическая характеристика, не зависящая от наблюдателя.

На этом построена известная идея Шредингера [20] о том, что живой организм питается отрицательной энтропией, поддерживая свой уровень организации вопреки второму началу термодинамики. Такая точка зрения фактически является обязательной, если уровень организации есть объективная физическая характеристика живого организма. Но мы не обязаны принимать эту точку зрения, если уровень организации допускает разные оценки при разных способах рассмотрения системы. Во всяком случае допустимо предположить, что как физическая система живой организм ведет себя в полном соответствии с законами термодинамики, что не мешает «живой структуре» увеличивать свой уровень организованности. Тот факт, что отдельные клетки или белковые молекулы распадаются (ухудшают свою организацию) не противоречит тому, что на других уровнях представления той же системы имеет место высокая организованность.

Так, в примере янус-космологии из [13] квадратики могут быть упорядочены по номерам. Тогда, зная номер n очередного квадрата, мы однозначно можем предсказать, что следующий за ним квадратик будет иметь номер $n + 1$, т. е. энтропия, связанная с неопределенностью предсказания номера, равна нулю. Теперь представим себе, что мы знаем номер $f(n)$, написанный на обратной стороне. При достаточно «запутанной» функции f у нас будут одинаковые шансы предположить, что $f(n+1) > f(n)$ и что $f(n+1) < f(n)$. Здесь неопределенность порядка в каждой позиции равна одному биту. В более общем случае можно рассматривать представление системы как структуру с отношениями (модель). Предположим, что на базовом множестве этой модели задана некоторая функция $\varphi(x)$. Рассмотрим окрестность некоторого элемента x (в смысле [4]). Может оказаться, что зная все отношения в окрестности элемента x , мы можем предсказать возможные значения функции $\varphi(x)$ с их вероятностями.

Тем самым получится значение энтропии для окрестности. Это значение можно усреднить по совокупности окрестностей, учитывая частоту встречаемости самих окрестностей. Тем самым получится мера неорганизованности для данного представления исходной системы. Далее, мы можем взять другое представление той же системы, отличающееся набором отношений¹. Тогда новая совокупность окрестностей будет предсказывать значения функции $\varphi(x)$ с совсем другой степенью неопределенности, и мы получим другую оценку уровня организованности системы. В теории информации энтропия системы численно равна информации, необходимой, чтобы полностью описать состояние системы. Если раз-

¹ В примере с квадратиками это соответствует переходу от отношения $n < m$ к отношению $f(n) < f(m)$.

ные представления системы связаны между собой достаточно жестко [21], то для описания системы достаточно задать информацию, определяемую наиболее организованным представлением (с минимальной энтропией). На этом пути, возможно, удастся разрешить противоречие между объемом генетической информации и гораздо большим объемом информации, необходимой, по имеющимся оценкам, для описания организма в целом. По подсчетам, приведенным М. Аптером [1а], количество информации, содержащейся в организме взрослого человека, составляет от $5 \cdot 10^{25}$ до $2 \cdot 10^{28}$ бит. В то же время в ДНК зародышевой клетки содержится информации порядка 10^9 — 10^{10} бит. Это несоответствие можно как раз объяснить тем, что подсчет для организма в целом велся по представлению организма как множества белковых молекул, т. е. по наименее организованному представлению системы. В работе [16] была высказана идея, что генетический код несет информацию о «потенциальной форме». Иначе говоря, генетическая информация — это не информация о членении организма на молекулы (именно эта идея приводит к тупику, выраженному в несопоставимости величин, приведенных выше), но информация о квантах биологического поля. Более того, А. А. Любицев говорит о представлении биологического поля (потенциальной формы) гармониками, что уже есть прямая аналогия с квантовым представлением физического поля, о котором он заведомо не мог знать в момент написания работы, т. е. в 1922 г.

Полезно привести по этому поводу еще одну цитату из Бергсона: «наследственность передает не только признаки, она передает также порыв, в силу которого признаки изменяются, а этот порыв и есть сама жизненность» [3, стр. 207]. Тем самым возникает идея существования лучше организованного представления той же системы — множества элементов биологического поля. Это (дополнительное к физико-химическому) членение организма является здесь аналогом к правильному расположению квадратиков по номерам на одной стороне, а сложность наблюдаемых физико-химических феноменов соответствует сложности чередования значений номеров на противоположной стороне квадратиков. Разница с этим биологическим примером янус-космологии состоит в том, что в организме мы берем не просто разные отношения на одном и том же членении системы, но и разные членения (функциональное и монтажное). Гипотеза состоит в том, что первое существенно проще организовано, а второе является наблюдаемым эпифеноменом второго. Несколько неточным здесь является само употребление слова «гипотеза», поскольку она не сформулирована как утверждение, которое можно четко доказать или опровергнуть. Скорее, это некоторая эвристика, подсказывающая возможный путь к изучению организации живых систем. Впрочем, примерно такой же статус имели конкурировавшие гипотезы о волновой или корпускулярной природе света — ни одна из них не могла быть опровергнута.

Сегодня понятие вероятности стало одним из наиболее употребительных в математическом описании реальных объектов. Мы привыкли противопоставлять вероятностные процессы процессам детерминированным. Отсюда выросла идея о вероятностном прогнозировании, широко эксплуатируемая при описании самых различных объектов. При этом существование вероятностей постулируется очень часто, а правомерность этого постулата не анализируется. О том, что этот постулат далеко не всегда разумно принимать, писал, в частности, А. Н. Колмогоров [10]. Более того, стохастическая модель процесса — это перенос детерминированности на более высокий уровень. Так, в квантовой механике будущее местоположение (или импульс) частицы не предсказуемы. Но зато предсказуема волновая функция квантовой системы, задающая распределение вероятностей координат (или импульсов). Математически это проявляется в том, что для уравнения Шредингера существует единственное решение задачи Коши, и эта задача корректна. Целесообразно различать два полезных противопоставления. Первое из них — противопоставление детерминированной и недетерминированной системы, когда класс недетерминированных систем содержит как правильную часть и все стохастические (вероятностные) системы. Другое важное противопоставление: несвободные — свободные системы, где к последним относятся только системы, которым присуща свобода выбора решения, не предсказуемого даже вероятностно.

В последнем случае возникают некоторые принципиальные трудности: как могут сосуществовать свободные системы в мире, где невозможно прогнозирование? Заметим, что категория свободы воли логически предшествует любопытному парадоксу. Свобода равно противоречит как детерминистскому, так и стохастическому принципу организации мира. Разрешение парадокса можно найти в особых свойствах нашего реального мира, в его сущностных основах (признавая разумеется, наличие таковых). Уточнения ради примем следующую терминологию. Для реальной свободы выбора необходимо, чтобы наш мир удовлетворял одновременно следующим двум принципам:

- 1) предсказуемости: мир ведет себя настолько упорядоченно, что возможно локальное предсказание событий;
- 2) обусловленности: мои действия могут обусловить направленную реакцию среды.

В полном объеме оба эти принципа могут быть воплощены лишь в ситуации общения с абсолютно послушным и полностью известным мне автоматом. Но для проявления свободы выбора достаточно, чтобы эти принципы действовали локально в пространстве и во времени. Противоречие возникает лишь в том случае, когда обусловленность событий чужой волей не дает мне принципиальной возможности предсказывать ход событий. Действительно, в момент выбора нельзя знать всех причин, воздействующих на события, например чужой свободной воли; пытаюсь же устранить

ее влияние, я нарушу чужую свободу выбора. Тогда таким же образом может быть нарушен принцип обусловленности и для меня.

Разрешение парадокса «свобода — предсказуемость» возможно, если отказаться от полностью причинностной логики. Не зная причин и даже не управляя причинными зависимостями, можно догадываться о целях. Если мир в основе своей связан общей сущностью, то неминуемо возникает общность целей или хотя бы (в самом слабом варианте) способность взаимопонимания целей. Тогда локальный прогноз событий становится возможным уже не в силу знания причин, а путем угадывания целей. Так происходит выбор даже в антагонистических ситуациях (скажем, в шахматной партии). Антагонизм становится взаимодействием — может быть, драматическим, а может быть, даже и трагическим — свободных волей в свете общей и высшей цели. Если я делаю хороший выбор, то уменьшается соблазн дурного выбора для других. Мой выбор хорош, если он, в частности, увеличивает свободу окружающих. Любой обман, нарушение соглашений, придание новым соглашениям обратной силы уменьшает общий уровень предсказуемости, ведет к дурному выбору других и тем самым становится дурным выбором для меня. Поэтому законность лучше беззакония. Но есть и другая сторона: можно увеличивать предсказуемость за счет обусловленности, добиваться уровня предсказуемости точного механизма уже за счет порабощения свободы. Поэтому милосердие выше любого закона. Плохо стать рабом даже долга.

В живых системах возникают такие ситуации, когда некий процесс с внешней стороны выглядит как бы вероятностным, но по существу таковым не является. Хороший пример этой ситуации доставляют ранговые распределения слов по частоте встречаемости в тексте [2]. Возьмем все слова, входящие в данный текст, и упорядочим их по количествам вхождений (частотам встречаемости). Мы получим список слов, где номер слова по порядку называется рангом слова. (Не будем сейчас вдаваться в тонкости, связанные с неоднозначностью присвоения ранга словам с одинаковой встречаемостью). Оказывается, что между рангом слова n и его частотой F_n существует четкая обратно пропорциональная зависимость, известная под названием закона Ципфа. Отсюда возникает естественная трактовка этого закона как распределения вероятностей появления слов в тексте. Существуют даже работы, где закон Ципфа выводится из того или иного вероятностного механизма порождения текстов. Но при этом возникают две трудности. Хотя форма закона Ципфа очень четко соблюдается для законченных связных текстов, одно и то же слово имеет различные (и часто очень далекие друг от друга) ранги в различных текстах. Таким образом, ранг слова и его частота характеризуют не положение слова в некотором языковом «механизме», а роль слова в конкретном тексте. Но это еще не все. Как показал Ю. К. Орлов [18], качество выполнения закона

Циффа связано не с объемом выборки — длиной текста, а совсем с другим фактором: законченностью текста. Если бы мы имели действие некоторого порождающего вероятностного механизма, то устойчивость частот зависела бы прежде всего от объема выборки. Вместо этого отчетливо наблюдается действие целостного фактора.

Закон Циффа хорошо выполняется для былин, циклов стихов, маленьких рассказов, но гораздо хуже выполняется, скажем, для полного текста «Войны и мира». В последнем случае дело выглядит так, как будто бы эпопея Л. Толстого состоит из ряда целостных кусков.

Вместо привычной схемы последовательного случайного выбора слов процесс порождения текстов выглядит так, как будто автор в каждый момент осознает структуру текста в целом. На выбор отдельного слова влияет не только предыстория (уже написанный кусок), но и целостный замысел вещи. Это меняет привычные схемы описания процессов как марковских систем и заставляет принять предположение о том, что законченным текстам присуща некая интегральная гармония формы, проявляющаяся, в частности, в количественных соотношениях между числом словоупотреблений. Итак, вместо локальной вероятностной картины мы приходим к необходимости вводить целостные факторы для системы.

Этому обстоятельству нельзя не придать значения еще и потому, что закономерности того же типа возникают не только в лингвистике, но и в информатике (закон рассеяния публикаций по источникам), социологии (распределение членов коллектива по разным категориям), биологии (распределение родов по количеству видов или по ареалам распространения) и т. п.

Хорошо известно, какую фундаментальную роль играет в теории систем категория информации. Эта категория заняла высокий ранг в науке уже с возникновением кибернетики. А. Н. Колмогоров [10] показал, что эта категория в некотором смысле более первична, чем категория вероятности, хотя в первоначальном определении Шеннона количество информации определялось через вероятности событий. И все же теория систем подсказывает, что и в области теории информации плодотворен некоторый пересмотр традиционных позиций. В классической трактовке информации на первый план выдвигалась идея кода, идея описания функционирования канала связи. С этой сферой связано подавляющее большинство работ и конструктивных научных идей.

Понятие информации как субстанции, ответственной наряду с массой и энергией за само существование реальных систем, не сыграло еще заметной роли. Были некоторые попытки использовать информацию как структурную характеристику уровня организованности систем, но они не были развиты вглубь. В работе [18] проанализировано, как категория информации не-

явно, но существенно входит в фундаментальные физические законы. Из этой же работы можно усмотреть, что в семантической теории информации акцент смещается на изучение свойств приемника, а характеристики самого канала уходят на второстепенный план. Интересно, что подобное же смещение акцента в остраненной форме можно обнаружить и в исследованиях рефлексивного управления. Там рассматриваются информационные ситуации, когда передающий канал вообще отсутствует, а информационный обмен достигается в результате либо взаимного осознания приемников, либо аналогичного осознания внешней среды. Первый тип ситуации связан с выбором фокальной точки.

Если я улавливаю с кем-то о встрече в Таллине в определенное время, но место осталось не обговоренным, то я, безусловно, пойду на Ратушную площадь. Это и есть фокальная точка. При более близком знакомстве встречающихся фокальная точка может быть смещена. Скажем, с коллегой по работе я пойду встречаться в какой-нибудь институт. Если двум математикам предложено задумать натуральное число с условием, что при совпадении этих чисел они получают награду, то каждый задумает единицу. Оба понимают, что партнер знает, что единица есть единственный отмеченный член натурального ряда.

Второй тип ситуаций — это случай лидера в коллективе. Рефлексивный лидер — это реальное или мнимое (умершее или выдуманное) лицо, чей внутренний мир похожим образом моделируется в сознании членов коллектива. Поэтому действия участников мысленно сверяются с осознаваемым мнением лидера. Скажем, дети принимают определенное решение, поскольку «отец бы это одобрил».

Интересно, что А. А. Любищев [16] еще до открытия генетического кода и химической природы гена писал, что в механизме наследственности самое важное — не как передается признак, а как он осуществляется в развитии, т. е. важен не канал, а приемник. И, хотя в изучении генетического канала имеются грандиозные успехи, тайна приемника еще не раскрыта.

Более того, изучение свойств приемника еще не вышло на передний фронт науки. Именно в связи с изучением свойств приемника, механизма осуществления генетической информации в онтогенезе А. А. Любищев выдвинул идею потенциальной формы как главного фактора, коррелированного с наследственной информацией.

Подчеркнем, что в измерении информации, получаемой приемником, есть свои трудности по сравнению с измерением информационных характеристик канала. В теории Шеннона имеется эталонная ситуация — выбор из двух равновероятных возможностей. Информация, необходимая для такого выбора, и принимается за универсальную единицу — один бит. Когда мы интересуемся осуществлением информации в приемнике, то мы не можем отвлечься от янус-космологии. Принимаемый текст может прин-

ципально по-разному членились на «кванты смысла». В каждом из представлений приемника мы имеем разную оценку сложности организации. Беда в том, что мы никогда не можем выделить «чистую» ситуацию — работать только в одном представлении. Содержательная информация всегда смешана с метаинформацией — информацией о способе кодирования информации в тексте (подробнее см. [24]). Не исключено, что для получения информации статуса физической величины придется пересмотреть традиционные взгляды на сущность процесса измерения.

Если в плане пространственном с информацией связана потенциальная форма, то в плане временном субстанциональная трактовка информации ведет к пересмотру понятия времени. Еще Н. Винер в предисловии к своей книге [7] говорит о том, что при изучении процессов управления надо переходить от традиционного физического времени — длительности — к времени, по Бергсону. В связи с изучением природы развития живого Бергсон [3] противопоставил времени — длительности время — изобретение, время как поток взаимно перекрывающихся событий. Информационный подход позволяет эксплицировать понятие события, придав ему содержание. Для несвободной (детерминированной или стохастической) системы выбора в строгом смысле не существует. Такая система действует в чистой длительности. Другое дело система, которая осуществляет свободный выбор. Для такой системы каждый выбор Q имеет некоторое информационное содержание. Например, можно измерять $I(Q)$ как логарифм вероятности сделать такой выбор, взятый с обратным знаком. Можно рассмотреть и более тонкие способы измерения силы выбора, но нам достаточно выбранной процедуры измерения, чтобы опереть на нее свою интуицию. Уже здесь видно, что система, не имеющая выбора (хотя бы мысленного), получает тождественно нулевые значения $I(Q)$.

Пусть теперь в интервале физического времени от t_1 до t_2 система делает какие-то выборы Q_i .

Тогда величину

$$\tau = \sum_{t_1 < t < t_2} I(Q_i)$$

естественно считать мерой собственного (психологического) времени. Для несвободной системы $\tau \equiv 0$. Отношение собственного времени к физической длительности есть важная характеристика системы. По-видимому, наши ощущения от времени («время долго тянется» или «время летит») связаны с непосредственным переживанием этого отношения. Г. Б. Башкирова (устное сообщение) заметила, что категория собственного времени возникает и в литературном произведении, когда основной (решающий, наиболее богатый информационным содержанием) выбор приходится, скажем, на последние несколько страниц.

Так, в романе «Домби и сын» основной выбор — это приход Флоренс к отцу, когда вместо ожидаемого по логике событий справедливого возмездия дурному отцу она выбирает милосердие. Инстинктивное стремление жить в собственном времени, а не в физической длительности, влечет к остросюжетным произведениям искусства, где мы присутствуем при имитации выбора и зритель «паразитирует» на не принадлежащем ему собственном времени. В какой-то мере имитацией выбора является шахматная или карточная игра, за которой участники «убивают время». По-видимому, пересмотр традиционного воззрения на время как на чистую длительность имеет серьезное значение для исследования живых систем. Так, в работах П. Г. Светлова [19] по эмбриогенезу показано, что развитие зародыша связано с определенными моментами выбора, которые в целом приводят к одному и тому же результату (принцип конфинальности). Л. К. Кайбияйнен показал, что у деревьев есть понятие внутреннего ритма, отличного от суточных чередований, обусловленных внешней средой. Наконец, идея пересмотра категории времени может оказаться тесно связанной с предположением П. А. Флоренского об обратном ходе времени во сне. Отправной пример Флоренского таков: человеку снится, как он знакомится с девушкой, ухаживает за ней, делает предложение, ведет под венец под звон колоколов — и тут просыпается от звона будильника. Итак, звон будильника и был причиной всей разворачивавшейся во сне длинной истории. Отсюда вывод Флоренского об обратном ходе времени во сне.

