

В.С.Тюхтин

**ОТРАЖЕНИЕ,
СИСТЕМЫ,
КИБЕРНЕТИКА**

В. С. Тюхтин. ОТРАЖЕНИЕ, СИСТЕМЫ, КИБЕРНЕТИКА

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ

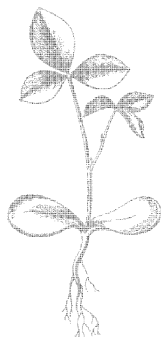
В. С. Тютин

ОТРАЖЕНИЕ, СИСТЕМЫ, КИБЕРНЕТИКА

*ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ
В СВЕТЕ КИБЕРНЕТИКИ
И СИСТЕМНОГО ПОДХОДА*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА
1972



Scan AAW

В книге исследуются актуальные вопросы марксистско-ленинской теории отражения в свете данных кибернетики и теории информации, системного анализа, семиотики и других дисциплин. Раскрываются природа философского знания в свете системного подхода и роль последнего в методологических исследованиях, рассматриваются предмет, основные принципы, понятия и задачи теории отражения. Специально исследуются основные характеристики содержания и формы гносеологического образа, знания, проблема единства содержания и формы и методологические вопросы выработки и выбора оптимальных форм. Разбираются также общие вопросы природы информации и ее связи с отражением.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие марксистско-ленинской теории отражения стимулируется в наше время следующими обстоятельствами.

Прежде всего, это — необходимость преодоления теоретико-познавательных трудностей, возникающих в ходе современных научных исследований. На это обстоятельство обращали внимание крупнейшие ученые (например: Л. де Бройль, А. Эйнштейн, М. Борн, П. Ланжевен, С. И. Вавилов, В. И. Вернадский, И. И. Шмальгаузен и др.). Так, М. Борн отмечал, что «физик на каждом шагу встречается с логическими и гносеологическими трудностями» [1963, стр. 78]. Пути и средства преодоления этих трудностей исследуются марксистской теорией познания, логикой и методологией науки. И для любого ученого-специалиста (особенно для теоретика) важно овладение основой и ядром научной гносеологии — диалектико-материалистической теорией отражения. Как известно, противники марксистско-ленинской философии направляют свои основные удары на теорию отражения. Поэтому критика нападок на теорию отражения необходима, как составная часть идеологической борьбы с буржуазным мировоззрением. Наконец, новейшие научные данные таких возникших в середине XX в. направлений науки, как кибернетика, теория информации и системные исследования, а также смежных с ними областей знания, в той или иной мере связанных с проблемами отражения, познания (семиотика и структурная лингвистика, математическая логика и логическая семантика, инженерная психология и бионика и др.), способствуют расширению и углублению исследований по теории отражения.

Настоящая работа представляет собой попытку дальнейшей разработки важнейших вопросов теории отражения в связи с запросами и данными современной науки —

и в первую очередь кибернетики, теории информации, семиотики и системных исследований.

Как специальный предмет исследования отражение, познание могут изучаться со стороны процесса переработки исходных данных и со стороны результатов познания. Каждая из сторон имеет относительную самостоятельность, поэтому в исследовании может преобладать анализ процессуальной или продуктивной сторон познания с учетом их единства, их взаимной связи. Данная работа в основном посвящена проблематике, связанной с *результативной* стороной отражения, познания; она выражается обычно терминами «образ», «знание», «сведение», «отображение» и т. п. Характеристики продуктов научного познания по отношению к познавательной деятельности выступают в качестве целей, которым подчинены ее операции, в качестве задач, которые в ней решаются. От характера познавательных целей и задач зависят основные требования, предъявляемые к познавательной деятельности, выбор (или выработка) методов и конкретной структуры, организация познавательных операций, их оптимальное планирование и осуществление.

Применение философской методологии в научном познании сопряжено с рядом трудностей, которые связаны со спецификой философского знания, с общим состоянием разработки методологических проблем в тот или иной период развития науки, а иногда и с предрассудками, которые получают распространение среди ученых, слабо знакомых с философией и поэтому предъявляющих к ней требования, осуществимые лишь в частных науках. В отличие от частных наук философия — наиболее общая наука. Вместе с тем она имеет четко очерченные границы, и ее категории, как научные понятия, должны иметь точный, а не расплывчато-неопределенный смысл. В последнем случае затрудняется как применение философских положений в научном познании, так и их обогащение, конкретизация на основе новых научных данных. Лейтмотивом настоящей работы и является выяснение условий, повышающих познавательную роль философской методологии в научном познании. Важнейшим средством повышения эффективности, познавательной ценности методологии в современных условиях является последовательное проведение (и «внедрение») системно-структурного подхода в методологических исследованиях.

Системный подход позволяет реализовать непосредственный контакт, «стыковку» философских положений с понятиями и методами конкретных наук.

А в области философско-методологических проблем, раскрывающих специфику познания, эффективным является использование данных кибернетики и кибернетического подхода к отражению, познанию. Кибернетика изучает информационные устройства и структуры (схемы) переработки информации, используемые в сложных системах управления. Поэтому ее данные имеют прямое отношение к исследованию проблем отражения, к изучению (через моделирование) познавательной деятельности человека.

По отношению к физиологии высшей нервной деятельности, к психологии и педагогике понятия кибернетики выполняют частно-методологическую функцию. Кроме того, кибернетика поставляет математические методы, язык, принципы переработки информации. По отношению к той области гносеологии, где изучается специфика взаимодействия познающего субъекта с объектом, кибернетика имеет иное значение: она позволяет уточнить, конкретизировать, обогатить наши представления о методах познания, связав их, приведя в контакт с математическими средствами решения определенных классов задач.

В данной работе используются лишь те идеи и данные кибернетики, которые имеют прямое отношение к результативной стороне отражения, познания. Поэтому понятно, что такие разделы кибернетики, как теория конечных автоматов, теория систем самообучения и самоорганизации, методы опознавания образов, теории игр и принятия решений и другие, используются нами лишь в небольшой степени. Зато теория информации стоит в центре внимания, поскольку она имеет прямое отношение к поставленным проблемам.

В данной работе мы основывались на ленинских идеях и положениях, глубокий смысл и методологическое значение которых все полнее и ярче раскрываются в свете современных научных данных, относящихся к специфике отражения, познания.

Глава первая

ПРИРОДА ФИЛОСОФСКОГО ЗНАНИЯ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПОЗНАНИИ

Системно-структурный подход к изучаемым объектам в настоящее время приобретает (если еще не приобрел) статус общенаучного принципа: во всех специальных науках, в меру их развитости и внутренних потребностей, используется системный подход. Методологические разработки в области системного подхода (или, более широко, в сфере системных исследований) ведутся в направлении как онтологической проблематики (это характерно, например, для построений в области так называемой общей теории систем), так и логико-гносеологических аспектов. В связи с этим поиски эффективных путей развития и действенного применения теории познания и методологии науки в специально-научных исследованиях ставят на повестку дня по крайней мере два вопроса: во-первых, вопрос о природе философских категорий и философского знания в целом в свете системного принципа в познании; во-вторых, вопрос о возможностях и границах применения системного подхода, а вместе с тем математики и кибернетики, в области гносеологии и методологии науки. В данной главе в основу рассмотрения этих вопросов положено сопоставление специально научных и философских понятий и принципов.

§ 1. Универсальные философские категории в свете системно-структурного подхода

1. Основные понятия системного подхода. В чем заключается существо системно-структурного принципа (или подхода) в научном познании, каковы его основные понятия, в чем состоит его универсальность и каково его методологическое значение?

Представления о познаваемых объектах как системах, обладающих определенной организацией и структурой, уходят своими корнями в атомистические идеи античной философии, хотя в знаниях той эпохи отсутствуют явные определения структуры, организации и других смежных с ними понятий. Эти представления ограничивались кругом простейших систем, имеющих наглядный, легко обозримый характер.

Современная практика, однако, показывает, что специфика системно-структурного подхода и систематическая разработка его понятий, методов и выдвигаемых им требований к научному познанию связаны с изучением сложных и сверхсложных объектов. Такого рода задачи стали особенно актуальными, когда возникла насущная потребность в изучении с помощью точных методов сложных по своей организации и вместе с тем высоких по уровню организованности многопараметрических систем. К таким системам относятся живые существа, системы и подсистемы общества, сложные многоярусные системы управления и самоуправления в технике.

Средством реализации системно-структурного подхода к познаваемым объектам и адекватным «языком» для выражения их структур явились математические средства, понятия и методы.

У истоков формирования и развития математики лежали понятия числа, величины и фигуры. А в современной математике фундаментальными стали понятия об отношениях, притом не только количественных, но и качественных; в центре внимания современной математики находятся преобразования и исчисления любых отношений [Н. Бурбаки, 1963, стр. 31, 249—259]. С другой стороны, нельзя не обратить внимания на то, что понятие об отношении лежит в основе понятий «структура» и «организация», занимающих ведущее место в изучении системных объектов. Неслучайно поэтому проблемы реализации системно-структурного принципа в познании в значительной мере связаны с разработкой и применением методов математики к материалу современной науки.