Этому примеру можно дать и несколько иную трактовку. Если сон детерминирован, т. е. во сне человек не предпринимал усилий для изменения хода событий, то в собственной шкале человека время его сна равно нулю. Таким образом, от начала сна до финальной точки (будительной причины) прошло нулевое время. Тогда просто теряется различие между причиной и целью. Звонок будильника и весь сон просто совмещены в личной временной шкале спящего. Причина и цель здесь неразличимы.

Этот пример в сущности показывает, что в несвободных системах начальные и конечные причины равноправны с точки зрения самой системы, поскольку здесь нет личного времени. «Начальный толчок» и «конечное притяжение» совершаются как бы одновременно. Здесь время имеет чисто геометрический характер. Этим содержательно может быть объяснено то, что вариационные принципы дают ту же самую картину явлений, что и чисто причинно-следственное описание физической системы. В свободной системе время имеет как бы «внутренний напор». Здесь будущее не предопределено начальными условиями или конечными целями, но творится в самом временном потоке, составляющем цепь взаимно-привязанных выборов. Но свободная органическая система может и не проявить своих выборов. Тогда она начинает существовать только в физическом времени и становится не отличимой от неорганической системы. Впрочем, ни-

какой эксперимент с «черным ящиком» не может показать, в каком времени существует этот ящик.

Итак, нереализованные выборы (отказ от свободы воли) сжимают собственное время до нуля. Наоборот, приобретение полной свободы, сознательное осуществление нетривиальных выборов бесконечно растягивает собственное время индивидуума. Стоит еще подчеркнуть, что собственное время привязано к конкретной системе (индивидууму), но не к системе координат, — как время по Эйнштейну.

Понятие собственного времени имеет прямой смысл для информационно-поисковых систем. Дело в том, что подлинный смысл этих систем не в экономии времени на поиск, а увеличении собственного времени поиска (желательно, при сокращении физической длительности). Когда потребитель получает слишком много стереотипной и среднеполезной ему литературы, то он вырабатывает и определенный стереотип отношения к ней: просматривает, не вникая. Поэтому сокращение поискового шума способствует более внимательному чтению литературы, инспирирующей вполне серьезные научно-технические решения. (Суть как раз не в быстром чтении, как сейчас часто пишут, а во внимательном чтении литературы. Но для этого необходимо ее хорошо отобрать.)

Однако увеличение точности (прицельности) поиска в некотором смысле отчуждает от потребителя важные выборы, передавая их поисковой системе. Поэтому потребитель должен иметь возможность контролировать прицельность поиска и направленно «сканировать» по тематической области. Именно поэтому сейчас все большую роль начинают играть диалоговые системы, где собственное время работы потребителя с системой резко увеличивается за счет большего насыщения выборами, которые приходится совершать потребителю.

В сущности, самое насыщенное время (отношение собственного времени к длительности) возникает в нормальной маленькой библиотеке, где читатель может долго и со вкусом рыться в книгах. Задача информационно-поисковых систем — обеспечить возможность «рыться в книгах», когда этих «книг» слишком много для обычной библиотеки, а количество читателей уже делает невозможным непосредственный доступ к литературе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аверинцев С. С.* Предварительные заметки к изучению средневековой эстетики. — В кн.: Древнерусское искусство. М., 1975.
- 1а. *Ангер М.* Кибернетика и развитие. М., 1970.
2. *Арапов М. В., Ефимова Е. Н., Шрейдер Ю. А.* О смысле ранговых распределений. — «Научно-техническая информация», сер. 2, 1975, № 4.
3. *Бергсон А.* Творческая эволюция. М. — СПб., 1914.
4. *Борцев В. Б., Хомяков М. В.* Аксиоматический подход к описанию формальных языков. — В кн.: Математическая лингвистика. М., 1973.

5. Бурбаки Н. Теория множеств. М., 1965.
6. Виленкин Н. Я., Шрейдер Ю. А. Понятие множества и реальные объекты.— «Вопросы философии», 1974, № 2.
7. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М., 1958.
8. Заде А. Размытые множества и алгоритмы. М., 1974. («Новое в жизни, науке, технике». Серия «Математика и кибернетика», 1.)
9. Кнорозов Ю. В. Письменность индейцев майя. М.— Л., 1963.
10. Колмогоров А. Н. Три подхода к определению понятия «количество информации».— «Проблемы теории передачи сообщений», 1965, т. 1, вып. 1.
11. Кулаков Ю. И. Математическая формулировка теории физических структур.— «Сибирский математический журнал», 1971, т. 12, № 5.
12. Ласточкин Б. А. Мера. (в печати).
13. Janus-Kosmologie.— «Ideen des exakten Wissens», 1969, № 6.
14. Любищев А. А. Понятие номогенеза.— «Природа», 1973, № 10.
15. Любищев А. А. Критерии реальности в таксономии.— Информационные вопросы семиотики, лингвистики и автоматического перевода, вып. 1, М., 1971.
16. Любищев А. А. О природе наследственных факторов.— «Изв. биол. НИИ при Пермском ун-те», 1922, вып. 1.
- 16а. Мейен С. В. Проблема направленности эволюции.— В кн.: Итоги науки и техники. Зоология позвоночных, т. 7. М., 1975.
17. Мякишев Г. Я. Элементарные частицы. М., 1973.
18. Орлов Ю. К. О статистической структуре сообщений, оптимальных для человеческого восприятия (к постановке вопроса).— «Научно-техническая информация», серия 2, 1970, № 8.
19. Светлов П. Г. Онтогенез как целенаправленный (телеономический) процесс.— «Архив анатомии, гистологии и эмбриологии», 1972, т. 63, № 8.
20. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? М., 1948.
21. Шрейдер Ю. А. Язык описания систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973.
22. Шрейдер Ю. А. Значение исследований по дешифровке исторических письменностей.— «Проблемы теории передачи сообщений», 1967, т. 3, № 4.
23. Шрейдер Ю. А. О семантических аспектах теории информации.— «Информация и кибернетика». М., 1967.
24. Шрейдер Ю. А. Информация и метаинформация.— «Научно-техническая информация», серия 2, 1974, № 4.
25. Шрейдер Ю. А. Присущ ли машине разум? — «Вопросы философии», 1974, № 5.
26. Эстрин Ю. Я. Феномен золотой рыбки.— «Знание — сила», 1974, № 2.

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМНОЙ ТЕОРИИ СЛОЖНОГО «ПОПУЛЯТИВНОГО» ОБЪЕКТА

Г. П. ЩЕДРОВИЦКИЙ

ОРГАНИЗАЦИОННО УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЗАДАЧА РАЗРАБОТКИ СИСТЕМНЫХ ТЕОРИЙ «ПОПУЛЯТИВНЫХ» ОБЪЕКТОВ

Те существенные и кардинальные изменения в человеческой практике, которые мы сейчас характеризуем как *технологизацию деятельности организации и управления* (а это означает вместе с тем — оформление этих деятельностей в виде социотехнических и культуротехнических систем, обособление, профессионализацию, закрепление в системах учебных предметов и т. д. и т. п.), наложили свою печать и на лицо науки; в частности, они выдвинули на передний план задачу разработки научных теорий совершенно особого типа — их можно назвать *системными теориями популятивных объектов*. В разряд таких теорий можно отнести, к примеру, теорию речи-языка, теорию мышления, теорию деятельности с ее многочисленными подразделениями, такими, как теория научных исследований, теория проектирования, теория управления и т. д. и т. п., наконец, биологическую теорию популяций (и эта последняя дала нам термин, который мы используем в обобщенном смысле).

То, что мы связываем разработку научных теорий мышления и речи-языка с технологизацией и профессионализацией деятельности организации и управления, может вызвать недоумения и возражения, ибо в широком общественном сознании считается, что речь-язык и мышление уже давно — если и не два тысячелетия, то, по крайней мере, несколько столетий назад — стали предметами специального научного исследования, а деятельность организации и управления начала технологизироваться лишь в XX столетии. И хотя для такого убеждения есть достаточно оснований, во всяком случае — на поверхности явлений, тем не менее мы будем отстаивать свое утверждение и постараемся показать, что существенными здесь являются иные процессы и механизмы, нежели те, которые фиксированы и закреплены в распространённых догмах общественного сознания. На наш взгляд, деятельность организации и управления начала технологизироваться по меньшей

мере с середины XIX в., философские и методологические основания для этого подготавливались уже в XVIII в., а собственно научное изучение речи-языка и мышления предстоит еще только начать и возможные успехи его зависят от целого ряда факторов и обстоятельств, которые необходимо предварительно создать или подготовить.

Начнем обсуждение с проблемы научного исследования речи-языка и мышления. Бесспорно, что явления речи-языка и мышления стали предметом специального анализа давным-давно (в рамках одной лишь европейской традиции — уже по крайней мере 2500 лет назад), но тем не менее *научной теории* (или, если уж быть терминологически совсем точными, — *научной теории естественного типа*¹) для этих объектов не построено до сих пор². И это обстоятельство никак нельзя считать случайным. Более того, в нем-то и заложен парадокс, требующий объяснения.

¹ Высокий престиж науки, полученный ею отнюдь не так давно (в лучшем случае — за последние 100 лет), привел среди прочего и к тому, что очень многие деятельности, не имеющие ничего общего с научным исследованием, стремятся оформлять свои продукты в виде научных теорий. Это обстоятельство совершенно сместило и разрушило и без того не очень определенные разграничительные линии между различными продуктами духовного производства и, в частности, между знаниями разного типа — *практико-методическими, конструктивно-техническими, философскими, историческими и собственно научными*. Если еще во времена Ньютона была хорошо известна и ощущалась практически всеми причастными к делу разница между *естественной теорией механических движений и техническим учением об орудиях и механизмах*, то сейчас как содержание, так и сама значимость этих различий практически утеряны. Это приводит к тому, что сегодня мы называем «научными» буквально все и любую бытие знания, полученные путем специального анализа, — нормы и предписания-алгоритмы в такой же мере, как представления об устройстве машин и описания исторических фактов. Более того, нередко в этом видят существенное обобщение и важный шаг в развитии форм организации деятельности и познания. В противоположность всем этим представлениям и обиходным практическим установкам мы считаем различие и четкое разграничение разных типов знаний, в том числе различие «естественных» и «искусственных» знаний, исключительно важными и принципиальными как для теории знания, так и для методологии и полагаем, что без них не может проводиться сейчас ни одно методологическое или эпистемологическое рассуждение, претендующее на какую-либо культурную значимость.

В содержательном и формальном аспектах эти различия обсуждались нами в работах [61] и [66].

² В последние десятилетия осознание этого факта проникло уже в широкие круги не только гуманитариев, но и естествоиспытателей. Твердая уверенность в том, что научной теории мышления еще нет и это всем хорошо известно, позволила Дж. Томсону бросить фразу: «Наш век знаменует собой начало науки о мышлении» (см. [44, стр. 161]). Отсутствие научной теории речи-языка осознается в значительно меньшей степени, нежели отсутствие теории мышления. Объясняется это прежде всего тем, что за научную теорию обычно выдаются многочисленные конструктивно-нормативные и конструктивно-педагогические системы языка с сопровождающими их практико-методическими и конструктивно-техническими знаниями. Понадобилась длительная и напряженная борьба не для того, чтобы утвердить понимание различия между разными типами знаний в широком сознании языковедов, а лишь для того, чтобы зафиксировать эти различия в литературе и описать характерные черты собственно научной теории (см. [64] и [66]). Было бы наивно думать, что такая фиксация сама по себе приведет к изменению общественных представлений — слишком сильны противодействующие

Иногда его пытаются объяснить (а по существу дела обойти) ссылками на то, что мышление и речь-язык являются очень сложными явлениями — значительно более сложными, нежели физические или химические явления, а поэтому-де «задержка» в разработке теории мышления и теории речи-языка должна рассматриваться как нечто естественное и необходимое. Но в самом этом плоско-эволюционистском и чисто количественном подходе к развитию наших знаний содержатся совершенно очевидные ошибки и противоречия. Ведь, с одной стороны, предполагается, что теория мышления и теория речи-языка будут иметь такую же структуру и формальную организацию, какую имели классические теории физики — галилеево-ньютоновская механика, теория тепловых явлений и электродинамика, и, соответственно этому, строить или разрабатывать их мы будем по тем же нормам и правилам, по каким строили и разрабатывали теории физики, а это все значит, что сами мышление и речь-язык в качестве объектов теории мы рассматриваем как подобные или даже как тождественные (в общих и существенных чертах) объектам физической теории. Но если принять только это допущение, то нельзя будет объяснить, почему разработка теорий мышления и речи-языка настолько «задержалась» и «отстала» от разработки физических теорий. Поэтому одновременно с первым положением о принципиальном подобии и сходстве мышления и речи-языка как объектов научных теорий с объектами физических и химических теорий принимается еще второе положение, и оно образует другую сторону традиционного подхода, что мышление и речь-язык в качестве объектов научных теорий являются вместе с тем значительно более сложными, нежели объекты физики и химии.

Соединяя друг с другом эти два определения, исследователь, как ему кажется, достигает полной характеристики речи-языка и мышления: во-первых, он знает, что они принципиально такие же, как и объекты других теорий, а во-вторых, — что они сложнее, чем эти объекты. Но беда здесь в том, что за этим выражением «сложнее» не стоит никакой другой специальной характеристики мышления и речи-языка как объектов теорий, кроме всей той же поверхностной и банальной констатации, что разработка теории мышления и теории речи-языка почему-то «задержалась». Указание на «сложность» речи-языка и мышления в таком употреблении не содержит никакого подлинного объяснения этого «отставания», не является отправным пунктом анализа, призванного вскрыть и описать отличия мышления и речи-языка от объектов физических теорий, не стимулирует работы исследователей, оно лишь внешним образом оправдывает сложившуюся ситуацию и служит для самоуспокоения исследователей — де не от нас все

щие этому идейные традиции и социально-практическая организация современного языковедения, но, во всяком случае, в указанных работах мы достаточно полно изложили те основания, которые заставляют нас утверждать это.

это зависит, разработка теорий речи-языка и мышления *по природе* самих этих объектов, а следовательно необходимо и неизбежно, должна растянуться на многие тысячелетия.

В противоположность такому подходу мы хотим видеть в утверждении, что речь-язык и мышление являются «сложными» объектами, не столько указание количественного характера — будто долго придется строить их теории, сколько указание качественное — что это объекты *совершенно иного категориального типа*, нежели объекты физических теорий, что их нужно анализировать и описывать принципиально иначе, нежели описывались объекты физических теорий, что сами эти объекты будут представлены в существенно иных онтологических картинах, нежели объекты классической физики, что описывающие их теории будут иметь иную логическую структуру, нежели физические теории и т. д. и т. п.; ко всему этому можно еще добавить, что если мы не сделаем всех этих принципиальных выводов и будем строить и разрабатывать теорию мышления и теорию речи-языка так же, как мы строили и разрабатывали физические теории, то у нас никогда не будет собственно научных теорий этих объектов, даже если мы будем напряженно трудиться еще тысячу лет.

Именно об этом говорит, на наш взгляд, то парадоксальное обстоятельство, что анализировать речь-язык и мышление начали уже 2500 лет назад, а собственно научных теорий этих объектов (т. е. теорий естественного типа) нет до сих пор.

Но и эти все выводы и характеристики представляют собой лишь некоторое *методологическое* суждение, дающее основание для определенных практических установок, но отнюдь не объяснение, почему все так происходило и произошло. Чтобы получить такое объяснение (или хотя бы наметить путь к нему), нужно рассмотреть значительно более глубокие аспекты проблемы, нежели просто «сложность» объекта изучения. Ведь для человеческой деятельности и познания нет абсолютной шкалы сложности объектов, вытекающей из природы самих объектов и безотносительной к направлениям развития человеческой деятельности, в соответствии с которыми идет и развивается человеческое познание. Представление о внутренней шкале сложности объектов является не чем иным, как *наивно-натуралистическим призраком* разума (см. [24, стр. 1]). Реально же выражение «сложность объекта» характеризует не объект как таковой, а *паше познавательное и деятельностьное отношение* к нему, можно было бы сказать — «место» объекта внутри деятельности или, еще точнее, его положение относительно векторов развития деятельности и познания.

В каждую историческую эпоху деятельность и познание решают лишь те практические и познавательные задачи, которые актуальны в этот период для функционирования и развития самой деятельности, вытекают из ее имманентных процессов (в плане исторической ретроспекции можно было бы сказать: лежат на основных траекториях ее эволюции). Это значит, что познается и

описывается в форме собственно научных теорий только то, что должно быть познано и представлено в такой форме, только те объекты, которые «лежат на траекториях развития»; но и обратно: то, что должно быть познано и описано таким образом в этом имманентном развитии деятельности, то действительно и познается.

Следовательно, если за 2500 лет специального анализа явлений речи-языка и мышления так и не было построено ни научной теории речи-языка, ни научной теории мышления, то это значит, что не было подлинной потребности в этих теориях, или, если говорить более строго и более осторожно, это значит, что развитие деятельности и познания шло в таких направлениях, которые не нуждались в научных теориях речи-языка и мышления, не создавали стимулов для их развития.

И действительно, как только мы начинаем более детальный и более скрупулезный анализ истории любых исследований в области речи-языка и мышления, так вскоре же обнаруживаем, что все эти исследования стимулировались такими практическими задачами (в первую очередь — задачей программирования и нормирования рече-языковой и мыслительной деятельности, задачей обучения языку и мышлению, задачей создания средств для такого обучения и т. п.; см. [61] [63] [64] [66]), которые отнюдь не требовали создания собственно научных теорий речи-языка и мышления, а вполне могли обходиться нормативными, практико-методическими и конструктивно-техническими представлениями (ср. [61, стр. 102—117]). Грубо говоря, весь логический и языковедческий анализ, проводившийся веками, имел целью отнюдь не научное описание естественных процессов речи и мышления, а лишь разработку правил построения рассуждений, ведущих к истинному знанию, и правил построения понятных и выразительных речевых форм (см. [23, стр. 48—51] [87, стр. 31—32] [63] [64] [68]). И подобно тому, как логика не представляет и не репрезентирует в виде естественного (или естественноисторического) объекта мышление, точно так же и современное языковедение не представляет и не репрезентирует в виде естественного (или естественноисторического) объекта речь-язык. И это происходит отнюдь не потому, что речь-язык и мышление являются очень сложными объектами (превосходящими возможности нашего познания), а потому, что до середины XIX в. по сути дела не было таких практических задач, которые потребовали бы анализа и представления речи-языка и мышления вообще в качестве естественно функционирующих или естественно развивающихся объектов.

Такого рода практические задачи, на наш взгляд, оформились и получили распространение лишь к концу XIX и началу XX в., хотя философская и идейно-теоретическая подготовка их началась уже во второй половине XVIII в. Это были задачи управления социально-экономическим, но еще раньше социо-культурным раз-

витием человеческого общества, задачи управления социальными изменениями и организации социотехнических действий, вызывающих те или иные преобразования в обществе. И лишь после того как эти задачи оформились и были зафиксированы в общественном сознании и в разнообразных общественных институтах, стала оправданной и актуальной задача построения собственно научных теорий экономики и культуры, речи-языка и мышления, исследовательской, проектной, управленческой деятельности и деятельности вообще. И в этом есть глубокий содержательный смысл, связанный, с одной стороны, с особенностями самой управленческой деятельности — ее вниманием к *естественным процессам жизни* тех объектов, которыми нужно управлять, расчетом на использование этих естественных процессов и отсюда установкой на выявление и познание *законов*, по которым они живут, а с другой стороны, — с особенностями современной социо-культурной ситуации и характером тех слоев и пластов общественной деятельности, которые постепенно выявляются и захватываются службой управления.

Несколько огрубляя эту мысль, можно наверное сказать, что лишь после того, как служба управления поставила перед собой задачу стимулировать и определенным образом организовать развитие знаковых систем, мышления и разных видов общественной деятельности, лишь после этого стали действительно необходимыми научные (в точном и строгом смысле этого слова) теории речи-языка, мышления и деятельности (то же самое, по-видимому, можно сказать и о биологическом учении о популяциях).

Это утверждение ни в коем случае нельзя понимать в том вульгарном смысле, что развитие службы управления создало *потребность* в собственно научных теориях речи-языка, мышления и деятельности, а ученые, отвечая на эту потребность, стали разрабатывать соответствующие теории. Дело, конечно, обстояло не так. Известно, что наука всегда решает не те задачи, которые имеют большую практическую значимость и которые поэтому хотелось бы решить, а лишь те задачи, которые сама наука может решить в соответствии с уже достигнутым уровнем своего развития и своими динамическими потенциями, определяемыми так называемой зоной ее ближайшего развития. Это значит, что каждое научное достижение является результатом взаимодействия какой-либо *научно-методологической традиции* (в которой это достижение собственно и получается) с *практической деятельностью* — с тем, что эта деятельность открывает для философской, инженерно-конструктивной, методической и собственно научной рефлексии, с тем, что формулируется в виде задач практической деятельности и, наконец, с тем, что практическая деятельность создает в качестве условий и стимулов развития той или иной научно-методологической традиции, и т. д. Таким образом роль так называемых «потребностей» и «запросов» практики является решающей не в определении содержания и формы тех или иных

научных результатов и достижений, а лишь в социальном и экономическом стимулировании тех или иных научно-методологических разработок, они определяют объем и настойчивость поисков, меру прилагаемых общественных усилий, помогают выявить и зафиксировать в общественном сознании и в его идеологии то, что раньше не было заметно, не выявлялось.

Все это в полной мере относится и к задаче разработки собственно научных теорий речи-языка, мышления и деятельности. Она возникла, конечно, не из потребностей службы управления охватить своим действием речь-язык, мышление, научно-исследовательскую, инженерную, проектную, педагогическую деятельность и т. п., а, как мы уже отметили выше, из очень глубокой и отдаленной философской традиции, она подготавливалась и формировалась работами Платона и Аристотеля, Плотина и Николая Кузанского, Декарта, Бэкона, Канта, Монтескье, Фихте, Дидро, Шеллинга и Гегеля. И именно в этой традиции мы должны искать объяснение той формы, в какой сейчас ставится и обсуждается эта проблема, ее содержания и используемых для решения средств. Но именно организационно-управленческая деятельность, оформившаяся институционально и сделавшая себя профессией в первой половине XX в., превратила эзотерические установки и проблемы этой традиции, философской по преимуществу, в общественный институт; то, что было видно в XVIII и XIX вв. лишь немногим — Гегелю, ставившему в общем виде вопрос об искусственной ассимиляции естественной истории, и К. Марксу, посвятившему свою жизнь теоретической подготовке и обоснованию всемирной социальной революции, — она сделала зримым и очевидным для многих и притом не в формах героического социального действия, а в формах повседневного отправления своих относительно скромных служебных обязанностей. И по этой же причине то, что в XVIII—XIX вв. могло схватываться и осмысляться только в формах *философской* мысли, в XX в. стало предметом *научных* разработок.

И уже потом, после того как задача построения научных теорий речи-языка, мышления, деятельности и т. п. была поставлена и ее начали решать многочисленные коллективы ученых и инженеров, только тогда выяснилось — и об этом впервые стали писать и говорить, — что все эти объекты являются «сложными» (слишком сложными, чрезмерно сложными и т. п.), т. е. не могут быть схвачены исследованиями традиционного естественнонаучного типа и не могут быть представлены в формах традиционных теорий. Именно тогда впервые приобрели значимость и свой подлинный смысл вопросы о том, в чем же особенность всех этих объектов, что именно отличает их от объектов традиционного типа, почему, собственно, имеющиеся в нашем распоряжении средства и методы исследования не дают возможности схватить и описать эти объекты и, соответственно, какие же новые средства и методы анализа нам нужны, чтобы решить эту задачу.

То, что мы предлагаем в ответ на все эти вопросы, в самой краткой форме может быть резюмировано в четырех положениях:

1. Мышление и речь-язык (как и целый ряд других объектов, обсуждаемых в современной философии и науке) принадлежат *универсуму деятельности* и представляют собой особые *организованности* (или *организации из организованныхностей*) и особые *сферы деятельности*.

2. Мышление и речь-язык (подобно другим организованностям и сферам деятельности) представляют собой *целостности совершенно особого типа* — мы называем их *популяртивными*, — *складывающиеся из множества разнородных и относительно автономных единиц, включенных вместе с тем в какие-то общие для них «массовые» процессы*.

3. Мышление и речь-язык (как и другие организованности и сферы деятельности) *могут быть описаны только в теориях особого типа* — мы называем их *«системными теориями»*.

4. *Системные теории популяртивных объектов строятся не так, как строились традиционные естественнонаучные теории; они требуют для своего построения совершенно особой методологии, которую еще предстоит разработать*.

Следующие части и разделы этой статьи содержат обсуждение ряда проблем, которые возникают в процессе методологической проработки *проекта системной теории популяртивного объекта и программ построения подобных теорий*.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ «СИСТЕМНОСТИ» ТЕОРИИ

§ 1. Исходная задача — в этом контексте ее можно назвать «практической» — состоит в том, чтобы сформулировать методологические принципы построения единой теории мышления, единой теории речи-языка, в пределе — всякой теории подобных им объектов. Но, чтобы сформулировать эти принципы, мы должны предварительно организовать и провести целый ряд специальных методологических исследований, дающих нам представление о *строении* такой теории; при этом мы должны будем проанализировать: (1) *формальную организацию общих положений*, составляющих *практически используемую часть теории*; (2) *факты*, на которых строится теория; (3) *модели*, с помощью которых мы переводим факты в общие положения теории; (4) *онтологические схемы и картины*, задающие категориальное строение объектов теории; (5) *средства* (понятия, языки, оперативные системы математики и т. п.), в которых мы строим остальные функциональные блоки теории; (6) *методические правила и принципы*, в соответствии с которыми мы осуществляем все процедуры нашей теоретической работы, и, наконец, (7) *проблемы и задачи*, направ-

ляющие теоретическую работу³. Анализ всех этих функциональных блоков научной теории (в широком смысле этого слова) осуществляется в определенном порядке и часто по «циклическим» или «спиральным» схемам, дающим возможность учитывать всю сложную систему взаимозависимостей между блоками.

Но первый вопрос, который всегда приходится ставить и решать еще до того, как мы приступим к этой тонкой аналитической работе, касается отношений между *смысловой структурой теории* (в том числе *смысловыми организованностями ее формы и содержания*) и *структурой объекта теории*; если мы сосредоточим свое внимание на теории мышления и будем обсуждать все проблемы в отнесении к ней, то это будет вопрос об отношениях между смысловой структурой теории мышления и структурой самого мышления как объекта этой теории. В дальнейшем мы так и сделаем: стремясь выявить общие принципы построения системных теорий популятивных объектов, мы тем не менее все время будем ориентироваться на теорию мышления и обсуждать все проблемы в применении к ней.

Выше мы уже отметили, что мышление является популятивным объектом; это значит, что оно состоит из *массы разнородных единичных актов мышления*, осуществляющихся в определенном месте, в определенное время и в строго определенных условиях. Это всегда — мышление Ивана, Петра или Сидора. И если мы тем не менее говорим о «мышлении вообще» не как о понятии, а как об объекте изучения, то при этом можем иметь в виду, наверное, только *всю массу, всю совокупность уже осуществленных отдельными людьми единичных актов мышления*.

Но чтобы отразить в мысли эту сложную совокупность единичных актов, чтобы создать первое и самое простое понятие о ней, нужно прежде всего выделить все акты мышления из их окружения, отделить мышление от других явлений, совершающихся рядом, переплетающихся с ним и часто очень похожих. Для этого нужно каким-то путем выделить *общие* стороны всех конкретно-данных единичных актов мысли и заместить их одним «обобщенным» образом, их *абстрактно-общим*. Собственно, только после этого мы сможем говорить о «мышлении вообще» — теперь уже не как о *разрозненном множественном объекте*, а как о *едином предмете исследования*⁴.

³ Более систематически, хотя тоже весьма кратко, строение того, что традиционно называлось «научной теорией» и что мы чаще всего называем «научным предметом», рассматривается в работе [67, приложение I, стр. 90—96].

⁴ В данной работе мы совершенно оставляем в стороне эту исключительно важную и принципиальную проблему, вызывающую сейчас столько споров среди исследователей. Чтобы указать на ее значимость, достаточно, к примеру, спросить, можно ли относить к мышлению так называемые умственные действия (см. [8] [9] [10]) и, наоборот, характеризуют ли «умственные действия» мышление (см. [14]). Но точно такие же вопросы можно поставить в отношении демаркационной линии и взаимодействия между мышлением и восприятием (см. [75] [70] [18] [21]), между так называемым теоретическим и практическим интеллектом или мышлением и так называемыми наглядно-практическими действиями — см. [33] [4] [40]

Выбранные нами путь и способ превращения мышления из объекта в предмет исследования обсуждался неоднократно, в частности при обосновании и оправдании *исходной абстракции «языкового мышления»* (например, [54] [55] [58] [60]), и поэтому мы не будем повторять всех связанных с этим рассуждений. Мы выделим и подчеркнем лишь один момент, важный для дальнейшего рассуждения: исходная абстракция такого рода хотя и задавала «языковое мышление» как особый и единый предмет исследования, тем не менее ничего не давала ни с точки зрения определения его как *целостности*, ни тем более с точки зрения определения *системы этой целостности*.

Действительно, указывая общее отличительное свойство ряда единичностей, мы тем самым определенным образом объединяем их и начинаем рассматривать как один *обобщенный предмет*. С этого начинается исследование всякого непосредственно данного нам множества, в том числе и популятивной целостности. Однако этот процесс — выделение общего отличительного свойства ряда единичностей — отнюдь не является *специфическим* для исследования популятивных объектов как целостностей. Выделение общего отличительного свойства ряда единичностей еще не делает этот ряд *единым сложным целым*. Такое объединение рассматриваемых единичностей в один класс посредством установления отношения тождества между ними, *обобщение их* имеют место во всяком мысленном исследовании даже и тогда, когда каждый из выделенных таким образом объектов рассматривается и *з о л и р о в а н н о*, вне связи с другими. К примеру, если мы имеем задачу исследовать какую-либо из выделенных единичностей, но не «эту» единичность и не «ту», а любую, всякую из числа выделенных, то должны произвести абстрагирование и обобщение, создать *понятие «отдельного»* — конструкцию, включающую общие стороны всех выделенных единичностей, — и рассмотреть это «отдельное» как заместителя и представителя любой единичности из взятого нами множества. Дальнейшее исследование этого «отдельного» будет лишь воспроизводить в абстрактной и обобщенной форме исследование выделенных единичностей как изолированных самостоятельных объектов и, несмотря на произведенное при этом обобщение, не будет иметь ничего общего с исследованием сложного целого, состоящего из этих единичностей.

Таким образом, хотя в процессе конструирования и исследования «отдельного» выделенные единичности и берутся в определенных *отношениях* друг к другу, поскольку они выступают как члены одного класса, представленного в «отдельном», однако эта ор-

[43] [35]), между «продуктивным» и «репродуктивным» мышлением (см. [16] [38] [78] [34]), между мышлением и пониманием (см. [15] [65] [58]) и т. д. и т. п. Одним словом, то, что в методологическом рассуждении принимается в качестве достаточно простой и уж, во всяком случае, осуществимой процедуры, то для современных исследователей мышления является одной из самых сложных и важных проблем, до сих пор не получившей сколь-нибудь убедительного решения.

гаизация их носит *субъективно-познавательный характер* и не имеет ничего общего с объективной связностью между элементами какого-либо сложного целого, с объективной целостностью. Это — *связность сопоставлений объектов*, а не их естественной жизни и объективного функционирования.

Чтобы можно было говорить о выделении из эмпирически данной совокупности единичностей какого-то сложного целого, нужно выделить еще, кроме отличительных свойств этих единичностей и их групп, либо (1) *какое-то свойство, характеризующее выделяемую совокупность извне как одно целое* — самостоятельное или являющееся элементом внутри еще более сложной системы, либо (2) *какие-то связи между единичностями выделенной совокупности, превращающие ее во что-то одно и целостное*.

В истории науки мы можем найти примеры и того и другого. В ряде случаев сначала было выделено «внешнее свойство» целого, и тогда дальнейшее эмпирическое исследование пошло по пути выявления объективных связей между единичностями, составляющими целое, и их группами. В других случаях, наоборот, сначала была выделена определенная часто повторяющаяся и поэтому фиксируемая в мысли связность между единичностями эмпирически данного множества и их группами, а уже затем — свойство, характеризующее эту связность извне как определенное целое.

Это различие в последовательности выявления «сторон» целого, конечно, накладывает свой отпечаток на процессы его исследования, создает в каждом из них свои особенности, которые должны быть рассмотрены специально, но сейчас мы оставляем их, как и ряд других возникающих здесь проблем, в стороне⁵.

Для развития основной мысли этого параграфа нам важно обрисовать положение дел самым грубым образом, с тем чтобы затем взглянуть с этих позиций на мышление; нам важно выяснить, является ли оно целостностью *объективно* и, если да, то как мы учитываем эту сторону дела при выделении предмета исследования и построении теорий мышления. Вот вопрос, который необходимо решить.

Но к нему непосредственно примыкает другой вопрос, уже отмеченный выше: каким образом выявляется и воспроизводится в мысли *системность* целостного объекта. И он тоже должен быть рассмотрен в общем теоретическом плане, прежде чем приступим к рассмотрению его на материале мышления. Дело в том, что даже после того как исследователь, выявив свойство, характеризующее ряд единичностей как целостность, очерчивает тем самым границы целого, а затем устанавливает отношения между

⁵ В частности, мы оставляем пока в стороне вопрос о возможных отношениях между *отличительным свойством целого* и *отличительными свойствами входящих в него единичностей*, вопрос о способах выявления отличительного свойства целого, а также вопрос о соотношении внутрискруктурных и внешнефункциональных отличительных свойств — все они требуют специального анализа, для которого здесь нет места.

этим свойством и свойствами единичных объектов, составляющих целое, даже и после всего этого, это целое не становится еще *системой*, ибо система — это не только объединенное, т. е. стянутое в одно, но и определенным образом организованное, внутренне связанное, или *структурированное* целое. Поэтому, чтобы рассмотреть выделенное целое, в частности мышление, как систему, а эмпирически данные единичные акты мысли, соответственно, как материал, организуемый в функциональные элементы и компоненты этой системы, мы должны с самого начала направить исследование на выявление объективных связей между ними. И только в том случае, если эти связи будут обнаружены и выделены, мы сможем говорить об *объективной системности* выделенного предмета.