Как известно, лидером в реализации структурного подхода (в частности, той его линии, которая связана с математизацией знаний) до сих пор является теоретическая физика, давшая значительный толчок разработке новых методов и даже целых разделов математики. Так,

создание теории относительности стимулировало разработку тензорного анализа, а решение задач квантовой механики — развитие функционального анализа. Прогресс в области современной биологии, социального познания и технических дисциплин выдвинул задачи по выработке новых математических методов, адекватных изучаемой этими областями знания реальности. Ответом на эти новые запросы в значительной мере явилось возникновение теоретической и технической кибернетики и бионики.

Попытки построить достаточно общую теорию или теории, позволяющие любые объекты представить как системы и в этом качестве оперировать ими, объединяются под названиями «теория систем», «общая теория систем», «системный анализ», «системные исследования» и др.

Из литературы хорошо известно, что к настоящему времени еще не выработаны общепринятые определения понятий системы и организации, охватывающие любые объективно существующие вещи и мыслимые предметы. Трудности выработки унифицированных понятий коренятся как в факте очень большого (практически неисчерпаемого) множества качественно разнородных объектов, так и в множестве подходов и задач, возникающих при изучении объектов как систем.

В марксистской гносеологии различаются понятия «объект» и «предмет исследования». Один и тот же объект (или вещь) может выступать для познающего субъекта своими различными сторонами в качестве различных предметов исследования, а тем самым и в качестве различных систем. Скажем, человек, вообще говоря, представляющий собой целостный объект, в разных науках, изучающих его, выступает по-разному: очевидны серьезные различия предметов исследования антропологии, общей физиологии и физиологии нервной системы, психологии, педагогики, этики, социологии и т. д. Следовательно, по отношению к объекту система есть определенная *абстракция*, поскольку в ней фиксируется та или иная сторона объекта при отвлечении от остальных. Вместе с тем, на каком бы уровне абстрагирования ни рассматривался объект, его системное представление должно фиксировать как специфику компонентов системы, так и специфику системы в целом.

Познание того или иного объекта как системы должно включать в себя, на наш взгляд, следующие основные моменты: а) определение структуры и (или) организации системы; б) знание структуры позволяет определить собственные (внутренние) интегральные свойства системы на основе свойств ее компонентов и подсистем; в) определение функций системы как реакций на «выходах» системы в ответ на воздействия других объектов на «входы» системы; г) определение генезиса системы, т. е. способов и механизмов ее образования, а для развивающихся систем — способов их развития. В практике научных исследований для тех или иных задач нередко бывает достаточно реализации одного из этих моментов.

Учитывая историю формирования понятия системы и группирующихся вокруг него понятий, а также результаты исследований современных отечественных¹ и зарубежных авторов, дадим следующие определения понятий системы, структуры, организации, сложности, организованности и функций.

Система есть множество связанных между собой компонентов той или иной природы, упорядоченное по отношениям, обладающим вполне определенными свойствами; это множество характеризуется единством, которое выражается в интегральных свойствах и функциях множества.

Это определение системы может применяться к объектам природы, общества и идеальным (абстрактным) объектам, или «концептуальным системам». Оно применимо как к целостным, так и к суммативным (агрегативным) системам.

В данном определении использованы некоторые моменты определения понятия «система», данного А. И. Уемовым [1968, стр. 17], а также критика им ряда существующих дефиниций системы [1970, стр. 73—81]. Однако в

¹ Здесь имеются в виду работы Н. Т. Абрамовой, И. С. Алексеева, В. Г. Афанасьева, И. В. Блауберга, М. Ф. Веденова, А. В. Воскобойникова, Л. О. Вальта, В. С. Готта, О. С. Зелькиной, А. А. Зиновьева, С. Б. Крымского, Б. М. Кедрова, В. И. Кремянского, И. В. Кузнецова, В. А. Лекторского, А. А. Малиновского, С. Т. Мелюхица, Н. Ф. Овчинникова, М. Э. Омеляновского, Л. А. Петрушенко, В. Н. Садовского, В. И. Свицерского, М. И. Сетрова, А. И. Уева, Ю. А. Урманцева, А. Д. Урсула, В. А. Штоффа, Г. П. Щедровицкого, Э. Г. Юдина и др.

нашем варианте сделан дополнительный акцент на особом отношении — на упорядоченности (композиции) элементов в определенных отношениях, обладающих теми или иными свойствами. Без понятия упорядоченности, как увидим ниже, невозможно ввести понятия о структуре и организации, являющиеся весьма существенными характеристиками систем. В нашем общем определении системы последняя характеризуется единством; целостность же в этом случае выступает как показатель некоторой, достаточно высокой степени единства, присущей более развитым, органичным системам. Наконец, введение в дефиницию системы ее функций достаточно убедительно обосновано в определении системы, предложенном С. Б. Крымским [1968]. Из определений понятия «система», основанных на аксиоматическом построении общей теории систем, наиболее точным и полным нам представляется то, которое дано Ю. А. Урманцевым².

Выделим и поясним явные и некоторые неявные характеристики системы, заключенные в приведенном нами определении.

1. Любые системы состоят из исходных единиц — образующих систему *компонентов*. Для того чтобы терминологически отличать единицы системы от составляющих единиц структуры и организации, целесообразно с системой сопоставить образующие ее «компоненты», а со структурой (и организацией) — образующие ее «элементы».

Вещи, свойства, связи, отношения, состояния, фазы функционирования, стадии и этапы развития объектов могут рассматриваться в качестве компонентов системы. В таком случае в рамках той или иной системы они представляются как неделимые, целостные и различимые единицы, т. е. исследователь абстрагируется от их внутреннего строения, но сохраняет сведения об их эмпирических свойствах, указывающих на явную связь систем с той или иной предметной областью действительности. Рассмотрим детальнее основные разновидности компонентов системы.

² «Система S — это i -е множество композиций, построенное по отношению R_i , закону композиции Z_i из первичных элементов множества M_i^0 , выделенного по основанию A_i^0 из множества M » [Ю. А. Урманцев, 1972, стр. 295].

а) Объекты (*вещи*), представляющие собой единицы, из которых состоит система, могут быть материальными (например, атомы, составляющие молекулы, клетки, составляющие органы или ткани организмов) или идеальными (например, различные виды числа составляют элементы теоретической системы, называемой теорией чисел).

б) *Свойства* системы, специфичные для данного класса объектов, могут стать компонентами системного анализа объектов. Например, свойствами термодинамической системы являются температура, давление, объем, энтропия, а напряженность поля, диэлектрическая проницаемость среды, электроемкость проводника, поляризация диэлектрика и т. п. суть свойства, присущие электростатическим системам. Свойства могут быть как изменяющимися, так и неизменными при данных условиях существования системы; первые математически обозначаются как переменные величины, а вторые — как параметры описываемой системы. Свойства системы могут быть также внутренними, или собственными, и внешними. Первые зависят от внутренних связей (взаимодействий) системы, т. е. взаимодействий, связей между компонентами, подсистемами, уровнями данной системы. Собственные свойства системы можно поэтому рассматривать как функции на выходах системы. Вторые актуально существуют лишь при условиях, когда реализуются связи, взаимодействия с внешними объектами (системами). Таковы свойства химических элементов давать те или иные соединения, свойство соли растворяться в воде, хрупкость металла и др. Эти внешние («вторичные», или диспозиционные) свойства следует четко отличать от внутренних, хотя их различие и является относительным (подробнее см. § 7).

в) *Связи* изучаемого объекта также могут выступать компонентами при его системном анализе. Аналогично свойствам существуют не только внутренние связи, но и внешние для данной системы. Так, если мы описываем механическое движение тела как некоторую динамическую систему, то внешние связи (взаимодействия) и свойства тела являются компонентами более широкой системы.

г) Не только связи, имеющие вещественно-энергетический, субстратный характер, но и *отношения* (внутренние и внешние), абстрагированные от субстрата, могут стать

компонентами системного представления объекта. Так, пространственные и временные отношения выступают как компоненты кинематической системы в механике в виде пространственно-временных координат (величин).

д) Различные *состояния* и *фазы* функционирования объекта также могут являться компонентами функциональной системы, описывающей поведение объекта. При этом поведение системы есть последовательность состояний во времени [У. Росс Эшби, 1959, стр. 385].

е) Наконец, различные *этапы*, *стадии ступени*, *уровни*, *ветви* развития объекта выступают компонентами генетических систем. Так, пять стадий развития того или иного растения могут быть представлены как компоненты онтогенетической системы, а основные этапы (и стадии) эволюции того или иного биологического вида — как компоненты филогенетической системы.

2. Между компонентами множества, именуемого системой, существуют *системообразующие связи и отношения*, благодаря которым реализуется специфическое для системы *единство*. Математические понятия множества и подмножества также обладают единством, которое существует в виде свойства, аналитически общего, т. е. одинакового для всех элементов множества. Например, множество четных чисел задается посредством его характеристического свойства — способности делиться на 2. Для задания системы недостаточно такого единства — необходимо задать связи и отношения между компонентами, образующими систему. Тогда единство системы будет выражаться в ее общей функции, или интегральном свойстве. Например, живые существа, начиная от одноклеточных до человека, имеют такие интегральные свойства и функции, как ориентировка в окружающей среде, деятельность.