Но существуют ли объективные связи между единичными или отдельными актами мышления? И является ли мышление в целом — это уже постановка вопроса в другом ракурсе и с другой точки зрения — таким целостным системным объектом, удовлетворяющим сформулированным выше требованиям? И что вообще нужно понимать под объективными связями для объектов такого типа, каким является мышление, т. е. для популятивных объектов? И по каким, собственно говоря, критериям одни из связей, устанавливаемых нами в знании, мы называем объективными, а другие не считаем таковыми?

Чтобы попытаться хоть как-то ответить на все эти вопросы, мы вновь должны вернуться к рассмотрению мышления как совокупности или множества единичных актов мышления и к анализу способов объединения и представления их в виде одного сложного целого.

§ 2. Изучаемый объект — мышление — состоит из массы разнородных актов. И хотя мы начали с того, что в предположении выделили их общую сторону и таким образом изобразили все эти акты в одной *абстрактно-общей модели*, тем не менее в теории мышления нас интересует как раз не общее во всех этих актах — даже если его действительно можно выявить, — а их различия, их разновидности. Поэтому изучить мышление — это значит изучить всю массу входящих в него единичностей не только и не столько в их сходстве, но главное — в их различии. Но изучить эти единичности как единичности невозможно; можно изучить лишь небольшую часть — мизерную в сравнении со всем остальным. Таким образом от всего целостного объекта — бесконечного множества единичных актов мышления — мы переходим к небольшой части его; только она практически доступна познанию. Но задача изучить все единичности тем не менее остается; ведь в практической деятельности человек может столкнуться с любыми единичностями и ему важно знать их, чтобы понимать, как с ними действовать в том или ином случае. Причем он должен знать любые и всякие единичности, с которыми он может встретиться, а в теоретическом подходе это значит — все.

Положение весьма парадоксальное. И выход из него может заключаться только в одном: в том, с чем человек уже имел дело, в том ограниченном круге единичностей, которые попали в сферу его предшествующего опыта, он должен найти «ключ» к пониманию всего остального, к пониманию всего того, с чем он еще только может встретиться. Так формулируется задача в идеале, но и практически человек стремится именно к этому. И мы знаем, как эта задача решается: в том, с чем человек уже имел дело, он выделяет такие свойства и стороны, которые будут и у тех единичностей, с которыми ему еще только предстоит встретиться, такие стороны, на основе которых можно было бы понять все остальное. Человек выделяет общее и так называемое сущест в е н н о е. Эти общие и существенные стороны объектов определенного рода образуют *«аппарат» абстракций человеческого мышления, «аппарат» или средства знания.*

Это общеизвестно, и мы повторяем все это вновь в основном только для того, чтобы подчеркнуть один важный для нас и не столь уж очевидный момент. Дело в том, что выделенные таким образом общие или «существенные» стороны сами по себе не дают еще знания реально существующих единичных объектов, с которыми может столкнуться и обычно сталкивается человек. Они образуют лишь о с н о в у, с помощью которой в ходе последующих процессов мышления и исследования можно эти вновь появляющиеся единичности познать.

Таким образом, процесс познания окружающих нас объектов распадается на две обособленные во времени части: первая — выделение в совокупностях данных нам в опыте единичных объектов общих «существенных» сторон, вторая — анализ, описание и объяснение на основе этих общих сторон вновь входящих в наш опыт единичных объектов.

Каждая из этих частей или фаз процесса познания и исследования мира объектов предполагает определенные *приемы и способы анализа* и, соответственно, определенные, различающиеся между собой *процессы мышления*. Первые мы будем называть *исследованием объектов с целью образования обобщенного «аппарата» абстракций*, вторые — *описанием и объяснением объектов на основе готового «аппарата» абстракций.*

Результатом и продуктом первого процесса мышления является определенная *форма знания*, которая организуется либо в сложный *номинативный комплекс*, либо в *синтагмы, имитирующие организацию и структуру целостного знания* (см. [55, I—VI]); обычно мы называем их *общими формальными знаниями*, но это все равно не знания в точном и подлинном смысле слова, а лишь их *формы* (см. [55, III—IV]). Результатом и продуктом второго процесса мышления является *знание* во всей своей полноте, т. е. *структура, связывающая форму знания с определенными, практически или теоретически выделенными объектами* (см. [55, I—II и V—VI]). Первоначально процесс описания и объяснения объекта

сводится к одному лишь *подведению объекта под общую форму* (или общее формальное знание) и *отнесению к нему всех тех свойств, которые зафиксированы в форме* (или общем формальном знании); в этом случае рассматриваемый объект выступает как неотличимый от всех других, входящих в данный класс. Но после того, как объект уже подведен под форму и, следовательно, образован определенный предмет (см. [57, стр. 14]), мысль может быть центрирована на самом объекте, и тогда начинается специальное исследование, приводящее к *индивидуализированному знанию данного объекта*.

Процессы «создания аппарата абстракций» и процессы «описания объектов» — будем называть их так для краткости — взаимосвязаны и предполагают друг друга. В современном мышлении нельзя воспроизвести ни одного конкретно-данного единичного объекта, не построив предварительно необходимого аппарата абстракций. В то же время создание аппарата абстракций нужно прежде всего для описания единичных объектов, и строится он в соответствии с требованиями этого описания. Такая взаимосвязь и взаимообусловленность этих процессов не исключают их относительной самостоятельности. Хотя практически человека может интересовать только описание единичностей, работа по созданию «аппарата абстракций» обособилась в особый тип исследований и составляет ядро современной науки⁶.

Нам особенно важно подчеркнуть различие между двумя указанными направлениями исследований именно при обсуждении проблем системности теории, так как при анализе объектов со стороны их *атрибутивных свойств* (см. [55, I—VI]) это различие не влияет на форму знаний и поэтому может не учитываться при логическом и методологическом анализе и описании самих процессов мышления.

Действительно, все связи абстракций атрибутивного типа, полученные при исследовании одних единичных объектов, непосредственно, без всяких трансформаций и преобразований относятся к другим единичным объектам (см. [55, V и VI]); в этом и состоит смысл *процессов соотнесения общих формальных знаний с единичными объектами*, когда нас не интересует индивидуальность объектов; но даже в тех случаях, когда нас интересует их индивидуальность, мы вполне удовлетворяемся тем, что производим такое соотнесение несколько раз, сопоставляя данный объект с несколькими другими, а полученные в результате разные формы знаний (или общие формальные знания) мы механически соединяем друг с другом, получая новый более сложный номинативный комплекс.

⁶ Нередко всю науку сводят только к работе по созданию «аппарата абстракций» и даже, больше того, именно в этом видят специфический признак науки (см., например [37] [77]); на наш взгляд, такое ограничение науки неоправданно, но обсуждение этого вопроса должно составить тему специальной работы.

Вся ситуация кардинальным образом меняется, когда мы переходим к анализу систем, выделяем множество единичных объектов, составляющих материал элементов и компонентов системы, вводим связи, соединяющие эти элементы и компоненты в целое, и хотим, с одной стороны, получить *«аппарат абстракций» системного анализа*, позволяющий нам анализировать и описывать любые и всякие системы, а с другой — *полные знания, описывающие и объясняющие определенные индивидуальные (можно даже на верное сказать — единичные) системы*. Главный вопрос здесь в том, можем ли мы и в этом случае обойтись одной и той же формой (или одним и тем же общим формальным представлением) как в процессах получения «аппарата абстракций», так и в процессах описания и объяснения реальных индивидуализированных систем (подобно тому, как мы обходились одной формой в случае атрибутивных знаний).

Сначала может показаться, что между этими двумя случаями — атрибутивным описанием и системным описанием объекта — нет такой уж принципиальной разницы, и в обоих случаях как процесс выявления аппарата абстракций, так и процесс описания единичных объектов будут приводить к аналогичным системам форм и знаний. Но такой вывод будет слишком поверхностным: хотя, действительно, в результате каждого из этих процессов в ходе исследования системного объекта мы получим систему абстракций и абстрактных положений, характер этих систем и принципы их организации будут принципиально различными. Система форм, возникающая как результат «процессов описания», будет изображать *единичный системный объект*, его элементы и их взаимосвязь. Назначение этой системы будет состоять в том, чтобы как можно точнее воспроизвести этот *единичный объект* в мысли. Поэтому элементы этой системы должны будут соответствовать элементам самого единичного объекта, ее связи — связям объекта. Система, выражающая «аппарат абстракций» системного исследования, напротив, должна будет *воспроизвести в мысли «стороны», общие для всей совокупности системных объектов данного рода, «существенные»*, облегчающие понимание всякой такой системы. Совершенно очевидно, что такая система форм не может строиться как отражение какого-либо одного единичного объекта. Ее элементы не могут быть изображениями элементов какой-либо определенной единичной системы, ее связи не могут воспроизводить связи этой единичной системы. Но точно так же эта система форм не может быть простым перечнем абстракций, входящих в «аппарат» данной науки, и возможных между ними связей. Она не может быть лишь внешне систематизированной совокупностью, ибо элементы и «стороны» любого объекта всегда находятся в определенных связях друг с другом, взаимообуславливают и взаимопредполагают друг друга. Эти связи накладывают определенный отпечаток на сами «стороны», и вне этих связей «стороны» и свойства перестают быть тем, что они есть, не могут существо-

вать и осуществляться в своем собственном виде. Следовательно, анализ и описание новых системных единичностей, входящих в нашу деятельность и в наш опыт, зависят не только от знания их возможных «сторон», но и от знания тех связей, в которых эти стороны существуют и проявляются. А это, в свою очередь, создает *определенную зависимость в порядке выявления этих «сторон»*, в условиях их понимания, зависимость, которая должна быть отражена в тех знаниях, с которыми мы подходим к изучению новых системных единичностей. Поэтому система, выражающая «аппарат абстракций» науки, должна быть именно системой, причем такой, которая отражает какие-то *объективные связи*. Вместе с тем это не могут быть связи, существующие между «сторонами» в единичных системных объектах; это должны быть объективные связи какого-то другого рода. Но какие? И каковы те принципы, которые задают структуру системной формы, дающей нам «аппарат абстракций» для анализа и описания сложных популятивных объектов?

§ 3. Чтобы ответить на эти вопросы, попробуем взглянуть на проблему с другой стороны. Выше мы уже сказали, что мышление состоит из массы разнородных единичностей, и в теории мы должны отразить именно их различия. Для этого нужно изучить все единичности, но изучить их все невозможно, можно изучить только небольшую часть их. Эти условия определяют и способ решения задачи. Если предположить, что среди всех этих единичных актов мышления, несмотря на их общую разнородность, существуют сравнительно большие группы все же сходных, похожих друг на друга актов мышления, то тогда задачу, сформулированную выше, можно будет решить таким образом, что мы выделим из каждой такой группы по одному акту мышления и будем рассматривать их как «образцы», «эталоны» всех других, входящих в эту группу. Тогда, изучая каждый из выделенных таким образом актов мышления, мы будем изучать и все остальные из его группы, и результаты изучения одного сможем переносить, распространять на другие. Это по-прежнему — *метод «отдельных»*, но теперь на целостность мышления приходится уже не одно «отдельное», а целый ряд их. При этом каждое, с одной стороны, сохраняет то общее свойство, которое было выделено на первом этапе исследования мышления, но кроме того, с другой — содержит еще ряд новых моментов, специфических для каждой выделенной группы⁷.

Оставим на время в стороне вопрос об условиях применения этого приема в конкретном исследовании мышления; предположим, что выделение всех «отдельных» такого рода уже осуществлено. Даст ли оно нам изображение мышления в виде целостности и системы? Очевидно, нет. Теория мышления предстанет в этом слу-

⁷ Более подробно этот способ фиксации и описания сложного популятивного целого рассматривался нами в работе [59] в связи с анализом типологических исследований и классификаций в современном языковедении.

чае в виде *перечня образцов отдельных актов мышления, в виде неорганизованной совокупности моделей этих актов*. Этот перечень не содержит никаких связей между отдельными актами, представленными в моделях, и таким образом не является ни целостностью, ни системой, хотя в изображении каждого из отдельных актов мышления мы имеем уже *связи нескольких сторон-свойств* — общего для всех актов и специфического для каждой группы.

Но кроме того, прием выделения ряда «отдельных» наталкивается и на другие возражения. И они оказываются решающими. Само осуществление этого приема, а также правильность полученного в результате изображения исследуемого объекта определяются прежде всего тем, сумеем ли мы правильно разбить всю совокупность актов мышления на группы действительно однородных, сходных актов. Только произведя такое разбиение, мы сможем затем сопоставить между собой единичности, входящие в каждую из этих групп, выделить их общие свойства и образовать таким образом «отдельное» как модель этих единичностей. Мы приходим к обычному в таких случаях парадоксу: чтобы выделить общее свойство ряда единичностей, нужно очертить круг их; при этом мы должны выделять не любые единичности, а строго определенные; но, чтобы очертить круг определенных единичностей, нужно уже заранее знать свойство, задающее их определенность; следовательно, если мы хотим выделить ряд «отдельных», задающих существенные различия между единичными объектами определенного круга, то должны заранее знать все эти существенные различия. Решить эту задачу, перебирая по одному все интересующие нас единичные объекты, невозможно, так как число их практически неограниченно. Таким образом, знание определенных свойств-различий есть, с одной стороны, цель и конечный результат нашего исследования, но одновременно, с другой стороны, на том пути, который мы рассматриваем, — *предпосылка* этого исследования. Следовательно, нужен какой-то иной путь и, вместе с тем какой-то иной метод исследования, которые бы обеспечили решение поставленной задачи ⁸.

⁸ К этому нужно добавить, что если мы хотим получить целостную и системную картину мышления, то должны будем выделять в каждой сформированной нами группе единичных актов мышления не просто их общие свойства, а такие, которые потом можно будет связать и объединить между собой в одну систему, изображающую мышление как целое. Следовательно, характер всех этих свойств не может уже определяться стихийно сложившимися группировками объектов — даже если эти группировки оправдываются и обосновываются потребностями практики, — а должен определяться *задачами и потребностями последующей систематизации*, т. е. процедурами, которые еще только должны быть осуществлены в дальнейшем после того, как будут получены свойства, характеризующие отдельные группы актов мышления (ср. [59]). Но эти свойства при эмпирическом обобщении, как уже было сказано, реально определяются создаваемыми нами группировками и, следовательно, решение таким образом поставленной задачи возможно лишь при том условии, что мы либо вообще не обращаемся к реальным группировкам актов мышления и эмпирическому обобщению их, а решаем эту задачу формально-теоретически, либо же с самого начала подчиня-

Обычно этот путь задается какими-то дополнительными предположениями о характере исследуемого объекта, дополнительными гипотезами. При исследовании атомно-молекулярного строения больших масс газа, к примеру, это были предположения о вероятном распределении числа атомов-молекул относительно заданного интервала возможных скоростей их движения (см. [76]). Предположения эти давали возможность разбить все частицы заданной массы на группы и рассматривать вместо всего газа определенную совокупность «отдельных». Нам в данной связи важно специально подчеркнуть, что это предположение задавало не только основное свойство, по которому группы частиц различались между собой, не только число этих групп, но и определенную зависимость между ними, а также зависимость между числом частиц, приходящихся на каждую группу, и определенными параметрами всей массы газа как целого (например, температурой). По существу это означало переход к *системному изображению* всей этой совокупности частиц, переход от простого перечня «отдельных» к их системе, а вместе с тем — к совершенно новому, более сложному *«системному отдельному»*.

В исследовании мышления точно так же, по-видимому, нужно сделать какое-то предположение о характере связи между единичными актами, а на основе этого затем — предположение о характере связи между изображениями их в виде «отдельных» (или сначала о связи «отдельных», а потом о связи между единичными актами). Но это будут уже *определенные содержательные предположения либо о самом мышлении и формах его объективного существования, либо об онтологии теории и ее смысле.*

Сформулировав таким образом задачу, мы сталкиваемся с целым рядом трудностей.

С одной стороны, кажется сомнительным, чтобы существовали какие-то связи между единичными актами мысли, осуществляемыми в разное время и в разных местах Иваном, Петром и Сидором; во всяком случае, если они и существуют, то отнюдь не бросаются в глаза, можно сказать, — предельно замаскированы и скрыты. С другой стороны, мы знаем или, во всяком случае, можем предполагать, что мышление *развивается*, что каждый «современный» акт мысли есть усложнение, переработка, преобразование каких-то других, предшествующих актов мысли, что он из них получается и, следовательно, *генетически с ними связан.*

Это соображение предопределяет весь дальнейший план нашего исследования. Предположив для начала генетическую связь между различными актами мышления, мы можем дальше рассуждать следующим образом. Пусть все существующие современные акты мышления развились путем определенных закономерных процессов из небольшого числа исходных актов. Тогда, зная

ем формирование реальных группировок единичных объектов задачам выявления тех обобщенных свойств, которые потом будут организованы в систему теории.

достаточно хорошо, с одной стороны, эти исходные акты, а с другой — схемы и законы развития из них других актов, мы могли бы на основе одного этого, не обращаясь больше к анализу эмпирически заданных единичных актов мышления, получить модели всех актов мышления, следовательно, все «отдельные», являющиеся образцами, или эталонами, всех возможных групп сходных актов мышления. Таким путем, во-первых, была бы преодолена опасная выше парадоксальная ситуация, а во-вторых, и это особенно важно в данном контексте, мы получили бы все модели отдельных актов не в виде разрозненного перечня, а в определенной последовательности, в определенной связи друг с другом, одним словом — как систему.