При изучении систем, в особенности кибернетических, из всего многообразия системных объектов наиболее важен тип целостных (или органичных) и высокоорганизованных систем, к которым относятся биологические системы (в частности, обладающие психикой), социальные системы и системы самоуправления в технике. Целостность систем характеризуется наличием у них новых интегральных свойств, отсутствующих у их компонентов; иначе говоря, свойства системы в целом неаддитивны по отношению к свойствам ее компонентов и подсистем. Существен-

ным показателем (критерием) внутренней целостности системы является *автономность*, или относительная самостоятельность ее поведения и существования. По степени автономности можно в известной мере судить об уровне и степени целостности того или иного класса систем, а также об уровне (степени) их относительной организованности и самоорганизации [В. С. Тюхтин, 1968а, 1968б]. Целостные свойства системы, как показал Я. Горчинский, связаны с наличием ее интегральных «входов» и «выходов», отличающихся от входов и выходов ее подсистем (см. об этом [Я. Славяновский, 1964]). Внешней и, по существу, вырожденной целостностью обладают «объединения», или «агрегативные системы», т. е. множества объектов с внешними и (или) случайными связями между собой (куча песка, хвороста, случайные скопления людей, разобранные детали технического прибора). Такого рода агрегативные, суммативные системы не обладают автономностью своего поведения. Реальные системы, как правило, сочетают в себе элементы целостности и агрегативности. Одна и та же система с разных сторон и в различной степени выступает то как целостное образование, то как агрегат. При градуировании систем по степени целостности агрегат представляет собой, как сказал бы математик, предельный случай систем с вырожденной или почти вырожденной целостностью.

3. Существенными характеристиками любых систем являются присущие им *организация* и *структура*, с которыми тесно связано математическое описание систем. Поэтому и соответствующий методологический подход следует, на наш взгляд, называть системно-структурным. Понятия структуры и организации будут рассмотрены более подробно в настоящей главе.

4. Любая система существует лишь в определенных границах изменений ее свойств, поэтому обычно задаются *максимальные* и *минимальные* значения ее переменных. Если система описывается посредством уравнений связи и (или) движения, то указываются границы (условия) применимости этих уравнений, задающих рамки существования данной системы, ее качественной определенности. Система считается заданной, если, кроме компонентов, их связей и закона композиции или вида упорядоченности компонентов, указываются условия (границы) существования системы.

При описании сложных и сверхсложных систем задается обычно не число всех элементов и их связей, поскольку оно практически не ограничено, а ограниченное число существенных свойств (переменных) систем; в этом смысле система выступает как «совокупность переменных», связанных между собой [У. Росс Эшби, 1962, стр. 40].

5. *Относительность*, или потенциальная эквивалентность, понятий «компонент» и «система» (и соответственно понятий «элемент» и «структура») состоит в том, что любая система может, в свою очередь, выступать (и рассматриваться) в качестве компонента или подсистемы более широкой системы именно вследствие своей выделенности, относительной автономности. С другой стороны, компоненты, выступающие в рамках системы как нерасчлененные целые, являются внутри себя расчлененными и на уровне их микроанализа могут рассматриваться как системы нового уровня. Это позволяет глубже изучить исходные свойства компонентов, выразив эти свойства как функции организации системы микроуровня. Например, объяснение факта устойчивости одних и неустойчивости других макромолекул, составляющих живую клетку, требует их микроанализа как систем на уровне квантовой химии и квантовой механики.

6. Для любых (и особенно высокоорганизованных) систем важно выяснить характер связи подсистем, иерархических уровней внутри системы; в системе *сочетаются взаимозависимость* ее подсистем по одним свойствам и отношениям и *относительная независимость* по другим свойствам и отношениям. В познании материальных систем природы и общества это выражается в разной степени взаимодействия подсистем между собой, разной степени их автономности [У. Росс Эшби, 1962, гл. 11—13]. В сложных самоуправляемых системах это, в частности, выражается в сочетании (различной для каждого класса таких систем) централизации деятельности всех подсистем с помощью центральной управляющей инстанции (например, центральной нервной системы, мозга) с децентрализацией деятельности уровней и подсистем (тканей, органов, их объединений в живом организме), обладающих относительной автономностью.

При изучении системного объекта важно определить не только его исходные минимальные единицы — компоненты системы, но и подсистемы и иерархические уровни

данной системы. Компоненты подсистемы и уровни системы обладают относительной самостоятельностью, или автономностью, представляя собой дискретные качественно различные (разнородные) части системы. Определение числа и качественного различия компонентов и (или) подсистем и уровней данной системы характеризует ее *состав*. Знание состава позволяет перейти к выявлению главной характеристики системы — ее структуры, организации.

Понятия структуры и организации объектов как систем были созданы в истории науки в целях выработки универсального языка описания всего многообразия разнородных систем. Однако в настоящее время при определении этих понятий царит ничуть не меньший разнобой, чем при определении понятия системы. На наш взгляд, давая определение понятия структуры, равно как и понятия системы, следует прежде всего сформулировать некоторый эффективный критерий (или требование), который позволил бы преодолеть существующую многозначность терминов «структура» и «организация». В этой связи представляется, что при определении понятия структуры вряд ли следует ориентироваться на то, чтобы «выявить смысл, объединяющий самые различные и порой противоположные значения этого слова» [Н. Ф. Овчинников, 1969, стр. 112]; в таком случае обобщения могут оказаться чисто формальными, а потому незначимыми и даже эклектическими, поскольку некоторые значения наверняка будут заведомо ложными. Ориентироваться следует, видимо, на те значения и трактовки понятия структуры, которые фактически «работают» в современной науке; при этом важно опираться на опыт описания систем на математическом языке, отдавая предпочтение наиболее эффективным из них.

Унифицированное описание систем на структурном языке предполагает определенные допущения и абстракции при анализе систем, а также дополнительные моменты, лежащие в основе понятия структуры. Рассмотрим эти моменты подробнее.

Если при определении понятия «компоненты системы» мы абстрагировались от их строения, рассматривая их как нерасчлененные единицы, то следующий шаг заключается в отвлечении от эмпирических свойств компонентов, от их «природы» (физический, биологический и пр.)

при сохранении различий по качеству. Такие абстрактные качественно различные единицы удобнее всего обозначать легко различимыми знаками разных порядков и видов (буквами латинского или греческого алфавитов, прописными или строчными буквами, дополнительными индексами и т. д.). В результате таких операций исходные единицы, или компоненты системы, приобретают статус абстрактных и формальных элементов структуры данной системы.

Отсюда становится ясным, что поскольку компоненты системы характеризовались их эмпирическими, феноменологическими свойствами, то через компоненты частично задавалась предметная область, т. е. через их посредство указывались вещные, субстратные характеристики системы. А в понятии элемента структуры непосредственная связь с предметной областью заменяется иной, опосредствованной связью. Это, как увидим ниже, означает, что понятие «элемент структуры» имеет иную познавательную функцию, чем понятие «компонент системы», однако в литературе по системным исследованиям понятия элемента структуры и элемента (компонента) системы в подавляющем большинстве случаев смешиваются, как смешиваются понятия системы и структуры. Но даже в тех случаях, когда система и структура не отождествляются, различие между понятиями элемента структуры и элемента (компонента) системы, как правило, явно не проводится. Отождествление элемента структуры и элемента системы оправдано либо тогда, когда речь идет о формальных знаковых системах, либо при формальном абстрактном анализе реальных систем (см., например, [«Проблемы формального анализа систем», 1968]).

Отличие понятия элемента структуры от понятия элемента системы позволяет перейти к особому виду отношений, составляющему специфику понятия структуры, — к отношению порядка, композиции элементов.

Между компонентами системы, описанными и классифицированными выше, могут существовать разнообразные связи и отношения. Сами способы связей и виды отношений между компонентами зависят как от природы компонентов, так и от условий существования системы. Между физическими объектами — атомами и молекулами — как компонентами некоторой системы имеются физические связи в виде силовых взаимодействий. Эти свя-

зи, в свою очередь, могут быть описаны чисто кинематически — на языке пространственно-временных отношений.

Живые существа как самоуправляемые системы имеют между своими компонентами и подсистемами не только физические связи, взаимодействия, но и связи и отношения особого типа — сигнальные, информационные, а вместе с ними — и соответствующий им тип сигнально-информационной причинности. Но указание на способ связи или на ту или иную разновидность отношений между компонентами еще не задает структуру системы. Для понятия структуры специфичен особый и в то же время универсальный тип отношений — *отношения порядка, композиции элементов*. Отношения порядка (*устойчивые и неустойчивые*) применительно к точно фиксированным условиям существования системы. Последнее означает, что устойчивое по отношению к одним условиям, изменениям (преобразованиям) может быть неустойчивым по отношению к другим. Понятие структуры отображает устойчивую упорядоченность. И когда, помимо указания на отношения и связи, заданы определенные свойства упорядоченности, раскрывающие тот или иной конкретный вид упорядоченности между элементами структуры, мы можем говорить, что задана структура системы.

Для формальных построений в таких дедуктивных науках, как математика и логика, понятия системы и структуры по существу совпадают. Например, алгебраическая группа как математическая структура (или система) задается через бинарную операцию R между двумя элементами из множества M , которая обладает тремя свойствами в виде трех групповых аксиом.

Для определения понятия структуры системы осталось раскрыть понятие об отношении порядка, или упорядоченности.

Для системных представлений, претендующих на универсальность, теоретико-множественное понятие об отношении порядка, или упорядоченности [Р. Фор, А. Кофман, М. Дени-Папен, 1966, стр. 38—42] является слишком узким, хотя и составляет исходную базу для понимания порядка в более широком смысле, применяемом при анализе любых систем. В содержание общесистемного понятия порядка, помимо компонентов теоретико-множественного понятия порядка, входят и другие понятия:

«функция» и ее обобщения — «математическое отображение» и «преобразование», а также «алгоритм» («алгоритм»). Эти понятия — существенные компоненты языка системно-структурного анализа объектов. С учетом этого понятие упорядоченности в системно-структурных исследованиях выступает как та или иная композиция элементов, как определенный вид этой композиции, которая в знаковой математической форме описывается с помощью формул, уравнений, графиков, таблиц, графов и других математических средств.

Противоположными понятию порядка являются понятия беспорядка (хаоса), случайности. Диалектика порядка и беспорядка такова, что, во-первых, элементы, не упорядоченные в данном отношении (для данного вида порядка), в другом отношении выступают как упорядоченные; во-вторых, порядок и беспорядок относительны и по степени их выраженности: эти противоположные характеристики объектов взаимно проникают и взаимодополняют друг друга. Все это можно хорошо уяснить на материале атомной физики (см. [А. И. Китайгородский, 1966]). Например, поведение молекул жидкости (так называемое броуновское движение) можно считать беспорядочным по сравнению с поведением и расположением атомов в кристалле, для которого характерна регулярность, называемая дальним порядком. Однако при более детальном рассмотрении в расположении атомов и молекул любой жидкости обнаруживается своеобразный порядок, названный ближним порядком; он обусловлен числом и характером расположения соседей вокруг данного атома или молекулы жидкости. Поведение отдельных частиц газа (атомов и молекул) в наибольшей степени характеризуется беспорядком. Но частицы газа, взятые в качестве статистического ансамбля, обнаруживают регулярности особого типа — устойчивые статистические распределения скоростей частиц.

Понятия «чистого беспорядка», «абсолютной случайности» — лишь продукты нашей идеализации, «конструктивизации» действительности. В любой таблице случайных чисел, в любом случайном процессе существует та или иная упорядоченность, уловить которую, как правило, довольно трудно, но в принципе возможно.

Устойчивый, сохраняющийся, повторяющийся (инвариантный) порядок обычно бывает присущ целому классу

объектов, и тогда он носит название *закономерности*, относящейся к этому классу объектов, состояний, изменений, преобразований. Но устойчивый порядок может иметь индивидуально-неповторимый, «уникальный» характер (с учетом относительности этой «уникальности», как и относительности случайности).

Если основываться на изложенном понимании элементов и отношения порядка, то можно дать следующее определение понятия структуры: *структура объекта как системы есть вид композиции, или вид упорядоченности элементов, который устойчив (инвариантен) относительно вполне определенных его изменений, преобразований.*

Выбор этих преобразований зависит от условий и границ существования системы, т. е. определяется анализом объекта на уровне системы. Еще раз подчеркнем, что понятие способа связи между компонентами системы, раскрывающее «природу», тип этой связи, не следует смешивать с понятием вида упорядоченности, композиции элементов структуры, описывающей данную систему.

Структуры объектов (систем) того или иного класса описываются в виде законов строения, поведения и развития объектов. Таковы законы строения и поведения элементарных частиц, атомов, молекул, макротел, космических образований, законы строения, функционирования и развития биологических и общественных явлений. Если мы имеем дело с различными объектами, образующими в совокупности некоторый класс объектов, или с различными состояниями изменяющегося объекта, то в чисто математическом плане эти объекты и состояния рассматриваются как математические преобразования, составляющие группу, относительно которой некоторые элементы, признаки (величины) или их соотношения остаются инвариантными, сохраняющимися.

Это позволяет говорить о том, что теория групп преобразований и их инвариантов, а следовательно — учение о симметрии в целом, может выступить в качестве эффективного аппарата системно-структурного анализа и, в частности, описания структур объектов. Математическое учение о симметрии, асимметрии и их сочетании — диссимметрии — дает абстрактно-математическое выражение форм, видов порядка, гармонии.

Теория симметрии как теоретико-групповое учение о многообразии единого и единстве многообразия обладает

высокой степенью универсальности. С помощью многообразных сочетаний разных видов симметрии и асимметрии можно описывать, делать расчеты и предсказывать многообразные структуры объектов. Поэтому *системно-структурный анализ объектов неживой, живой природы и общества в значительной мере может быть сведен к анализу свойств симметрии и асимметрии объектов*. Познавательная и методологическая функция учения о симметрии оригинально раскрыта в работе Ю. А. Урманцева «Симметрия природы и природа симметрии» [1973].

На наш взгляд, сформулированное нами определение структуры является универсальным не только в отношении к предметным областям действительности. Оно универсально и в том смысле, что «работает» как по отношению к тем или иным классам системных объектов, так и по отношению к *уникальным объектам*, а также к *индивидуальным состояниям* вещей и процессов. Уникальные объекты принято называть собственными именами (город Москва, река Волга, фамилия и имя определенного лица и т. п.). В этих случаях в качестве группы преобразований следует рассматривать конечную совокупность проекций свойств и связей данного объекта на другие объекты, наиболее хорошо изученные и элементарные. Так, если нас интересует геометрическая форма, т. е. пространственная структура уникального объекта (сооружения, архитектурного памятника, лица и т. д.), то его проекции на разные поверхности, находящиеся под разными углами наклона по отношению друг к другу, можно рассматривать как преобразования этой формы, а инвариант этих преобразований и является собственной геометрической формой этого объекта. Сказанное относится и к отображению, познанию структуры индивидуальных состояний процессов. В общем случае познание структуры уникальных объектов и индивидуальных состояний осуществляется путем многосторонних взаимодействий познаваемого объекта с другими относительно известными объектами; реакции этих последних мы можем рассматривать как «проекции», как преобразования интересующего нас объекта (состояния).

В связи с этим возникает необходимость уточнить следующее утверждение Н. Ф. Овчинникова: «Выявить структуру уникального объекта можно *только* (подчеркнуто нами.— В. Т.) при условии, если мы построили ис-

кусственно другой объект — модель. Исследуя тождество отношений модели и объекта, можно выяснить структуру уникального объекта» [1969, стр. 116, 117].

Дело в том, что когда мы строим модель объекта, то ее построение имеет предварительный, «рабочий» характер и она еще не может рассматриваться как выражение преобразований самого оригинала. А в случае реальных взаимодействий уникального объекта с другими объектами (в частности, с приборами) этим последним с необходимостью передаются или преобразуются в них структуры уникального объекта, соответствующие его разным сторонам. Эти-то «отраженные» структуры и могут с полным основанием рассматриваться как проекции, как преобразования самого объекта.

Согласно одной точке зрения, выраженной в литературе, элементы структуры непосредственно не входят в само содержание этого понятия структуры [В. И. Свидерский, 1962, стр. 18, 26]; согласно другой — понятие структуры включает в себя элементы [Н. Ф. Овчинников, 1967, стр. 40]. Нам представляется, что обе эти крайние точки зрения имеют своим основанием нечеткое различение понятий элемента структуры и компонента (элемента) системы. Из рассуждений В. И. Свидерского видно, что, абстрагируясь от элементов, он, по существу, имел в виду элементы системы, свойства которых принадлежат определенной предметной области, а не абстрактные элементы, без которых просто невозможно выразить структуру, закон на математическом языке в виде формул, уравнений и т. д.

Мы стремились показать, что понятия «структура» и «элемент структуры» являются более абстрактными, чем понятия «система» и «элемент (компонент) системы».

Из этого различия следует, что каждая пара понятий выполняет специфические функции. В понятие структуры, несомненно, входят ее элементы: ведь при данных фиксированных условиях качественно различным элементам структуры соответствуют качественно различные отношения, по которым устанавливаются вполне определенные отношения порядка между элементами. Поэтому можно утверждать, что все три момента — различные элементы, различные виды отношений и порядок элементов по данным отношениям — образуют понятие структуры и, следовательно, являются его составляющими.