Изложенное выше как программа и план исследования, конечно, только идеал, и в таком чистом и тотальном виде вряд ли может быть осуществлено достаточно последовательно, и притом сразу. Но подобную же задачу можно решать, вообще говоря, на любом историческом срезе мышления. Любой эмпирически выделенный акт мышления можно рассматривать, во-первых, как модель массы других актов, как изображение группы в «отдельном» и, во-вторых, — как исходное «единичное» для развития еще каких-то иных актов мышления. Зная законы этого развития, мы сможем конструировать на основе представлений о каких-то актах мышления целый ряд других исторически более сложных, развитых актов, и они, очевидно, будут моделями или эталонами для ряда других обширных групп реальных актов мышления. Таким путем, произведя достаточное число «эмпирических» срезов на разных исторических этапах существования мышления и дополняя полученные модели другими, генетически развертываемыми из них, мы будем постепенно приближаться к решению общей задачи — построению «системной» теории мышления.

Дальнейшие рассуждения и анализ могут идти по двум линиям. С одной стороны, намечая идеальный план построения системной теории мышления, мы все время говорили, во-первых, *о строении каких-то единичных актов мышления*, выделенных эмпирически, а во-вторых, *о схемах и законах развития их в более сложные акты*. Но все это остается пока неясным: мы не знаем ни того, как в общем потоке мышления выделяются единичные акты, ни того, как выделяются или конструируются схемы их развития. Поэтому естественная задача, вытекающая из проведенного уже рассуждения, — и это образует одну линию анализа — рассмотреть возможные приемы и способы выделения единичных актов мышления и схем их развития. С другой стороны, выдвинув задачу, сделать какие-то дополнительные предположения о характере мышления как целостного объекта, найти определенные зависимости между составляющими его единичными актами и моделирующими их «отдельными», мы сразу же, основываясь на весьма поверхностных

соображениях, обратились к генетическим связям, заявив, что иные связи, если они и существуют, скрыты, замаскированы и нуждаются для своего выявления в более тонких рассуждениях. Обсуждение этого круга вопросов дает нам вторую линию анализа. Мы начнем именно с нее, так как это — более общий план рассмотрения, нежели указанный первым, и вместе с тем он позволит нам уточнить сами понятия «генетическая связь» и «развитие». Но при этом нам придется коснуться вопроса о строении единичных актов мышления и способах представления их в моделях, составляющих базис теории.

§ 4. Характерным моментом предшествующего анализа было то, что мы, рассматривая единичные акты мышления и их отношение к «отдельным», совершенно не затрагивали вопроса о *строении единичных актов и влиянии самого фактора строения на характер моделей*; во всех предшествующих рассуждениях содержалась фактически скрытая предпосылка — неявное предположение, что все единичные акты мысли являются предельно простыми, *элементарными* (или, во всяком случае, должны рассматриваться таким образом), что они не могут быть разложены на более простые составляющие, и, соответственно, не могут быть представлены как комбинации этих составляющих. Если же от этого предположения отказаться, то весь ход рассуждений меняется.

Действительно, если единичные акты мысли являются сложными образованиями, если все они — допустим такой вариант — состоят из комбинаций более простых «элементарных» актов, то, создавая простые модели этих сравнительно сложных единичных актов и беря эти модели в качестве «отдельных», мы будем крайне сужать общность исходных понятий нашей теории, а всю ее в целом делать излишне громоздкой.

Покажем это на самом простом конструктивном примере. Пусть у нас задан ряд единичных актов мышления: $A_1, A_2, A_3, \dots, A_N$; предположим, что все эти акты таковы — и этим определяется также и их число, — что все они сводятся к четырем «элементарным» актам: $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$, т. е. состоят либо из одного такого акта, либо из двух, из трех, или из четырех; положим также, что все возможные комбинации этих актов существуют и, для ограничения, что больше четырех элементарных актов ни в одной комбинации не может быть. Даже при этом ограничивающем условии в теории, которая будет исходить из эмпирически зафиксированных единичных актов, нам понадобится для их изображения в виде «отдельных» $4+4^2+4^3+4^4=340$ различных моделей, в то время как в теории, которая будет исходить из элементарных актов, нам понадобятся для описания этих единичных актов всего четыре модели и очень немного крайне простых правил комбинирования. Если вдобавок мы откажемся еще и от ограничивающего условия, что в любом единичном акте не может быть больше четырех элементарных составляющих, то построение тео-

рии первого типа станет практически невозможным, так как число необходимых моделей будет непрерывно возрастать, а теория второго типа будет вполне возможна и достаточно проста⁹.

Из этого следует совершенно очевидный практический вывод: если мы имеем дело со сложным популятивным объектом, в котором единичные объекты-акты представляют собой комбинации более простых, элементарных актов, и перед нами стоит задача описать и воспроизвести весь этот популятивный объект в системной теории, опирающейся на ряд связанных между собой базисных моделей, то мы должны брать в качестве «отдельных», фиксируемых в базисных моделях, не эмпирически изолированные единичные акты, а составляющие их *элементарные акты*.

Эти соображения совершенно по-новому ставят вопрос о схемах и процедурах анализа эмпирически заданных единичных актов мышления и, соответственно, о принципах построения моделей «отдельных» актов; они выдвигают также вопрос о *связях между элементарными актами в каждой эмпирически детерминированной комбинации* и заставляют найти критерии и процедуры отделения допустимых в этих комбинациях связей от недопустимых¹⁰. Все это — вопросы исключительной важности, требующие специального и весьма подробного обсуждения. Но здесь мы хотим их лишь отметить и подчеркнуть всего-навсего одну сторону дела, важную для дальнейшего, а именно то обстоятельство, что вместе с разложением единичных актов мышле-

⁹ Этот вывод, полученный нами на простой конструктивной модели, показывает, почему не могло быть и никогда не будет теории речи-языка или теории мышления, описывающих единичные акты речи-мысли в их существенных индивидуальных характеристиках: объем таких теорий намного превосходил бы объем самой речи и самого мышления. И здесь не может быть возражений, основывающихся на аналогии с естественными науками и их объектами: если в объектах естествознания существенными для практики являются их общие свойства и стороны, то в речи-мысли, наоборот, существенными для практики (в частности, для коммуникации) являются именно индивидуальные и неповторимые свойства каждого акта. Но здесь совершенно бессмысленно ставить задачу на воспроизведение и повторение этих практически существенных сторон объекта в научном знании. Именно поэтому, как мы уже отмечали, анализ речи-мысли с самого начала был устремлен не на научное описание единичных актов речи-языка и мышления, а на *программирование и нормирование речи-мыслительной деятельности индивидов* (ср. [64] [66]). И лишь задачи управления развитием или функционированием речи-языка и мышления впервые заставляют нас представить речь-язык и мышление в качестве *естественных объектов*, но теперь этими объектами являются уже не единичные и не отдельные акты речи-мысли, а мышление и речь-язык в целом (ср. [62] [67] [68]).

Но этот же вывод, полученный на простой модели, показывает, что даже если бы единичные акты речи-мысли и не состояли из общих элементов и элементарных единиц, а представляли собой множество предельно индивидуализированных и неповторимых образований, то все равно исследователи, чтобы проанализировать и зафиксировать их в знании, должны были предположить, что они состоят из сравнительно небольшого числа общих элементов (или что их всех можно так представить), и должны были вести всю свою работу, исходя из этого предположения.

¹⁰ Собственно говоря, это и был основной путь, по которому в дальнейшем пошла как традиционное языковедение, так и традиционная логика.

ния на составляющие их элементарные акты появляется совершенно новый способ организовать в единой теоретической системе и соотносить друг с другом единичные акты мышления. Для этого надо лишь отнести их к общему набору выделенных и как-либо зафиксированных моделей элементарных актов. Наглядно-схематически, воспользовавшись обозначениями, введенными выше для иллюстрации, мы изобразили этот способ организации единичных объектов и фиксирующих их моделей на рис. 1.

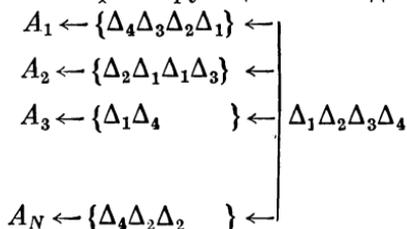


Рис. 1

Если мы попытаемся каким-то образом содержательно проинтерпретировать отношения между элементарными актами $\Delta_1 \dots \Delta_4$ и моделями отдельных актов мышления и попробуем придать им статус связей, то без труда заметим, что это будут, очевидно, уже совсем иные связи, непохожие на связи развития и несводимые к ним. Назовем их — пока совершенно условно — *связями функционирования*¹¹.

В дальнейшем обсуждении очень важно помнить, что эти связи были введены и постулированы нами совершенно формально —

¹¹ Вводя этот термин, мы сразу же хотим отсечь все связанные с ним привычные ассоциации. Обычно, говоря о функционировании, мы всегда предполагаем и подразумеваем какое-то объективное целое — организм или машину, которое естественным или квазиестественным образом осуществляет присущие ему или заложённые в него процессы. В данном случае (по крайней мере, на данном этапе анализа) об этом не может быть и речи. Прежде всего потому, что целое, представленное на рис. 1, не является еще объектом: по условиям нашего рассуждения объектами являются лишь единичные акты мысли $A_1 \dots A_N$, а элементарные акты $\Delta_1 \dots \Delta_4$ являются лишь их *моделями*, т. е. принадлежат к миру представлений, и, следовательно, могут быть связаны с реальными объективными актами мышления разве только *отношениями* (или *связями*) *изображения, описания, моделирования* и т. п., т. е. только *познавательными отношениями*. Таким образом, реальные акты мышления принадлежат к одному миру — миру объектов, а модели элементарных актов к другому миру — миру представлений и знаний. И поэтому совершенно неясно, о каком функционировании и о функционировании чего здесь можно говорить.

Но тем не менее в современном языковедении эти перечни и системы элементарных моделей считаются объектами (см. [41]), хотя нередко оговаривается, что это — объекты «второго рода» (см. [36] [64]). И для того чтобы считать эти модели объектами, есть свои очень веские основания, хотя до сих пор подавляющее большинство теоретиков языковедения не может объяснить природу и статус того объекта, можно сказать, той субстанции, которая на объективной основе может связать и объединить в одно целое единичные акты речи, являющиеся подлинными или «первыми» объектами, и их языковые модели, являющиеся лишь образцами элементов и знаниями.

ведь пока мы не выявляли никаких *объективных* связей и имели дело лишь с *представлениями актов мышления*, с чисто познавательным разложением их на составляющие, таким же чисто познавательным комбинированием элементарных актов в более сложные цепочки и сопоставлениями этих цепочек с исходным набором моделей элементарных актов. Таким образом, до сих пор мы имели дело только с нашими собственными познавательными процедурами и порожденными ими отношениями разложения, комбинирования и сопоставления. Но затем мы можем и даже обязаны поставить вопрос: являются ли эти процедуры только искусственными, чисто конструктивными и, в этом смысле, произвольными актами нашей познавательной деятельности или же им соответствует еще какое-то *объективное содержание* и они лишь *имитируют и воспроизводят* какие-то естественные и объективные процессы и связи, характерные для жизни самого мышления. Иначе говоря, теперь мы должны спросить себя: возможны ли и существуют ли в мышлении объективные процессы и связи функционирования? И если они объективно существуют, то что представляют собой и подобны ли тем процессам разложения и комбинирования и тем отношениям между единичными актами и моделями элементарных актов, которые мы представили выше на рис. 1?¹²

Но как только мы поставим и начнем обсуждать эти вопросы, так тотчас же перед нами встанут и должны будут обсуждаться новые и дополнительные вопросы о том, как эти отношения и связи функционирования относятся к намеченным выше связям развития? Можно ли на основе связей функционирования строить теоретическую систему мышления, и как это делать? Допустимо ли совмещать связи функционирования и связи развития в едином теоретическом изображении мышления? И со всеми этими разнообразными вопросами придется разбираться одновременно и параллельно, ибо все они взаимосвязаны и определяют друг друга.

§ 5. Но, чтобы найти ключ к эффективному обсуждению и решению всех этих вопросов, мы еще раз изменим позицию и попробуем подойти к проблеме с новой стороны.

Практически при исследовании мышления, как и всякого другого *исторически развивающегося целого*, человека могут интере-

Не обсуждая сейчас оснований, которые позволяют нам устанавливать между реальными актами мышления и моделями элементарных актов не только познавательные отношения, но и *объективные связи* (об этом см. [62] [64] [66]), и тем более основания, позволившие нам назвать эти связи связями функционирования, мы лишь повторяем в анализе мышления, и, притом совершенно формально, тот ход, который уже был сделан в языковедении, но одновременно хотим объяснить его основания и его подлинную природу и предостеречь от неоправданных трактовок, преждевременно объективирующих полученные при этом изображения и модели.

¹² Именно эти вопросы привели А. И. Смирницкого к обсуждению проблемы объективности существования языка (см. [41] и для сравнения [62] [64]), а утвердительный и критически неотрафелированный ответ на них — к идее порождающей грамматики Н. Хомского и ее многочисленным вариантам (см. [50] [51] [32] [72] [73] [74] [28]).

совать два основных вопроса: первый — что представляет собой это целое в данный момент, и второй — чем оно будет по прошествии некоторого времени.

Такое разделение вопросов и, соответственно, направлений исследования приводит к образованию двух разных представлений об исследуемом объекте. Ответ на первый вопрос ведет к представлению о процессе *функционирования объекта*, причем сам объект рассматривается как уже *сформировавшийся, «ставший»*; ответ на второй вопрос ведет к представлениям о *процессах эволюции и развития исследуемого объекта* (ср. [17] [13] [68]).

Это разделение направлений исследования, задач, и, соответственно, образов исторически сложившегося объекта уже давно стало традиционным по существу во всех науках (см. [13]) и зафиксировано в несколько неудачном противопоставлении понятий «теория» и «история» (ср. [13, стр. 9—36]). Это разделение и противопоставление характерны также и для традиционных исследований мышления. С одной стороны, фиксировалось как факт, что основное ядро сложившихся форм мышления в течение длительного времени остается неизменным, функционирует как неизменное целое, как строго фиксированная система. Эти процессы объявлялись предметом изучения принципиально неисторической «логики форм». Но, с другой стороны, фиксировалось тоже как факт, что современное мышление представляет собой продукт и результат длительного исторического развития, что и сейчас оно непрерывно развивается: возникают новые понятия, новые типы связей абстракций, новые приемы и методы исследования, отживают и меняются старые понятия, старые приемы и методы. Эти процессы объявлялись предметом изучения не логики, а какой-то другой науки — «истории мышления».

Постоянство форм, приемов и методов мышления было столь необходимым не только для теоретического оправдания, но и для самого существования логики как нормативной дисциплины и науки, что оно стало казаться очевидным и бесспорным фактом (см. [19] [3] [5] [60]). Вера в это была столь велика, что она на долгое время почти полностью заслонила собой второе — все факты, наблюдения и теоретические соображения, говорящие о том, что мышление непрерывно развивается.

Но сколь бы сильной и настоящей ни была эта практическая потребность видеть и представлять мышление в виде уже «ставшего» и неизменного в своих основных формах целого, она не могла навсегда и надолго закрыть другую сторону. Достаточно было начать сопоставлять между собой мышление разных исторических эпох и разных народов (см., в частности [21] [22] [25] [26] [27] [46] [47] [48]), чтобы увидеть в нем кардинальные различия не только содержания, но и форм, а также историческую смену одних форм другими. Но такая констатация заставляет исследователей, как правило, либо вставать на крайнюю историческую точку зрения и подвергать сомнению правомерность традици-

онного логического подхода в исследовании мышления, либо же стремиться каким-то образом совместить оба подхода и обе точки зрения (см. [68]). А так как делают они это обычно не в плане оценок своей собственной деятельности и стоящих перед ними задач, — для этого нужно было бы исповедовать *деятельностную точку зрения и деятельностный подход*, — а в плане изображения и представления самого объекта, тех процессов, которые в нем естественно происходят, то вторая позиция очень часто приводит к эклектике и к псевдодиалектическим ухищрениям разного рода: говорят, к примеру, что в подобных случаях различать процессы функционирования и процессы развития объекта просто не нужно, что это-де единый, неразрывный процесс и что, следовательно, изучать то и другое нужно в «неразрывном» единстве и т. д. и т. п. (см., в частности, [12] [1] [49] [6])¹³. Ниже мы постараемся показать, почему без указанного различия именно в исходном пункте исследования никакой анализ исторически сложившегося целого невозможен. Здесь же мы хотим лишь сказать, что все прошлое и настоящее науки говорит о необходимости такого различия и поэтому, на наш взгляд, все рассуждения о «неразрывно едином» исследовании процессов функционирования и процессов развития, преподносимые в качестве принципов анализа и методов исследования подобных явлений, не имеют ничего общего с действительной диалектикой. Чтобы исключить возможные здесь недоразумения, повторим: мы говорим сейчас не о методах исследования и не об объективном взаимоотношении между процессами развития и функционирования в сложных популятив-

¹³ Стремление во что бы то ни стало сохранить основные способы абстракции и обобщения, принятые в формальной логике, и одновременно удовлетворить принципу исторического развития мышления ставило некоторых исследователей в поистине тяжкую ситуацию: «Сравнивая мышление людей одной эпохи, например, капитализма, с мышлением людей другой эпохи, например, эпохи рабовладельческого строя, мы видим, что несмотря на различия в степени развития, в содержании, оно по своим структурным формам и законам однотипно. И там и здесь люди пользуются формами понятия, суждения, умозаключения» — писали М. Н. Алексеев и В. И. Черкесов. А затем на следующей странице вынуждены были добавлять: «Подчеркивая устойчивость форм и законов мышления, не следует, вместе с тем, забывать, что мышление с момента своего возникновения непрерывно развивается, совершенствуется под влиянием развития производства и вообще всей общественной жизни людей, включая развитие культуры и науки. Изменяется содержание мышления, пополняется его понятийный состав, шлифуется логический строй мышления. Только метафизики могут смотреть на формы и законы мышления как на нечто неизменное, раз навсегда данное» [49, стр. 6 и 7]. Е. К. Войшвилло поставил два подобных же утверждения подряд, в одном абзаце: «Формы и законы мышления являются общими для всех людей и народов. Как мышление в целом, так и его формы развивались вместе с развитием языка и получали выражение в соответствующих языковых формах» [6, стр. 12]. Как примирить положение о развитии форм мышления с положением о том, что формы и законы мышления являются общими для всех времен и народов, эти авторы не объясняли.

Об этих курьезах не имело бы смысла вспоминать, если бы в основании мн о г их современных попыток строить теорию мышления не лежало бы то же самое принципиальное противоречие.

ных целостностях; мы говорим о задачах исследования и о характере получающихся в результате анализа систем изображений. И в этой связи нам важно подчеркнуть, что на первых этапах познания сложных популятивных объектов провести различие между процессами функционирования исследуемого целого и процессами его развития можно только одним способом: принимая как факт либо то, что данное целое не развивается, а лишь функционирует, либо же то, что оно непрерывно эволюционирует и развивается, и строя все исследование в соответствии с одним из этих положений. Собственно, так и поступали все науки, исследовавшие исторически сложившиеся сложные объекты, только так и можно поступать в исходном пункте всякого нового исследования, относящегося к объектам такого рода. Но, принимая в исследовании мышления и в построении его теории эти исключающие друг друга положения (и принимая их по сути дела одновременно, как формулировки двух разных, одинаково возможных задач исследования), мы должны помнить, что как одно из них, говорящее о неизменности мышления, его форм и приемов, так и другое — говорящее об их постоянном изменении, являются лишь односторонними абстракциями, каждая из которых справедлива лишь при определенных практических установках и при определенном повороте всего исследования. Очертить же теоретическую значимость и границы каждого подхода может всегда лишь дальнейшее рефлексивно-методологическое исследование.

Итак, мы с самого начала выделяем две, в исходном пункте различные и противостоящие друг другу задачи в исследовании мышления: одна — исследовать современное мышление как однообразно повторяющийся процесс, как «ставшее» целое, функционирующее в соответствии со своей структурой и организацией по постоянным и неизменным законам; и при этом мы должны отвлечься от каких бы то ни было процессов развития в этом целом; другая — исследовать мышление в его развитии, в смене одних форм другими, исследовать законы этого развития.

Чтобы не было недоразумений, еще раз оговоримся. В дальнейшем, в ходе решения самих этих задач, такое разделение и противопоставление друг другу образов объекта может оказаться слишком грубым, слишком поверхностным, может выясниться, что исследование ряда сторон и связей «ставшего» целого невозможно без предварительного или сопутствующего анализа процессов его развития, или же наоборот, что анализ процессов развития мышления предполагает знание его как «ставшего». Возможность прийти к такого рода выводам в ходе дальнейшего исследования отнюдь не исключена (см. [55] [67, приложения II, III и IV] [20]), однако в исходном пункте, при формулировке задач исследования разделение на «теорию» и «историю» объекта и противопоставление их друг другу являются не только целесообразными, а даже необходимыми. Но если эти две задачи разделены и противопоставлены, то решение их, естественно, порождает две различные теоре-

тические системы, каждая из которых по-своему воспроизводит мышление и создает свой особый предмет изучения.

Но как относятся эти теоретические системы к единичным актам мышления, составляющим, как мы предположили вначале, реальный объект изучения? И как относятся эти две системы друг к другу? В чем объективная природа и специфика каждой из них? На все эти вопросы пока нет достаточно оправданного и обоснованного ответа.

§ 6. *Материалом исследований* как в теории, так и в истории мышления являются, очевидно, одни и те же конкретно-данные, осуществляющиеся там-то и тогда-то единичные процессы, или акты речи-мысли. В каждом из этих актов, взятом вне его изучения и исследования, вне сопоставления с другими актами, так называемые процессы функционирования и процессы развития неразрывны, едины и переходят друг в друга. И то и другое есть в реальности единый процесс, поэтому правильнее было бы даже сказать, что в этих актах как таковых нет ни процессов функционирования, ни процессов развития. И действительно, смешно говорить, что какой-то конкретно данный акт речи-мысли развивается или функционирует. Он и не развивается, и не функционирует, он просто есть, существует, осуществляется.

Однако, приступая к исследованию конкретно-данных актов речи-мысли, мы уже имеем две разные задачи и соответственно им должны выделить в совокупности этих актов две различные *динамические стороны мышления как такового* — процессы функционирования и процессы развития — и каждый из этих процессов должен стать особым предметом исследования, особой *научной системой*¹⁴. Иначе говоря, каждая из научных дисциплин — в данном случае «теория» или «история» мышления — берет исследуемые ею объекты, т. е. совокупности единичных конкретно данных актов речи-мысли, в контексте и со стороны каких-то определенных про-

¹⁴ Здесь очень важно и существенно, что предметы исследования и системные изображения их задаются и определяются именно процессами, характеризующими мышление как целое, а не совокупностью единичных актов речи-мысли. Принципиальным также является то, что эти единичные акты речи-мысли нельзя рассматривать в качестве элементов системы мышления, внешним образом (т. е. логически вторично) объединяемых в целое протекающими через них разнообразными процессами. Наоборот, именно процессы как таковые задают основное содержание того или иного системного представления мышления, а единичные акты речи-мысли в их конкретной организации и морфологии, взятые в тех или иных отношениях сопоставлений, являются лишь «материалом» этих систем и задают особые, образно говоря, «нижние» слои системного представления мышления (см. [67, приложение I, стр. 96—119]).

Между тем до сих пор большинство исследователей, даже из числа тех, кто принимает, развивает и пропагандирует системный подход, в исследовании сложных популярных объектов, таких, как речь-язык и мышление, исходят из непосредственной данности множества единичных «вещей» — актов речи-мысли, высказываний, предложений и т. п., объявляют эти «вещи» элементами системы и затем пытаются связать и объединить их в целое, как бы «пропуская» через них структуры или же процессы функционирования и развития (см. [36] [29] [45] [39] [42]). Бесспорно, что это пока единственный путь и способ рассуждения,

цессов и именно эти процессы задают и определяют *предметную систему* этой научной дисциплины.

Подобно тому как это происходило при создании моделей «отдельных» актов мышления, эти категориальные характеристики процессов и обусловленные ими различия в совокупностях единичных актов речи-мысли — а они всегда предполагают определенные сопоставления ряда единичностей — возводят выделенное содержание в ранг всеобщности, они создают определенные системы изображения, которые выступают как *теория* или как *история мышления вообще*, т. е. как нечто общее для всех этих единичных актов. Нельзя говорить о функционировании или развитии какого-либо единичного акта речи-мысли (как мы уже отметили, он не имеет ни того, ни другого), но мышление вообще — и это кажется вполне естественным — имеет как *процессы функционирования*, так и *процессы развития*. Это показывает, что, говоря о процессах функционирования или о процессах развития мышления, мы рассматриваем конкретно данные единичные акты мышления каким-то особым образом, не просто как сопоставляемые единичности, а в особой связи, и именно эта связь, ее специфика, образует специфику предмета и предметной системы той или иной науки¹⁵.

Выделение каждого из этих видов связи *предполагает определенное сопоставление единичных актов мысли*. Но этого мало, или, говоря более точно, недостаточно. Оно предполагает вместе с тем определенное *сопоставление уже выделенных моделей отдельных актов мышления и сопоставление единичных актов мысли в отношении к этим моделям*. И все эти сопоставления должны

к которому могут прибегнуть те, кто пытается строить системные изображения различных предметов на базе *теоретико-множественных* (т. е. не системных и принципиально анти системных) представлений. Поэтому как стратегия первого и приблизительного совмещения «вещных», теоретико-множественных и структуральных представлений все это допустимо и даже в какой-то мере оправдано, но очень странно, когда подобная механическая комбинация вещизма и структурализма объявляется системным подходом (см. [30] [31] [45]) и с пафосом противопоставляется традиционному структуральному подходу, практически всегда опирающемуся на тот же теоретико-множественный, вещный подход. Таким образом, существо и подлинная проблема системного подхода, на наш взгляд, состоит не в возврате к традиционным вещным представлениям и не в совмещении вещных представлений со структурными, а в том, чтобы найти *принципы связи процессуальных, структурно-функциональных, организационно-материальных и морфологических представлений сложного объекта* (см. [67, приложение I]), причем в научном исследовании ведущими и определяющими суть и границы системы являются именно представления процессов, а все остальные представления к ним подстраиваются и организуются вокруг них.

¹⁵ Из этого, в частности, следует, что не только сопоставления, но и «обобщения», производимые нами при создании системного предмета, носят принципиально иной характер, нежели в тех случаях, когда мы создаем модель отдельного акта мышления и «обобщаем» в нем множество единичных актов мысли. К сожалению, эта сторона дела, как правило, не учитывается во многих современных работах по системному анализу, и дело трактуется таким образом, как будто системные характеристики и параметры могут быть выделены в каждом единичном объекте.

быть осуществлены в одной системе. Ни одно из этих сопоставлений, взятое само по себе, не может обеспечить построения ни системы теории, изображающей функционирование рассматриваемого предмета, ни системы истории, изображающей его развитие.

Действительно, каждое «отдельное», зафиксированное в модели и представляющее группу сходных актов мышления, взятое вне связи с другими «отдельными», не функционирует и не развивается точно так же, как и сами единичности. Оно может только либо существовать, либо не существовать. Те или иные единичные акты мысли, изображаемые в этом «отдельном», могут исчезнуть, другие — могут измениться, но это никак не сказывается на «отдельном». До тех пор, пока остается хотя бы один акт мысли, имеющей свойства, зафиксированные в модели «отдельного», до тех пор остается и «отдельное», причем остается неизменным. Оно перестает соотноситься с теми единичностями, с которыми соотносилось раньше, перестает отражать их, но само не меняется.

О нескольких единичностях, даже если они берутся в связи друг с другом, также нельзя сказать, что они функционируют или развиваются. Чтобы сделать подобное утверждение, надо взять эти единичности в сопоставлении с имеющимися моделями «отдельных», и характер этого утверждения будет зависеть от характера моделей и отношений между ними, устанавливаемых в этих сопоставлениях.

Это нетрудно показать с помощью простой иллюстрации. Возьмем три единичных акта мысли, имеющих соответственно строение: $A_1 = \{\Delta_1\}$, $A_2 = \{\Delta_1 \Delta_2\}$, $A_3 = \{\Delta_1 \Delta_2 \Delta_3\}$, и спросим себя: с чем мы имеем дело при осуществлении каждого из этих актов — с функционированием или развитием? Ответить на этот вопрос, анализируя эти акты мысли вне их отношения к системе, невозможно. Все зависит от того, в какой связи мы возьмем эти акты, какой предмет изучения сформируем, а выбор самой связи зависит от целого ряда обстоятельств. Конечно, прежде всего он зависит от задачи исследования и от того, какое сопоставление мы будем производить в соответствии с нею. Но вместе с тем оно зависит и от того, какое изображение мышления как целого у нас уже существует. Если, к примеру, мышление изображается перечнем элементарных актов Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 и Δ_4 и все реальные единичные акты A_1 , A_2 , A_3 берутся в отношении к этому изображению, то в таком случае мы можем говорить лишь о функционировании мышления, т. е. об осуществлении имеющихся в перечне элементарных актов в определенных реальных мыслительных процессах, осуществляемых там-то и такими-то людьми. Напротив, если мышление изображается перечнем элементарных актов Δ_1 и Δ_2 , то реальный мыслительный процесс A_3 мы, при всем нашем желании, уже никак не сможем рассматривать как осуществление этих элементарных актов, как функционирование имеющегося мышления, а должны будем ставить вопрос о расширении этого перечня

и тем самым косвенно — о *развитии* или *развертывании мышления*, представленного этим перечнем.

Это, конечно, искусственный пример: он совершенно не затрагивает вопроса о путях и способах получения определенных изображений мышления, в частности изображений его развития и функционирования, он исходит из уже готового изображения мышления, причем изображения, предназначенного для определенной цели. Но вместе с тем именно поэтому он удачен во многих отношениях. Во-первых, он наглядно показывает, что ряд единичных актов мышления, взятый безотносительно к формам их фиксации и изображения, не дает еще возможности говорить ни о функционировании, ни о развитии мышления. Во-вторых, он показывает, что отнюдь не всякое изображение совокупности актов мышления схватывает различие между процессами функционирования и развития; в частности, изображение мышления в виде *ряда моделей отдельных актов*, с которым мы до сих пор исключительно имели дело, не отражает ни функционирования, ни развития. В-третьих, этот пример показывает, что перечень моделей отдельных актов мышления является важным условием и предпосылкой выявления процессов развития и функционирования мышления как такового: от его характера, в частности, от числа имеющихся моделей отдельных актов, зависит, сможем ли мы изобразить процесс функционирования и процесс развития мышления, данного нам сначала в виде ряда эмпирически зафиксированных актов. Наконец, этот пример также наводит нас на мысль, что для изображения процессов функционирования и процессов развития мышления мало сопоставлять единичные акты мышления между собой и с моделями отдельных актов, надо еще сопоставлять между собой модели этих «отдельных»: только в этом случае мы можем надеяться схватить и выявить объективную природу и механизмы этих двух процессов.

§ 7. Чтобы подойти к решению этой задачи, мы прежде всего должны принять во внимание, что, говоря о функционировании и развитии мышления, мы фиксируем определенные *изменения в составе единичных актов мышления*. Процесс изменения этого состава воспроизводится с помощью тех же моделей отдельных актов мысли, но, чтобы изобразить его, мы должны взять, по крайней мере, две такие модели. Между ними должно существовать определенное *отношение*. Во-первых, они должны быть *сходны* в определенных свойствах, т. е. принадлежать к одному и тому же «роду», и это сходство обязательно должно быть зафиксировано в нашем знании, так как иначе мы не сможем говорить, что они изображают один и тот же объект (одну и ту же группу объектов и т. п.); во-вторых, они должны быть *различны* в определенных свойствах, так как иначе мы не сможем говорить, что они фиксируют нечто различное. Эти две модели отдельных актов мысли, связанные теперь отношениями сходства и различия, должны быть взяты в отнесении к одному и тому же объекту, в частности, в отнесении к одной

и той же группе меняющихся единичных актов мысли. К тому же отнесение должно быть таким, чтобы при этом учитывалось течение времени, ибо в тот момент, когда к объекту относится первая модель отдельного акта, вторая модель не соответствует объекту и не может к нему относиться, затем первая модель перестает соответствовать объекту и уже не может к нему относиться, и тогда относится вторая модель, которая теперь ему соответствует¹⁶. Именно это отнесение к меняющимся наборам единичных актов речи-мысли и именно этот способ отнесения является тем, что делает эту пару связанных между собой моделей отдельных актов мышления моделью изменения объекта; вне этого способа отнесения эта же пара изображений отдельных актов мышления может быть изображением чего угодно, в частности — любых двух групп единичных актов мысли. Поэтому, чтобы изобразить факт изменения какой-то совокупности актов мысли, мало задать пару моделей отдельных актов, нужно еще каким-то образом, может быть в специальном знаке, отметить и зафиксировать сам способ отнесения их к объекту, и мы делаем это, говоря об «изменении объекта», о переходе его из одного состояния в другое (или вводя потом специальные символы для обозначения того же самого).

Наглядно-схематически вся эта система отношений, соответствующая производимым сопоставлениям и отнесениям, изображена на рис. 2. Слева на нем зафиксирован *меняющийся объект*, затем идут *модели отдельных актов мысли*, горизонтальные стрелки t_1 и t_2 обозначают акты отнесения этих моделей к объекту, штриховая линия символизирует *временной раздел актов отнесения*, наконец, справа на схеме — те же самые модели, *связанные между собой отношением сопоставления*, выступают уже как *состояния одного целого, соответствующего процессу изменения*¹⁷.

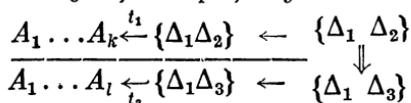


Рис. 2

¹⁶ Эти пояснения отчетливо демонстрируют, что «течение времени» первоначально фиксируется не в объекте — группа меняющихся единичных актов мысли остается той же самой и существует пока как бы вне времени, и это является обязательным логическим условием выявления и фиксации самого изменения, — а в той познавательной деятельности, которую мы осуществляем в отношении к этому объекту, и определяется тем, что самую познавательную деятельность мы вынуждены разбивать на отдельные действия и последовательно осуществлять два действия, два отнесения существующих у нас моделей к объекту. Лишь потом это течение «внутреннего» времени деятельности, фиксируемое как смена одного познавательного действия другим, переносится на сам объект и начинает рассматриваться как течение времени, внутреннего для изучаемого объекта; но, как и во всех других подобных объективациях, здесь требуется тщательно отрефлектированная и логически нормированная процедура объективации и осуществления времени.