Различным компонентам и подсистемам, образующим систему, соответствуют различия в характере (природе) сил, которые существуют между ними. Так, в кристаллах разным состояниям атомов и молекул соответствуют четыре типа связей (или сил): металлическая, ионная, ковалентная и ван-дер-ваальсова связи. Однако сведения о природе (характере) компонентов и связей системы не включаются в понятия элементов и отношений структуры. В элементах структуры, как указывалось, фиксируются только взаимные (соотносительные) качественные различия между компонентами системы, выраженные условно, в знаковой форме. Учет этих различий необходим лишь для выражения композиции, упорядоченности, существующей между элементами, а не для выражения их природы. Таким образом, в понятие структуры входят ее элементы, выражающие в абстрактном виде качественные различия между компонентами системы, но не включают сами компоненты системы.

Наконец, последнее уточнение понятия структуры связано с тем, что нередко это понятие толкуется узко: только как внутреннее строение системы. Но не менее важно раскрыть строение поведения, вид упорядоченности функций на выходах системы. Например, гравитационные свойства и определяемое ими поведение данного тела описываются с помощью такой внешней фундаментальной структуры, как закон тяготения; аналогично электростатические взаимодействия зарядов описываются с помощью закона Кулона; такой же характер имеют структуры взаимодействий элементарных частиц, термодинамические соотношения. Помимо внутреннего строения и внешнего поведения любого системного объекта, описываемых с помощью статических и динамических структур, существуют процессы генезиса, становления, происхождения и развития систем. Для их описания применяются так называемые *генетические структуры*, в частности математические методы гомологии, топологические методы. Описание генезиса систем включает внутренние и внешние факторы, т. е. генетические структуры сочетают в себе моменты внутренних и внешних структур.

В системе может быть выделена некоторая совокупность структур, выражающих композиции различных свойств и отношений. Так, свойства и поведение механи-

ческой системы выражаются пространственной, пространственно-временной (или кинематической), динамической структурами в уравнениях связи и движения. Термодинамические свойства макротел выражаются в соответствующих структурах — уравнениях, законах, термодинамических соотношениях. Из отдельных структур системы складывается *совокупная структура*, которая обычно выражается в виде набора уравнений (уравнения механики, электромагнетизма и т. д.). В краткой и обобщенной форме совокупная структура системы может быть представлена как *интегральная*. Например, в теоретической механике такая интегральная структура существует в виде принципа Гамильтона и в соответствующих уравнениях Гамильтона.

В познании совокупной или интегральной структуры сложного системного объекта можно выделить три основных уровня: 1) сначала раскрываются зависимости между свойствами компонентов системы, 2) затем фиксируются зависимости между свойствами системы и свойствами ее компонентов (и подсистем), т. е. совершается выведение одних свойств из других, 3) наконец, выявляются зависимости интегральных свойств системы между собой. Структура системы, выражая ее *сущность того или иного порядка*, раскрывается через совокупность *законов* данной области явлений.

Можно сказать, что любой закон, открываемый наукой, отображает какую-либо сторону, или частную структуру, входящую в совокупную структуру системного объекта. Эти частные структуры (законы), выражаемые математически в виде уравнений, графиков, таблиц, матриц и пр., могут описывать внутреннее строение и состояние (статические структуры), внутреннее функционирование системы, т. е. взаимодействие ее компонентов, выражаемое динамическими структурами. Они могут описывать внешнее поведение системы, т. е. функции и свойства на выходе системы (функциональные динамические структуры). В теоретической физике эти структуры (законы) описываются обычно с помощью уравнений связи и движения.

Более полное и конкретное описание реальных (материальных и духовных) систем включает в себя не только устойчивый, инвариантный аспект той или иной системы, но и ее *изменчивый вариативный аспект*. Например,

при планировании деятельности какого-либо учреждения или работы технического устройства мы обязаны учитывать не только сохраняющиеся факторы и регулярный характер изменений внутри и вне системы, но и те случайные факторы и воздействия, которые фактически всегда имеют место. Потому кроме понятия «структура», ответственного за сохраняющийся порядок отношений, мы должны ввести и более широкое понятие, охватывающее как инвариантный, так и неинвариантный аспекты системы.

Из числа уже известных терминов наиболее подходящим представляется термин «организация», значение которого включает в себя инвариантную и неинвариантную упорядоченность элементов. Здесь наша позиция близка к позиции К. Васспег, изложенной в статье И. Клира. «Целесообразно различать,— пишет И. Клир,— постоянную и переменную часть организации системы. Назовем постоянную часть организации структурой системы, а переменную часть — программой системы» [И. Клир, 1969, стр. 292].

Термины «организация» и «структура» часто употребляются как синонимы. Обычно это имеет место, когда хотят подчеркнуть отношения главных, решающих факторов. В таком контексте подобная синонимизация допустима. Однако представляется нецелесообразным смешивать понятия организации и организованности системы. Последнее применяется при сравнительном анализе систем по их высоте или степени организации, когда упор делается на направление изменения организации. Эту мысль наглядно выразил М. И. Сетров [1969, стр. 156—167]: высота организованности соответствует переходу на качественно более высокий уровень, т. е. изменению организации, так сказать, по вертикали, а степень организованности — изменению в пределах данного качества, т. е. по горизонтали. Аналогичное различие проводится и А. А. Малиновским [1968].

Имеется еще одно значение термина «организация». Нередко он употребляется в смысле «деятельность по изменению структуры системы». Но для этой цели более уместными кажутся термины «реорганизация» или «организационная деятельность». Например, последнее название применимо к деятельности по формированию или переустройству структуры того или иного производства.

Если при этом отвлечься от неустойчивых свойств системы, то такое значение понятия организации системы, взятой в синхронном срезе, совпадает с понятием структуры.

С понятием организованности систем соотносительно понятие *сложности*, которое является более односторонней, абстрактной характеристикой систем, чем их организованность. Организованность и сложность служат сравнительными характеристиками систем, они носят относительный, а не абсолютный характер: одна система может быть в одном отношении (по определенному показателю) более сложной и организованной, а в другом отношении — более простой и менее организованной. Другая сторона сравнительного и относительного характера этих понятий заключается в том, что вследствие качественного различия, разнородности систем не существует, строго говоря, универсальной меры их сложности и тем более организованности (подробнее эта проблема обсуждается в § 13 и 14).

Сложность системы зависит от качественных и количественных различий составляющих ее элементов, свойств, связей и отношений. Совокупность качественных различий — это качественное разнообразие систем, а совокупность количественных различий — их количественное разнообразие. В целом они образуют *разнообразие* системы. Некоторые авторы (например, Ст. Бир [1963, стр. 66]) отождествляют разнообразие и сложность систем. Для сравнительно простых систем с малым числом элементов разнообразие и сложность, действительно, тождественны и соответственно равны величины разнообразия и сложности систем. Но для более сложных систем с большим числом элементов существует граница сложности, за пределами которой число элементов (число частиц вещества, элементов вычислительной машины, нейронов человеческого мозга и т. п.) или число подсистем существенно влияет на рост сложности системы. Поэтому в общем случае сложность систем является не только функцией их разнообразия, но и функцией (нелинейной) числа элементов и подсистем. Это убедительно показал Дж. фон Нейман [1960].

Во избежание недоразумений и неточностей понятие сложности следует представить в дифференцированном виде (см. [В. С. Тьютин, 1970]). Разнообразие и слож-

ность систем могут иметь по крайней мере следующие разновидности: 1) разнообразие и сложность состава системы, т. е. ее дискретных компонентов; 2) разнообразие и сложность свойств системы; 3) разнообразие и сложность связей и отношений системы; 4) сложность относительной организованности сравниваемых систем, зависящая от сложности их связей и отношений и от числа иерархических уровней и подсистем. Совокупная сложность системы (или просто сложность) учитывает все перечисленные разновидности сложности.

Относительная организованность и сложность систем имеют свои оценки (количественные и качественные). Этот вопрос специально рассматривается в § 14 нашей работы.

2. Сущность системно-структурного подхода. Рассмотренные понятия «компонент системы», «система», «элемент структуры», «структура», «организация», «высота и степень организованности» и «сложность» позволяют подойти к определению сущности системно-структурного подхода и характеристике его универсальности.

Вся история познания, особенно материал современной науки, красноречиво свидетельствует о том, что наибольшей предсказательной и объяснительной силой обладает знание, в котором познаваемый объект представлен как система того или иного типа и уровня и раскрыта структура, организация этой системы. При этом углубление познания объекта как системы заключается в нахождении структур (законов), все более устойчивых и глубоких, все более высоких порядков. История науки показывает также, что познание объектов как систем, обладающих структурой, органически связано с тенденцией все большего проникновения математики в опытные науки, с тенденцией математизации знания. Это обусловлено тем, что математика позволяет выработать адекватный формальный метод, а следовательно — и язык (в широком и узком смысле) для реализации системно-структурного подхода (или принципа) в познании мира. Однако далеко не всеми учеными в достаточно четкой форме осознается связь системного принципа с математизацией знания.

Если поставить вопрос: какова главная характеристика содержания знания, в котором отображен объект как система, то на него может быть дан следующий ответ.

Именно отображение структуры или, более широко, организации систем представляет собой такую главную, относительно самостоятельную и универсальную характеристику, которая в принципе может адекватно выражаться с помощью средств математики. Любые объекты, познаваемые как системы, обладают внутренней и (или) внешней, статической и (или) динамической структурой и организацией. И эффективному выбору и применению тех или иных математических методов, т. е., по терминологии Н. Бурбаки, «абстрактных форм», или «математических структур», для описания структур (законов) познаваемых объектов способствует предварительное расчленение и представление этих объектов как систем. При этом один и тот же объект может быть расчленен на несколько систем, соответствующих разным сторонам этого объекта. Представление объектов как систем и составляет основное содержание системного подхода к познаваемым объектам. Системный подход реализуется в решении по крайней мере следующих задач.

1. Определение типа (класса, подкласса) систем, к которому относится данный объект, т. е. уяснение его места в классификации систем. Так, различаются статические системы (например, анатомическое строение живых организмов), функционально-динамические системы, генетические системы (например, образование биологических видов) и т. д. Это позволяет сделать выбор средств для дальнейшего макро- и микроанализа объекта.

2. Определение системообразующих, исходных компонентов (элементов) системы в отличие от других частей, дискретных образований.

3. Выделение иерархических уровней и подсистем данной системы и установление характера системообразующих связей между ними, элементами и т. д.

4. Фиксирование полюсов, т. е. входов и выходов системы, в отличие от входов и выходов ее элементов (например, отдельных нейронов головного мозга) и подсистем (отдельных центров мозга). Это позволяет в дальнейшем изучать зависимости между воздействиями на входы и реакциями (функциями) на выходах системы.

5. Установление максимальных и минимальных значений переменных системы, т. е. условий и границ ее существования.

Все это подводит к определению той или иной частной структуры (закона) системы. Этот *новый уровень анализа* представляет собой реализацию более абстрактного и формализованного анализа — *структурного подхода*. В чем он состоит?

Все свойства изучаемого объекта как системы зависят (при данных фиксированных условиях ее существования) от специфических свойств ее компонентов и от структуры, или закона, их композиции (компоненты в свою очередь могут быть раскрыты как системы микроуровня, и тогда их свойства можно представить таким же образом). При этом структура учитывает природу компонентов лишь со стороны их отличия друг от друга, что выражается с помощью различных элементарных или комплексных знаков. Тем самым содержание компонентов системы в виде элементов ее структуры отображается с точностью до определенного уровня организации данной системы. Более глубокий уровень микроанализа полнее и глубже раскрывает содержание компонентов. На основе изложенного можно следующим образом сформулировать существо структурного подхода.

Все особенности, все свойства изучаемого объекта как системы в принципе можно выразить посредством структур соответствующего уровня системы. Математически эти свойства можно выразить в виде функций, аргументами которых являются структуры системного объекта. Короче говоря, любое свойство y есть функция F от структуры S , т. е. $y = F(S)$.

Диалектика взаимной связи (взаимного влияния) компонентов (подсистем) и системы, элементов и структуры состоит в том, что, с одной стороны, свойства системы зависят от свойств компонентов, а с другой — свойства компонентов зависят от целостной системы. Математически это выражается в виде разнообразных нелинейных зависимостей (например, дифференциальных, интегральных и других уравнений), которые реализуют следующую общую схему: $A \rightleftharpoons B$, где A и B можно интерпретировать как попарно различные элементы, подсистемы, системы в разных сочетаниях. Односторонняя же связь $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow A$ выражается, как правило, линейными функциональными зависимостями, отображающими так называемые линейные системы (в области физики, в технике связи, регулирования и т. п.).

Познание структур как собственных характеристик тех или иных систем позволяет решать задачи, обратные макро- и микро-анализу системных объектов,— задачи синтеза целостной системы (как правило, с заранее заданными свойствами) из ее исходных компонентов и подсистем. Таковыми являются задачи синтеза автоматов, начиная от абстрактных, вплоть до технических устройств.

Объединение рассмотренного выше системного подхода и структурного подхода, как *двух этапов исследования и двух уровней абстракции*, и *представляет собой системно-структурный подход* (или принцип) к познаваемым объектам. При этом данный подход относится к изучению и описанию как простых, так и сложных систем. Обратимся к обоснованию и пояснению сформулированных положений.

После того как мы поднялись в нашей абстракции от понятия системы и ее компонентов к понятию элементов структуры, можно сформулировать следующее чисто абстрактное положение. Одни и те же элементы (т. е. один и тот же по составу объект) могут находиться в различных отношениях и быть по-разному упорядочены в этих отношениях; с другой стороны, в одну и ту же упорядоченность, композицию могут вступать различные элементы. Такая абстрактная возможность сочетания элементов и видов их упорядоченности по различным отношениям представляет собой полиморфизм, т. е. много-многозначное отношение между составом элементов, набором отношений, в которые они могут вступить, и разновидностями порядка, или композиции, элементов по этим отношениям. Это означает полную неопределенность организации, структуры данной системы.

Но как только задаются условия и границы существования данной реальной системы, тотчас же на уровне ее структурного анализа происходит ограничение выбора отношений между элементами и видов порядка элементов по данным отношениям, упорядоченность элементов становится устойчивой, инвариантной применительно к тем или иным изменениям, преобразованиям системы. Иначе говоря, отношение полиморфизма превращается в отношение гомоморфизма, т. е. одно-многозначного соответствия, а в предельном случае — в отношение изоморфизма (одно-однозначного соответствия). Сказанное означает, что структуры описывают в реальных системах

самое главное, специфическое, существенное, хотя и с разной степенью глубины.

Связь структурного уровня анализа с системным обычно обнаруживается в виде материальной интерпретации знаков (элементов) соответствующих формул (структур). Например, в математической физике знаки (элементы) формул, уравнений, графиков и т. п. имеют физический смысл, эмпирическую интерпретацию (скажем, в уравнении состояния идеального газа $pV_m = RT$ его элементы означают: p — давление, V_m — молекулярный объем, T — абсолютную температуру газа, а R — универсальную газовую постоянную).

Справедливость утверждения о том, что определение структуры есть главная характеристика знания объекта как системы, ярко и наглядно обнаруживается в явлениях *изомерии* химических соединений. Два или более соединения могут быть одинаковыми по своему составу (состоять из тех же химических элементов) и молекулярному весу, но различными по характеру связей и упорядоченности их элементов. Это последнее различие приводит к тому, что они представляют собой качественно различные вещества с разными химическими и физическими свойствами (например, пентан C_5H_{12} имеет три изомера). Особенно богаты изомерами химия биополимеров и кристаллография. В физике мы встречаемся с явлениями *аллотропии*, когда одно и то же в химическом отношении вещество существует в нескольких модификациях, отличающихся не составом, а структурой. Таково, например, две модификации углерода — алмаз и графит.

Роль организации сохраняется и в тех случаях, когда качественные различия объектов определяются, казалось бы, не законом композиции их элементов, а природой последних. Когда мы сталкиваемся с одинаковыми, аналогичными структурами у двух различных по своей природе объектов, то очевидно, что специфические признаки не схватываются этой аналогией: они отображаются иными, специфическими структурами. Так, несмотря на формальное сходство, аналогичность формулы гравитационного взаимодействия двух точечных масс (закон всемирного тяготения) и формулы электростатического взаимодействия точечных электрических зарядов (закон Кулона), специфика электрических явлений в от-

личие от гравитационных выражается уравнениями Максвелла (для макроявлений) или же уравнениями квантовой электродинамики (для микроявлений). Что же касается элементов аналогичных структур различных объектов, то различие в их природе выражается в организации, структуре этих элементов на уровне микроанализа, т. е. при рассмотрении их как систем более фундаментального уровня.

Данные современной науки показывают, что все внутренние и внешние свойства или функции целостного системного объекта зависят от свойств составляющих его компонентов и подсистем, от внутренних и внешних взаимодействий, или, выражаясь на языке структурного анализа,—от внутренних и внешних структур данного системного объекта. Сами компоненты системы, в свою очередь, зависят от других компонентов, с которыми они взаимодействуют, от влияния на них целостной системы и условий ее существования. Все эти взаимозависимости в принципе могут быть выражены в соответствующих видах структур с помощью языка формул, уравнений, графиков, таблиц, графов и пр. Так, в частности, происходит в математическом естествознании.

В теоретической физике твердое тело рассматривается как многоядерная и многоэлектронная система, в которой действуют электростатические силы. Зная микроструктуру тела, можно вычислить его термодинамические (макроскопические) величины. В общем случае знание зависимости макроскопических свойств тел от их атомного строения, позволяет создавать тела с заранее заданными свойствами. Знание «геометрической структуры» (в фазовом пространстве импульсов) так называемой поверхности Ферми позволяет в принципе определять все электронные свойства металлов (электрические, магнитные, оптические и другие свойства).

Свойства пластичности и упругости оставались, как выражаются физики, феноменологическими, пока их носители рассматривались как нерасчлененные целые. А в физике твердого тела эти же свойства выражаются в виде функций строения и состояния кристаллической решетки этих тел. Аналогично свойства химических соединений могут быть объяснены и предсказаны, исходя из их химического строения. Выяснение природы химических связей получило свое структурное выражение,

объяснение и расчет на основе законов (структур) квантовой механики и квантовой химии. Если обратиться к нейрофизиологии головного мозга, то в соответствии с современными знаниями можно считать, что «основные свойства мозга определяются топологической структурой сети нервных клеток, или нейронов, и динамикой (динамической организацией.— В. Т.) распространения импульсов в этой сети» [Ф. Розенблатт, 1965, стр. 27].