¹⁷ Здесь опять-таки существенно то, что целым является уже процесс изменения, а не совокупность единичных актов мысли, и состояния (фиксируемые пока моделями отдельных актов) относятся именно к процессу, им они объединяются и в нем получают новое, специфическое для них существование. Правильное

Анализируя полученное таким образом содержание, мы должны прежде всего заметить, что в результате, в дополнение к тем отношениям сходства и различия, которые существовали раньше между «отдельными», мы получили еще определенную *связь, изображающую объективный процесс изменения*. Но это пока лишь изменение вообще, и мы ничего не можем сказать о его характере: оно с равным успехом может быть как функционированием, так и развитием. Сама по себе зафиксированная схема сопоставлений не раскрывает и не определяет ни объективной природы, ни механизмов этого процесса. Это пока — схема чистого изменения, изменения как такового. А чтобы можно было говорить о процессах функционирования и процессах развития или, соответственно, о связях функционирования и связях развития какого-либо объекта, нужно еще *рассмотреть модель изменения в отношении ко всему целому*. Если, к примеру, мы отождествим целое с тем, что уже зафиксировано в правой части схемы, то сможем говорить об этом изменении как о развитии, но если эта связка между $\{\Delta_1, \Delta_2\}$ и $\{\Delta_1, \Delta_3\}$ не может быть отождествлена с целым, то мы, чтобы оценить характер происходящего изменения, должны будем выйти за пределы зафиксированных сопоставлений, обратиться к изображению целого и соотносить с ним связку, изображающую изменение.

Тот факт, что решение вопроса о характере какого-либо изменения, зафиксированного нами в знании, зависит от отношения модели к целому, от границ и характера выделенного целого, подтверждается всем известными различиями понятий видового и родового, или индивидуального и видового развития. В последнем случае, например, одно и то же изменение особи оказывается то процессом функционирования, то процессом развития в зависимости от того, в какой связи эта особь рассматривается: то, что для индивида является развитием, то для вида может быть только процессом функционирования.

Итак, решение вопроса о том, с каким изменением объекта мы имеем дело — с развитием или с функционированием, зависит от того, относительно какого целого, а вместе с тем и относительно какой системы изображения целого, мы это изменение рассматриваем. Но такое решение проблемы тотчас же поднимает новые вопросы. Один — в какой мере рассматриваемая характеристика изменений отдельного объекта зависит от характера системы изображения всего целого? И другой, более общий и не раз уже встававший перед нами, — какие вообще существуют виды и типы таких изображений целого?

было бы даже сказать, что через процесс они впервые определяются и только в нем начинают существовать, но это будет справедливо лишь для понятия *состояний и того функционального содержания, которое в нем фиксируется*, а по материалу «состояния», как мы видели, получаются иначе — из моделей отдельных актов мышления.

Предположим для начала, что изображение мышления как целостности задано нам в виде одного перечня моделей отдельных актов мысли $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$ или, чтобы рассуждение наше имело несколько ббльшую общность, — в виде одной структуры вида

$$\Delta_1 \Leftrightarrow \Delta_2 \Leftrightarrow \Delta_3 \Leftrightarrow \Delta_4$$

(связи в этой структуре мы пока никак не будем определять, считая, что они могут быть специфицированы любым образом). Для упрощения предположим также, что все реальные единичные акты мышления A_1, A_2, \dots, A_N в заданном нам эмпирическом множестве состоят исключительно из *элементарных* актов, зафиксированных в качестве элементов перечня или элементов структуры.

Рассматривая изменения моделей отдельных актов мышления в отношении к изображенному таким способом целому, мы приходим к необходимости различить два типа таких изменений: 1) изменения моделей отдельных актов, при которых структура целого (т. е. ее элементы и связи), оставаясь неизменной, будет по-прежнему так же точно отражать или изображать всю эмпирически заданную область единичных актов мышления, как она это делала до их изменения; 2) изменения моделей отдельных актов мысли, при которых структура целого перестает соответствовать эмпирически заданной области и, следовательно, чтобы опять достичь соответствия, сама должна измениться, т. е. получить какие-то новые элементы и связи и исключить старые. Первый тип изменений (охватывающий реальные объекты и модели отдельных объектов), мы будем называть *функционированием*, а второй тип изменений (охватывающий реальные объекты, модели отдельных объектов и изображение всего целого) — *развитием*¹⁸.

Хотя эти определения не раскрывают ни объективной природы, ни механизмов процессов функционирования и развития, на этом уровне анализа они могут рассматриваться как достаточная экспликация соответствующих понятий, введенных раньше чисто описательно. Поясним их еще на абстрактных примерах.

Предположим, что имеющаяся у нас теоретическая система «мышления вообще» выражается структурной схемой

$$\Delta_1 \Leftrightarrow \Delta_2 \Leftrightarrow \Delta_3 \Leftrightarrow \Delta_4$$

(стрелки, как и раньше, изображают здесь любые пока специально не определяемые связи), а на уровне моделей отдельных мыслительных актов происходит изменение, которое схематически должно быть изображено как переход $\Delta_1 \Rightarrow \Delta_2$ (напомним только что принятое условие: все единичные акты мышления являются

¹⁸ В процессы функционирования войдут и все те изменения, которые для своего изображения требуют изменения структуры целого, но такого изменения, которое происходит по *циклической* схеме, т. е. через некоторое время и через ряд промежуточных положений возвращает его в прежнее состояние; фиксация таких изменений потребует еще одного изображения, и естественно, что именно к нему перейдет прерогатива определять целостность. Таким образом наше определение функционирования будет справедливым и для этих случаев.

элементарными). Предположим далее, что связи структурной схемы «мышления вообще» можно рассматривать и как изображения связей изменения. При таком предположении схема изменения отдельного акта мышления оказывается частью общей структуры мышления и непосредственно вкладывается в нее, не требуя никаких изменений самой структуры, и, следовательно, с точки зрения заданной общей структуры мышления это изменение отдельного акта будет процессом функционирования мышления.

Специально нужно отметить, что во всех подобных рассуждениях обязательно фигурирует целый ряд изображений объекта, которые расположены в знании как бы в разных «плоскостях» и «слоях» (относительно самого объекта) и особым образом соотносятся друг с другом. В частности, в одной плоскости мы можем изображать изменения отдельных актов мышления, в другой — существование и изменение всего множества их, схваченное и представленное в виде одного предмета, одной общей системы. Наглядно-схематически отношения этих плоскостей изображений друг к другу и к единичным актам мысли представлены на рис. 3.

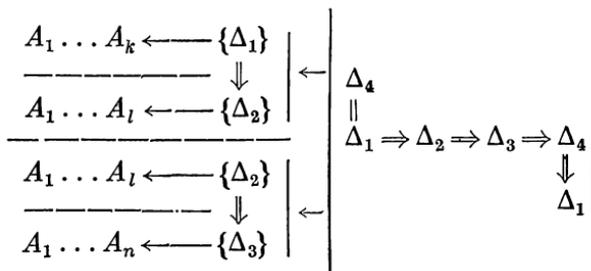


Рис. 3

Если теперь предположить, что все единичные акты, входящие в эмпирически заданную область мышления, изменяются только таким образом и при этом постоянно сохраняется какое-то количество единичностей, соответствующих Δ_1 , то тогда два слоя изображений в принципе уже не нужны, они сводятся к одному, именно к «статическому» изображению мышления вообще. Отношение между общим изображением мышления и изображениями изменений отдельных актов переносится как бы внутрь самого общего изображения, «снимается» в его связях. Отношение между изображениями изменений отдельных актов и самими единичными актами мысли переходит в отношение между общим системным изображением мышления и единичными актами мысли. Многоплоскостная структура знания, фиксирующая в себе то содержание, которое мы назвали функционированием, как бы «сплюсчивается» и превращается в двухплоскостную структуру. Но содержание многоплоскостного знания уже зафиксировано в слове «функционирование», и мы удерживаем его, применяя слово «функционирование» также и в отношении к двухплоскостному

знанию. Изменения отдельных актов фиксируются и описываются, если это нужно, чисто словесно со ссылкой на общее изображение и относительно него, например: « Δ_1 переходит в Δ_2 », « Δ_2 превращается в Δ_3 », «вместо Δ_3 осуществляется Δ_4 » и т. д.

Важно также отметить — хотя здесь мы не имеем возможности это разбирать, — что схемы структур функционирования могут иметь различную конфигурацию в зависимости от характера изменений, происходящих с отдельными объектами. Особое место среди них занимают циклические схемы (см. [7], [69]).

Рассмотрим теперь на таком же абстрактном примере процесс развития. Пусть имеющаяся у нас теоретическая система «мышления вообще» выражается прежней структурной схемой

$$\Delta_1 \leftrightarrow \Delta_2 \leftrightarrow \Delta_3 \leftrightarrow \Delta_4,$$

а среди изменений отдельных актов имеются такие, которые уже не могут быть изображены с помощью имеющегося набора элементов и требуют введения новых элементов Δ_5 , Δ_6 и т. д. После того как это изменение уже совершилось и новые виды единичных актов мысли отражены в новых элементах, вся система мышления в целом может быть изображена в новой, пополненной структуре

$$\Delta_1 \leftrightarrow \Delta_2 \leftrightarrow \Delta_3 \leftrightarrow \Delta_4 \leftrightarrow \Delta_5 \leftrightarrow \Delta_6.$$

Если теперь указанные изменения отдельных актов мысли мы будем рассматривать только с точки зрения этой новой системы изображения целого, то они выступают, как и раньше, в качестве *процесса функционирования целого*. Но если мы будем исходить из первой зафиксированной нами структуры, то эти же изменения придется рассматривать как *развитие целого*, изображенного в исходной структуре, и, чтобы отразить это развитие в моделях и в описании, нам придется воспользоваться уже минимум двумя структурными изображениями, записывая их рядом и вводя специальное обозначение связи между ними. Наглядно-символически вся эта система отношений представлена на рис. 4.

(На рис. 4 слева представлены *изменения эмпирически данных единичных актов мышления и изображения этих изменений в моделях отдельных актов*, справа вверху представлена *исходная структура мышления как целого*, а справа внизу — его *конечная структура*; длинная вертикальная стрелка изображает переход одной структуры в другую, или, иначе, *связь развития*).

Пять важных моментов можно выделить, анализируя эту схему.

Во-первых, изображение развития системы целого представляет собой *взаимосвязь структур*, или, иначе, *систему систем*. Никак иначе развитие как таковое не может быть изображено.

Во-вторых, это изображение содержит минимум два различных типа связей. Если раньше, при анализе схем процессов функционирования, мы могли полагать, что связи в изображении структуры целого могут быть специфицированы различным образом в зави-

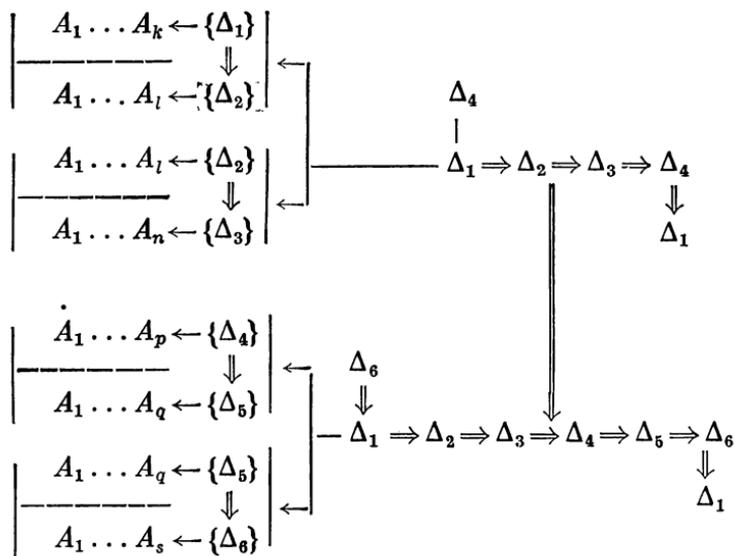


Рис. 4

симости от наших задач — и как связи развития, и как связи функционирования, — то теперь такая возможность отпадает уже хотя бы в силу того, что в самом изображении мы имеем два различных типа связей и вынуждены интерпретировать их по-разному. Это обстоятельство вновь со всей остротой ставит вопрос о различии в содержании этих изображений. Если «горизонтальные» связи структур можно интерпретировать как связи функционирования, а «вертикальные» — как связи развития, то эта схема делает совершенно отчетливым различие двух систем теоретического изображения целого: они могут быть разделены чуть ли не механически, хотя построение системы функционирования является условием и предпосылкой построения системы развития (оговоримся: при таком способе изображения).

В-третьих, эта схема наглядно показывает, что говорить о функционировании и развитии применительно к изменениям отдельных актов мышления можно только в том случае, если мы учитываем и сознательно фиксируем отношение связок $\Delta_1 \Leftrightarrow \Delta_2$ к системе целого (левая часть схемы берется в отношении к правой); но точно так же можно говорить о развитии и функционировании всего целого (как мы это часто делаем), если происходящие в нем изменения рассматриваются структурно, т. е. относительно составляющих его элементов и связей (например, нижняя горизонтальная структура правой части схемы рассматривается относительно верхней горизонтальной структуры). Если же мы рассматриваем отдельные акты мысли внутри всей целостности мышления (и, следовательно, не считаем их целостными образованиями), то они могут лишь изменяться или «превращаться», но не могут развиваться или функционировать.

В-четвертых, эта схема показывает, что структурные изображения целого будут принципиально различными в зависимости от того, какую теоретическую систему — функционирования или развития — мы строим. В случае развития это будет *структура, обязательно содержащая подструктуры* (или *система, содержащая подсистемы*), особым образом связанные между собой. Только такое сложное изображение, содержащее специальное изображение связи развития, сможет выступать в роли *модели отдельного процесса, изображающего развитие*.

Наконец, в-пятых, эта схема, буквально зримо, показывает значимость вопроса о соотношении динамики объекта и предмета исследования. Отчетливо это выступает, в частности, когда мы спрашиваем о *движущих силах развития*. Ведь если мы говорим о развитии, то должны, естественно, привлечь к рассмотрению и проанализировать его движущие силы. Но если мы различаем и даже противопоставляем друг другу, с одной стороны, изменение или превращение отдельных объектов, а с другой — развитие предмета как целого, то встает вопрос: в какой собственно системе изображений — правой или левой — нужно вводить и рассматривать движущие силы? И что, собственно, они должны изображать — факторы, определяющие превращение (или изменение) отдельных объектов, или же, напротив, факторы, определяющие именно то, что мы называем развитием предмета? Во всяком случае, независимо от того, как мы ответим на поставленные выше вопросы, мы должны согласиться, что существует такая проблема соотношения движущих сил изменений в отдельных объектах и движущих сил развития всей системы в целом.

Все изложенные выше соображения — это прежде всего постановка проблем. Многое и многое в этих проблемах остается еще неясным. Но один вывод (намеченный нами уже и раньше) проведенная методологическая экспликация понятий развития и функционирования подтверждает. Речь идет о том, что, приступая к теоретическому описанию сложного популярного объекта, мы должны с самого начала четко различить две возможные задачи исследования — 1) *воспроизведение развития*, 2) *воспроизведение функционирования системы* — и сознательно выбрать одну из них. Этим, между прочим, исследование популярного объекта принципиально отличается от исследования традиционного вещного объекта. Поясним это несколько подробнее.

Исследование непопулярного объекта мы начинаем с выделения его «внешних» свойств и параметров. Внутреннее строение такого целого, его состав, свойства элементов и их связи непосредственному эмпирическому выявлению (ср. [57, стр. 25—46]). Определить их и связать с зафиксированными в понятии «отдельного» внешними параметрами — в этом и состоит задача исследования. Число элементов и некоторые их свойства определяются в одних случаях путем практического анализа, в других — гипотетически, путем особых приемов мысли, исходя из внешних

параметров целого. Связи между элементами всегда определяются гипотетически. Характер всех гипотетически вводимых параметров, таким образом, полностью определяется характером внешних свойств и параметров рассматриваемых единичных объектов, зафиксированных в понятии «отдельного». Если мы берем эти единичные объекты отвлеченно от всяких изменений их внешних параметров, как бы «в точке», то, естественно, не может быть и речи об изменениях в их внутренних параметрах, а следовательно, не может ставиться и вопрос о процессах функционирования и развития элементов и связей такого целого. Но и в том случае, если бы мы взяли эти единичные объекты в процессе изменения их внешних параметров, то и тогда, не имея еще знаний об элементах и связях, не имея еще знаний о структуре этих объектов, мы не могли бы ставить вопрос о том, какими изменениями элементов и связей структуры могут быть объяснены рассматриваемые изменения внешних параметров.

Таким образом, в границах того исследования вещных, непопулярных объектов, о котором мы говорим, различие процессов функционирования и процессов развития оказывается ненужным. Лишь после того как структура таких объектов исследована и воспроизведена в структурных схемах, после того как их непосредственно не обнаруживаемые элементы и связи приобрели качественно-определенное существование в знаках элементов и связей, в изображении, возникает вопрос: происходят ли внутри такого целого изменения элементов и связей и если происходят, то как это отражается на определенности целого, на его структуре, и чем в соответствии с этим будут сами эти изменения — функционированием или развитием. Но сам этот вопрос возникает и ставится уже после того, как мы проанализировали и воспроизвели в схемах структуру данного целого, и поэтому постановка всех этих новых вопросов ведет уже к иным проблемам и к иному плану исследований.

Иначе обстоит дело при исследовании сложного популярного объекта. Во-первых, здесь исходным пунктом анализа является *множество единичных объектов*. Все эти объекты воспринимаются непосредственно и уже это непосредственное восприятие фиксирует постоянное изменение их или смену одних другими, причем целое, в которое они входят, с одной стороны, еще недостаточно определено и очерчено, а с другой — остается при этом вроде бы либо совсем без изменений, либо претерпевает такие изменения, которые не сказываются на существовании его как целого. Уже одно это наталкивает на вопрос об отношении всех этих изменений единичных объектов к устойчивости и неизменности целого как такового.

Но не это даже главное. Всякое популярное целое, выделенное на эмпирически данном множестве единичных объектов посредством указания отличительного свойства этого целого и отличительных свойств объектов, входящих в его состав,

может представлять собой, во-вторых, совокупность как *функционарно*, так и *генетически связанных друг с другом единичных объектов*, причем указание отличительного свойства, посредством которого мы выделяем целое, не может отделить генетически связанные элементы от функционарно связанных. А это, как мы уже говорили, необходимо сделать именно в исходном пункте исследования. Ведь воспроизводя это целое в мысли, мы стремимся взять только небольшую часть входящих в него единичных объектов и, как и во всяком другом исследовании, рассмотреть их как представителей целых классов единичных объектов. Но, так как нашей задачей является исследование и воспроизведение в мысли структуры рассматриваемого целого (а это значит, что должны быть воспроизведены *объективные связи*, существующие между единичностями, входящими в целое), то мы не можем взять просто одинаковые единичности, объединить их в классы и заменить эти классы соответствующими моделями отдельных объектов, мы должны взять *одинаковые единичности, одинаковым образом связанные друг с другом*, т. е. должны взять *одинаковые взаимосвязи*, их объединить в классы и их заместить соответствующими абстракциями взаимосвязей же.

А это значит, что уже в исходном пункте исследования, приступая к образованию моделей, из которых потом будет построена система, воспроизводящая целое, мы должны произвести определенную обработку эмпирически данного материала, отделить функционарно связанные друг с другом единичности от генетически связанных и, в соответствии с этим разделением, должны строить две различные системы целого: *систему функционирования и систему развития*. Система развития будет состоять из целого ряда функционарных подсистем (каждая из которых будет отлична от общей системы функционирования данного предмета). Все единичные объекты, входящие в популятивный объект, будут разбиты при этом на группы и отнесены к одной и только к одной из функционарных подсистем. Внутри этих групп единичные объекты будут связаны функционарно с единичностями других групп, а сами группы и соответствующие им модели должны быть связаны между собой генетически. Если мы не сделаем такой *ступенчатой разбивки* и будем пытаться строить систему популятивного целого, включая туда все совместно данные единичные объекты, то это, очевидно, приведет только к одному — к отрицанию исторического характера рассматриваемого целого, к отрицанию процессов развития в нем, к попыткам представить рассматриваемое целое как вечное и вечно неизменное. История науки, как уже отмечалось выше, дает нам массу примеров такого рода.

Чтобы преодолеть этот неизбежный сдвиг в исследовании и рассмотреть исторически развивающиеся объекты в их развитии, мы должны уже в исходном пункте исследования популятивных объектов сознательно различить две возможных задачи исследования и сознательно выбрать одну из них — процедура,

которой не было и не могло быть при исследовании непопулярных объектов.

Но этот вывод важен для нас даже не сам по себе. Из него следуют очень важные методологические следствия. Дело в том, что этот выбор системы теоретического изображения предмета с самого начала определяет весь дальнейший ход исследования, те процессы и приемы мышления, которые мы должны будем применять. Так например, совершенно бессмысленно говорить об отделении функционарно связанных элементов сложного популярного объекта от генетически связанных безотносительно к задаче исследования и воспроизведения в мысли той или другой из названных выше систем — либо функционарной, либо генетической. И процессы мысли, необходимые для решения этих двух задач, будут существенно разными. Так мы приходим к выделению двух больших групп процессов исследования, направленных на воспроизведение 1) *функционарной структуры целого* и 2) *структуры развития целого*. Мы будем называть их сокращенно: *процессами функционарного и процессами генетического исследования*.

ИТОГИ

Таким образом, мы опять вернулись к той группе проблем, которая уже была поставлена выше и которую мы все время в ходе наших рассуждений оставляли как бы за скобками. Речь идет об эмпирическом анализе единичных актов мышления и о создании изображающих их моделей отдельных актов. Сформулировав эту задачу с самого начала и обсудив пути решения ее, мы пришли к выводу, что она не может быть решена, пока мы не выдвинем каких-либо дополнительных предположений относительно возможных связей между этими единичными актами мышления и, соответственно, между изображающими их моделями отдельных актов.

Идея ввести связи развития возникла как попытка решить эту проблему. Но она подняла целый ряд других проблем и прежде всего потребовала уточнения самого понятия развития. Пришлось различить и отграничить друг от друга *изменение, функционирование, развитие*. При этом перед нами по-новому встала проблема соотношения объекта и предмета исследования, их систем. Она заставила нас обсудить вопрос о соотношении между «теорией» и «историей». Здесь раскрылась исключительно широкая область проблем, требующих специального детального анализа. Обращение к ней неизбежно. И наверняка проблемы этого круга составят темы многих исследований, которые будут проводиться в ближайшие годы.

Но все это — дело будущего, а сейчас мы хотим еще раз повторить и, таким образом, подчеркнуть ту основную мысль, которую мы стремились разъяснить и обосновать на протяжении настоящего исследования: *пути и способы анализа единичных*

эмпирически данных актов мысли в таком объекте как «мышление», а также пути и способы построения моделей отдельных актов мысли зависят от того, какую систему изображений этого объекта мы намерены строить — систему функционирования или систему развития. Но это вместе с тем означает, что идея функционирования и идея развития, принимаемые нами в начале исследования в соответствии с двумя возможными задачами работы, определяют как средства и методы нашего исследования, так и представления о целостности предмета, а затем — что очень важно — и самого объекта исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абаев В. И. Об историзме в описательном языкознании.— В кн.: О соотношении синхронного анализа и исторического изучения языков. М., 1961.
2. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. М., 1974.
3. Асмус В. Ф. Логика. М., 1947.
4. Брунер Дж. О познавательном развитии (I и II).— В кн.: Исследование развития познавательной деятельности. М., 1971.
5. Виндельбанд В. Принципы логики.— В кн.: Логика. Энциклопедия философских наук, вып. I. М., 1913.
6. Войшвилло Е. К. К вопросу о предмете логики.— В кн.: Вопросы логики. М., 1955.
7. Гальперин И. И. Синтез систем автоматизации. М.— Л., 1960.
8. Гальперин П. Я. Опыт изучения формирования умственных действий.— В кн.: Доклады на совещании по вопросам психологии. М., 1954.
9. Гальперин П. Я. Развитие исследований по формированию умственных действий.— В кн.: Психологическая наука в СССР, т. I. М., 1959.
10. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий.— В кн.: Исследование мышления в советской психологии. М., 1966.
11. Генисаретский О. И. Специфические черты объектов системного исследования.— В кн.: Проблемы исследования систем и структур. М., 1965.
12. Горнунг Б. В. Единство синхронии и диахронии как следствие специфики языковой структуры.— В кн.: О соотношении синхронного анализа и исторического изучения языков. М., 1961.
13. Грушин Б. А. Очерки логики исторического исследования. М., 1961.
14. Давыдов В. В. К определению умственного действия.— В кн.: Тезисы докладов на I съезде Общества психологов, вып. 3. М., 1959.
15. Доблаев Л. П. Проблема понимания в советской психологии. М., 1967.
16. Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления.— В кн.: Психология мышления. М., 1965.
17. Зиновьев А. А. Метод восхождения от абстрактного к конкретному (на материале «Капитала» К. Маркса). Канд. дисс. М., 1954.
18. Зинченко В. П., Мунипов В. М., Гордон В. М. Исследование визуального мышления.— «Вопросы психологии», 1973, № 2.
19. Кант И. Логика. СПб., 1915.
20. Климовская Г. И. Опыт псевдогенетического поиска языковых универсалий.— В кн.: Языковые универсалии и лингвистическая типология. М., 1969.
21. Леви-Брюль Л. Первобытное мышление. М., 1930.
22. Леви-Брюль Л. Сверхъестественное в первобытном мышлении. М., 1937.
23. Лукасевич Я. Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., 1959.
24. Маркс К. Тезисы о Фейербахе.— К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 3.

25. *Март Н. Я.* Сдвиги в технике языка и мышления.— Избранные работы, т. 2. М.— Л., 1936.
26. *Март Н. Я.* Лингвистически намечаемые эпохи развития человечества и их увязка с историей материальной культуры.— Избранные работы, т. 3. М.— Л., 1934.
27. *Март Н. Я.* Язык и мышление.— Избранные работы, т. 3.
28. *Мельчук И. А.* Опыт теории лингвистических моделей «смысл — текст». М., 1974.
29. *Мельников Г. П.* Алфавит математической логики. М., 1967.
30. *Мельников Г. П.* Системная лингвистика и ее отношение к структурной.— В кн.: Проблемы языкознания. Доклады и сообщения советских ученых на X Международном конгрессе лингвистов. М., 1967.
31. *Мельников Г. П.* Язык как система и языковые универсалии.— В кн.: Языковые универсалии и лингвистическая типология. М., 1969.
32. О соотношении синхронного анализа и исторического изучения языков. М., 1961.
33. *Пиаже Ж.* Психология интеллекта.— В кн.: Избранные психологические произведения. М., 1969.
34. *Пономарев Я. А.* Психология творческого мышления. М., 1960.
35. Психология детей дошкольного возраста. М., 1964, гл. V.
36. *Реформатский А. А.* Принципы синхронного описания.— В кн.: О соотношении синхронного анализа и исторического изучения языков. М., 1961.
37. *Риккерт Г.* Границы естественно-научного образования понятий. СПб., 1903.
38. *Рубинштейн С. Л.* О мышлении и путях его исследования. М., 1958.
39. *Садовский В. Н.* Проблемы общей теории систем как метатеории.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник — 1973. М., 1973; *его же.* Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М., 1974.
40. *Славская К. А.* Мысль в действии. М., 1968.
41. *Смирницкий А. Н.* Объективность существования языка. М., 1954.
42. *Солнцев В. М.* Язык как системно-структурное образование. М., 1971.
43. *Теплов Б. М.* Ум полководца.— В кн.: Проблемы индивидуальных различий. М., 1961.
44. *Томсон Дж.* Предвидимое будущее. М., 1958.
45. *Уемов А. И.* Системы и системные параметры.— В кн.: Проблемы формального анализа систем, М., 1968; *его же.* Методы построения и развития общей теории систем.— В кн.: Системные исследования. Ежегодник, 1973. М., 1973.
46. *Уорф Б. Л.* Отношение норм поведения и мышления к языку.— В кн.: Новое в лингвистике, вып. I. М., 1960.
47. *Уорф Б. Л.* Наука и языкознание.— В кн.: Новое в лингвистике, вып. I. М., 1960.
48. *Уорф Б. Л.* Лингвистика и логика.— В кн.: Новое в лингвистике, вып. I. М., 1960.
49. Философские записки, т. VI. Л., 1953.
50. *Хомский Н.* Синтаксические структуры.— В кн.: Новое в лингвистике, вып. II. М., 1962.
51. *Хомский Н.* Логические основы лингвистической теории.— В кн.: Новое в лингвистике, вып. IV. М., 1965.
52. *Хомский Н.* Аспекты теории синтаксиса. М., 1972.
- 53—54. *Щедровицкий Г. П., Алексеев Н. Г.* О возможных путях исследования мышления как деятельности.— «Доклады АПН РСФСР», 1957, № 3.
55. *Щедровицкий Г. П.* О строении атрибутивных знаний. Сообщения I—VI.— «Доклады АПН РСФСР», 1958, № 1, 4; 1959, № 1, 2, 4; 1960, № 6.
- 56—57. *Щедровицкий Г. П.* Проблемы методологии системного исследования. М., 1964; также расширенные варианты в «General Systems», 1966, vol. XI и «Rendszerkutatás. Valogatott tanulmányok». Budapest, 1973.

58. Щедровицкий Г. П. Исследование мышления детей на материале решений арифметических задач.— В кн.: Развитие познавательных и волевых процессов у дошкольника. М., 1965.
59. Щедровицкий Г. П. Методологические замечания к проблеме типологической классификации языков.— В кн.: Типология и восточные языки. М., 1965; а также «Linguistics» 42, 1968.
60. Щедровицкий Г. П. К анализу исходных принципов и понятий формальной логики.— В кн.: Философские исследования. Труды Болгарской академии наук, 1966; а также «Systematics», vol. 5, 1967, № 2 и «General Systems», vol. XIII, 1968.
61. Щедровицкий Г. П. Об исходных принципах анализа проблемы обучения и развития в рамках теории деятельности.— В кн.: Обучение и развитие. Материалы к симпозиуму. М., 1966.
62. Щедровицкий Г. П., Юдин Э. Г. и др. «Естественное» и «искусственное» в семиотических системах.— В кн.: Семиотика и восточные языки. М., 1967.
63. Щедровицкий Г. П. О специфических характеристиках логико-методологического исследования науки.— В кн.: Проблемы исследования структуры науки. Новосибирск, 1967.
64. Щедровицкий Г. П. Методологический смысл проблемы лингвистических универсалий.— В кн.: Языковые универсалии и лингвистическая типология. М., 1969.
- 65—66. Щедровицкий Г. П. Смысл и значение.— В кн.: Проблемы семантики. М., 1974, а также Die Struktur des Zeichens: Sinn und Bedeutung.— «Ideen des exakten Wissens. Wissenschaft und Technik in der Sowjetunion», 1972, № 12.
67. Щедровицкий Г. П. Автоматизация проектирования и задачи развития проектировочной деятельности. Приложения: I. Исходные представления и категориальные средства теории деятельности; II. Общая идея метода восхождения от абстрактного к конкретному; III. Категории «процесс — механизм» в контексте исследования развития; IV. Генетическое восхождение.— В кн.: Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании. Теория и методология. М. 1975.
68. Щедровицкий Г. П. Проблема исторического развития мышления. Статья первая.— В кн.: Развитие интеллектуальных процессов. Алма-Ата, 1975.
69. Эшби У. Р. Введение в кибернетику. М., 1959.
70. Arnheim R. Visual Thinking. N. Y., 1969.
71. Carnap R. Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit. Wien, 1958.
72. Chomsky N. Studies en semantics in generative grammar. The Hague — Paris, 1972.
73. Filmore Ch., Langendoen T. (eds). Studies in linguistic semantics. N. Y., 1971.
74. Kiefer F. (hrsg). Semantik und generative Crammatik, Rd. I, II. Frankfurt am Mein, 1972.
75. Logique et perception. Etudes d'épistemologie génétique, VI. Paris, 1958.
76. Maxwell J. C.— «Philosophical Magazine», 1860, vol. XIX, XX.
77. Nagel E. The structure of science. N. Y., 1961.
78. Wertheimer M. Productive thinking. N. Y., 1945.

АВТОРЫ ВЫПУСКА

ГОРДОН ВАЛЕНТИНА МЕФОДЬЕВНА — кандидат психологических наук, заведующая лабораторией отдела эргономики ВНИИТЭ (Москва).

ЗИНЧЕНКО ВЛАДИМИР ПЕТРОВИЧ — член-корреспондент АПН СССР, доктор психологических наук, профессор, заведующий отделом эргономики ВНИИТЭ, заведующий кафедрой инженерной психологии психологического факультета МГУ (Москва).

ИВАНОВА ТАТЬЯНА ПАВЛОВНА — аспирантка Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

ИГНАТЬЕВ АНДРЕЙ АНДРЕЕВИЧ — кандидат философских наук, научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

КОЗЛОВА ИРИНА НИКОЛАЕВНА — ассистент кафедры психологии и педагогики Вологодского педагогического института (Вологда).

ПЕТРОВА ТАТЬЯНА МИХАЙЛОВНА — научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

ШРЕЙДЕР ЮЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ — кандидат физико-математических наук, заведующий сектором ВИНТИ (Москва).

ЩЕДРОВИЦКИЙ ГЕОРГИЙ ПЕТРОВИЧ — кандидат философских наук, научный консультант Центральной учебно-экспериментальной студии СХ СССР (Москва).

ЯБЛОНСКИЙ АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ — кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР (Москва).

СОДЕРЖАНИЕ

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ НАУКИ

А. И. Яблонский	
Стохастические модели научной деятельности	5
Т. М. Петрова	
Методологические особенности количественного выделения структурных единиц науки	43
Т. П. Иванова	
О коммуникационных единицах исследовательского сообщества	54
А. А. Игнатъев, А. И. Яблонский	
Аналитические структуры научной коммуникации	64

СИСТЕМНЫЕ ИДЕИ В ПСИХОЛОГИИ

В. П. Зинченко, В. М. Гордон	
Методологические проблемы психологического анализа деятельности	82
И. Н. Козлова	
Личность как система конструкторов. Некоторые вопросы психологической теории Дж. Келли	128

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНО-СТРУКТУРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Ю. А. Шрейдер	
Сложные системы и космологические принципы	149
Г. П. Щедровицкий	
Проблемы построения системной теории сложного «популярного» объекта	172
Авторы выпуска	215

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ЕЖЕГОДНИК 1975.

Утверждено к печати Институтом истории естествознания и техники АН СССР

Редактор издательства *Л. М. Тарасова*. Художественный редактор *Н. Н. Власик*.
Технический редактор *Н. Н. Плохова*. Корректор *Л. И. Рувинская*

Сдано в набор 3/VII 1975. Подписано к печати 23/I 1976. Формат 60×90¹/₁₆.
Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 13,5. Уч.-изд. л. 15,5. Тираж 8000. Т-00616.
Тип. зак. 2571. Цена 93 коп.

Издательство «Наука». 103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука». 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10