На наш взгляд, замечательной демонстрацией роли и универсальности системно-структурного выражения любых знаний является одно из перспективных направлений развития кибернетической цифровой техники — создание нового класса устройств и схем, которые состоят из соединенных между собой однотипных элементов. Эти элементы программно настраиваются на реализацию требуемых логических и вычислительных функций, имеющих соответствующую структуру [«Информационные материалы», 1969, стр. 17—23]. Если раньше для каждого класса задач строилось специализированное устройство (схема) с жестко фиксированной структурой, то в новых устройствах качественно различные задачи и соответствующие им структуры выражаются на языке стандартизированных элементов и их отношений; а реализуются эти структуры путем программной настройки устройств (схем) извне с помощью сигналов. В настоящее время доказано, что в таких устройствах методом настройки могут быть реализованы любой автомат, любая машина, как универсальная, так и специализированная.

Этот пример является «техническим» доказательством не только универсальности и гибкости системно-структурного подхода в познании, но и его экономичности: легче и дешевле строить универсальные стандартизированные устройства, чем специализированные для узкого класса задач.

Системно-структурный подход плодотворен применительно и к относительно простым и относительно сложным системам. Но во втором случае возникает целый комплекс проблем, связанных с описанием, анализом и преобразованием сложных систем, а также с управлением ими. Особую трудность представляют задачи синтеза системы из ее компонент и подсистем: не всегда удается создать систему с заданными интегральными свойствами, выражающими целостность, специфику данной системы

Трудности здесь не только математические, связанные с решением нелинейных уравнений и пр., но и гносеологические: операции анализа систем не являются симметричными по отношению к задаче синтеза систем. Имея в виду эти проблемы, некоторые авторы даже пытаются ограничить направление системных исследований только сложными и органичными целостными системами из области живой природы, общества и современной техники (см., например, [И. В. Блауберг, В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин, 1970]). При таком ограничении системный подход в значительной степени выступает в форме кибернетических исследований, в частности потому, что он существенно опирается на понятия управления и информации. Например, разработка теории «больших систем» в технической кибернетике охватывает довольно узкий класс систем. И эти исследования весьма специальные, их результаты нельзя применить к анализу концептуальных систем. На наш взгляд, такое ограничение сферы системного подхода не вполне оправдано. Системный подход шире (по предметной области) и абстрактнее (по концептуальному аппарату) кибернетического анализа. В то же время внутри себя он дифференцируется и специализируется по другим параметрам, например по «системным параметрам» (см. [«Проблемы формального анализа систем», 1968]), а не по признаку наличия процессов приема, хранения, передачи, преобразования информации и ее использования в управлении.

Специфическая роль системно-структурного подхода заключается, по нашему мнению, прежде всего в том, что представление любых объектов как систем и определение их структур позволяют привлекать математические методы и язык и разрабатывать их применительно к новым типам и классам реально существующих (материальных и концептуальных) систем, т. е. системно-структурный подход является одним из предварительных условий и путей математизации современной науки. Некоторые ученые, специалисты в области математического естествознания, считают системный подход либо само собой разумеющимся, либо ненужным в силу его «тривиальности». Но это лишь кажимость, объясняемая в известной мере неразработанностью системного подхода (особенно применительно к изучению сложных систем) и недооценкой его как предварительного условия и средства математизации знаний.

Системно-структурный подход распространяется не только на содержание отображаемых объектов, но также и на способы его выражения и преобразования, т. е. на форму знания, на язык, в широком и узком смысле слова. Недаром системные исследования ведутся в настоящее время в этих двух направлениях: изучение материальных систем различного рода и анализ и классификация языков для описания системных объектов.

Наконец, системные исследования не только способствуют математизации знаний, но и служат проводником, промежуточным звеном между универсальными диалектико-материалистическими категориями, законами и обладающими ограниченной качественной общностью понятиями, законами и методами специальных наук. Как это осуществляется?

Системные исследования являются новейшим выражением интегративной тенденции в период бурного роста дифференциации наук и научных знаний в середине XX века. Это — *междисциплинарное интегративное научное направление*, возникшее в тесной связи с такими интегративными дисциплинами, как теория подобия и размерностей, применяемая в областях физических и физико-химических процессов; общая теория моделирования; теория информации и кибернетика, специфичные для областей живой природы, общества и, в частности, техники связи и управления; теория операций, дающая общие методы анализа деятельности людей и технических систем. Интегративные дисциплины, оформившиеся к 30—40-м годам XX века, отличаются от таких пограничных наук, как биохимия, биофизика, биогеохимия, астрофизика, космическая медицина и др., тем, что они вырабатывают *общие* принципы, понятия, методы, математический аппарат для решения разного типа задач, возникающих при познании многих предметных областей явлений. Из указанных интегративных наук системные исследования являются наиболее абстрактными и общими: общая теория систем распространяется на все предметные области, рассматривая любые объекты со стороны их системных и структурных характеристик. Тем самым категории теории систем сближаются с общепhilософскими категориями. Действительно, категории системы, структуры, организации, части и целого (целостности) и другие принадлежат не только философии; они

составляют основу, исходный пункт концептуального аппарата теории систем. Но если философские категории отображают единство и многообразие мира лишь на уровне всеобщности, то системные исследования не ограничиваются анализом систем вообще, а строят разветвленную сеть моделей систем разной степени общности, разных типов и классов организованности, а также применительно к разным предметным областям (таков, например, вариант теории систем, основанный на их симметричных свойствах). Именно эти обстоятельства лежат в основе такой функции теории систем, как функция проводника для осуществления двусторонних контактов, влияний между материалистической диалектикой и специальными науками. Другим основанием этой функции служит то, что принципы материалистической диалектики являются вместе с тем принципами системных исследований. Так, являясь конкретизацией «ядра» диалектики, принципы теории систем представляют собой единство противоположностей. Диалектический принцип единства и взаимосвязи части и целого, элементов и структуры лежит в основе системных представлений. Динамическая устойчивость, надежность и гибкость высокоорганизованных систем реализуется благодаря тому, что в этих системах воплощены принципы единства дискретного и непрерывного действия (это математически обосновано Дж. фон Нейманом применительно к конечным автоматам); единства централизации в строении и функционировании систем и относительной децентрализации, автономии ее подсистем; единства разомкнутого и замкнутого контуров управления, единства прямых и обратных связей; единства последовательного и параллельного, одноканального и многоканального действий и т. д., и т. п. Все принципы, законы и методы теории систем пронизаны диалектикой, и задача состоит в том, чтобы выявить диалектику в системных исследованиях под покровом их математического «одеяния».

Все это свидетельствует о том, что системно-структурный подход представляет существенный и вместе с тем подчиненный компонент общей методологии и логики науки, который, как мы постараемся показать, не подменяет собой, а лишь дополняет и совершенствует диалектико-материалистический метод, образуя с ним в конечном счете единый сплав.

Если системно-структурный подход универсален в рассмотренном выше смысле, то остается выяснить его роль в философских, методологических исследованиях. Какова в этой связи природа философских категорий в отличие от специальнонаучных понятий, природа философского знания с точки зрения системного подхода?

3. Аспекты и виды общности понятий. Все философские категории, как и специальнонаучные понятия, имеют две стороны (или два аспекта) — онтологическую и логико-гносеологическую. Эти стороны понятий и категорий образуют основание для построения различных предметов исследования и отличаются по характеру своих методологических функций. Онтологическая сторона, объективное содержание всех научных понятий (а следовательно — и положений, законов и пр.), относится к объектам внешнего мира. А логико-гносеологический аспект изучения научных понятий и категорий апеллирует к самому познанию и его формам (понятиям, суждениям, выводам, теориям и т. д.). Например, онтологическая сторона категории «причинность» связана с характеристикой причинности как одного из типов связей материальных объектов. Логико-гносеологический аспект этой же категории включает по крайней мере такие задачи: анализ пути ее формирования и развития, в том числе выявление тех абстракций, с помощью которых мы приходим к данной категории, выявление логических приемов определения причин явлений, способов анализа и средств описания причинных связей; анализ специфических трудностей и условий их преодоления в той или иной области познания и т. д.

Эти две стороны любых понятий и законов всегда находятся в неразрывной органической связи, в единстве. Однако в зависимости от задачи, поставленной в конкретной познавательной ситуации, на том или ином этапе анализа проблемы на первый план обычно выступает или онтологическая, или логико-гносеологическая сторона понятий, категорий.

Помимо двух охарактеризованных аспектов, существуют еще особая, специально-гносеологическая, или эпистемологическая, проблематика и соответствующие ей категории, посредством которых описывается сама познавательная деятельность как особый предмет исследования. К таким эпистемологическим категориям относят-

ся: образ, знание, адекватность, истина и заблуждение, метод, доказательство, гипотеза, теория и др. Специально-логическими категориями являются: высказывание, субъект и предикат, пропозициональная функция, логическое следование и др.

В зависимости от того, какой из двух главных аспектов выдвигается на передний план, всю философскую, методологическую проблематику делят обычно на две группы: онтологическую и логико-гносеологическую. Соответственно этому говорят о философии науки и о логике и методологии науки. Как известно, в марксистской философии в отличие от прежних философских систем онтология и гносеология не существуют обособленно: нет гносеологии без онтологии и наоборот. Однако это не означает отрицания плодотворности четного разграничения двух аспектов и, соответственно, двух типов методологических проблем. Такое разграничение важно постольку, поскольку онтологическое и логико-гносеологическое содержание философских категорий имеет, как мы постараемся показать, различные познавательные функции и отношения с частнонаучными понятиями и методами.

Оба указанных аспекта философских категорий тесно связаны с характером и уровнем их общности. При этом важно учитывать, что понятия и выражаемые с их помощью законы обладают общностью не только количественного, но и качественного порядка, хотя на это не всегда обращается внимание. Специальное указание на качественную характеристику общности понятий, помимо всего прочего, имеет смысл и потому, что в логике при рассмотрении объемов понятий не фиксируется различие между ограниченной общностью и всеобщностью понятий.

Со стороны своей количественной, экстенсивной общности понятия и законы распространяются на практически бесконечное число явлений определенного класса, везде и всюду, где имеются налицо условия их действия. Это означает, что научные понятия и законы представляют собой «форму всеобщности в природе» [К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 549].

По своей *качественной общности* понятия и законы специальных наук отличаются от общеполитических категорий и законов. Специальнонаучные понятия относят-

ся к качественно определенной, ограниченной предметной области, определенному уровню организации материи, а не ко всему многообразию явлений. Таковы понятия и законы физики, химии, биологии и других наук. Правда, иногда специальнонаучным понятиям неоправданно придают статус универсальных. Например, некоторые физики таковыми считают понятия (и соответствующие величины) «единой спинорной теории материи» В. Гейзенберга. Однако эти понятия характеризуют вполне определенный уровень материи — мир «элементарных» частиц и полей, а не «материю в целом», т. е. они имеют ограниченную, а не универсальную общность.

Общефилософские категории, напротив, относятся ко всем известным (а с некоторой вероятностью — и к еще не известным) качественно разнородным областям явлений и уровням организации материи. Тем самым они претендуют на максимально возможную общность качественного порядка, на универсальность.

4. Отличие философских категорий от специальнонаучных и математических понятий. Объекты качественно ограниченной области явлений обладают вполне определенной интегральной, или совокупной, структурой. Структурное содержание специальнонаучных понятий, положений, законов, представленных в математической форме, можно подвергать формальным преобразованиям, в результате которых могут быть получены новые структуры (понятия, положения, законы), выражающие новые свойства и отношения. Новые соотношения (формулы) можно вывести посредством сопоставления и комбинации нескольких структур. А путем наложения ограничений на ту или иную структуру (понятие, закон), т. е. при конкретизации условий, можно дедуктивно вывести новые, более частные структуры, относящиеся к тому же классу явлений. Налагаемые ограничения должны, конечно, соответствовать опытным данным. Например, свойство интерференции электромагнитных волн можно теоретически вывести из уравнений Максвелла, если ограничить их условиями распространения волн в одном направлении; при этом явлению интерференции соответствует разность между средней интенсивностью результирующей волны и суммой средних интенсивностей отдельных волн. Эта величина равна удвоенному произведению интенсивностей двух отдельных волн.

Нередко из фундаментальной структуры (из основных соотношений или законов) можно вывести не только частные соотношения для данного класса явлений, но и структуры, специфические для некоторых подклассов этого класса явлений. Это ясно видно в случае аксиоматически построенных теорий. Так, в аналитической механике из принципа наименьшего действия и соответствующих уравнений Гамильтона выводятся путем наложения ограничений, подсказанных эмпирическими данными, уравнения (законы) для различных видов, подклассов механического движения.

Те структуры, представляющие содержание понятий и законов, которые выражают специфику данного класса явлений и из которых посредством соответствующих преобразований можно выводиться новые структуры (качественные или количественные) и непосредственно производить расчеты, решать конкретные задачи, будем называть *эффективными структурами*, а сами понятия и законы — структурными по содержанию. Э. Кассирер такие понятия и законы называл функциональными, поскольку они выражаются на языке функциональных зависимостей (см. [Э. Кассирер, 1912, стр. 31—34]).

О степени эффективности сравниваемых структур, входящих в содержание понятий, законов и пр., можно судить по богатству, т. е. по количеству и познавательной ценности выводимых следствий. При одинаковом объеме (и общности) сопоставляемых понятий и законов более эффективной структурой обладают, как правило, те понятия и законы, которые более полно выражают специфику данного класса явлений.

При образовании новых понятий и переходе к понятиям большей общности ученые нередко сталкиваются с такой ситуацией, когда объекты, относительно которых строятся обобщения, относятся к разным областям, классам явлений и эти классы явлений оказываются настолько разнородными по своим существенным свойствам, что невозможно найти эффективные структуры, общие (одинаковые) для этих областей явлений. И чем разнороднее предметные области, тем менее существенные свойства и отношения фиксируются в получаемом обобщении, тем оно беднее по своему содержанию. История научного познания показывает, что предельно допустимые уровни абстрагирования и общности, при которых структур-

ность содержания сохраняется, нельзя знать априори; эти уровни определяются не умозрительно, а опытным путем.

Переход от особенного ко всеобщему, т. е. от специальнонаучных понятий к универсальным, всеобщим философским категориям, представляет собой качественный скачок в структурном отношении. Этот переход сопряжен с отвлечением от специфических структур всех специальных областей явлений, от законов, посредством которых выражаются их структуры. Например, категории взаимодействия, причинности, развития, пространства, времени абстрагированы от соответствующих структур, характерных для качественно различных областей физических, химических, биологических и социальных явлений.

Философские категории фиксируют не структуры вещей, а наиболее общие свойства, типы связей и отношений³, с помощью которых в науках выражаются структуры качественно определенных классов вещей. Так, с помощью пространственных и временных отношений, фиксированных в категориях пространства и времени, выражаются кинематические структуры движения в механике и физике. Что же касается самого онтологического содержания философских категорий, то оно не имеет структурного характера. Тезис о существовании «универсальной структуры», «структуры вообще», «закона вообще» приводит к логическому парадоксу: вследствие универсальности такая структура должна представлять полную неопределенность относительно тех конкретных способов (видов) упорядоченности различных классов вещей, от которых эта универсальная структура абстрагирована. Иначе говоря, признание существования универсальных структур логически противоречит самому определению понятия структуры.

Однако философская категория структуры универсальна в ином смысле: она констатирует тот факт, что любые классы явлений обладают соответствующими им структурами, не указывая при этом, какими именно.

Из сказанного о различии онтологического содержания специальнонаучных и философских понятий вытекают важные гносеологические выводы.

³ На это обстоятельство в свое время обратил внимание также С. Т. Мелюхин [1960, стр., 256].

1. Нельзя применять философские категории и принципы (законы) *непосредственно* к отдельному явлению, минуя особенное — понятия и законы специальной науки, изучающей данный класс явлений. Противоположное как раз характерно для натурфилософского метафизического стиля мышления. Нарушение указанного требования способствует произволу и субъективизму: оно позволяет «вывести», «доказать» любое положение вещей. Рецидивы такого использования философского знания нередко встречаются и в настоящее время, когда пытаются общеполитические положения и принципы непосредственно применять к отдельным фактам и событиям, минуя специальнонаучные понятия, принципы, законы, методы и оправдывая такие акты ссылками на тесную связь философии с жизнью, практикой.

2. Осознание указанных особенностей онтологической стороны философских категорий и законов устраняет неправомерные претензии некоторых ученых к философии, в том числе к диалектическому материализму. Эти претензии состоят в том, что по аналогии с математическим естествознанием они требуют от философии структурных по своему характеру предписаний относительно объектов их специальной области исследования.

3. «Перевод» некоторых специальнонаучных понятий и принципов в ранг философских категорий и принципов должен быть обоснован с учетом их *качественной*, а не только количественной общности. Так, понятия системы и структуры являются не только общенаучными, но и философскими, чего пока нельзя категорически утверждать о кибернетическом понятии информации (см. об этом подробнее в гл. V этой книги).

4. Содержание универсальных, всеобщих философских категорий и законов невозможно эффективно выразить на языке математики. В тех случаях, когда содержание философских категорий и законов все же пытаются выразить с помощью символических конструкций и схем, такого рода универсальные онтологические схемы не являются эффективными: из них нельзя вывести законы, соотношения тех или иных областей явлений, их нельзя непосредственно применять к единичным фактам, отдельным событиям, посредством одних лишь таких схем нельзя решать конкретные задачи, минуя особенное — специальнонаучные понятия, методы, законы. Так, с по-

мощью схемы « $P \rightarrow C$ » (причина вызывает следствие) нельзя путем указанных ограничений получить причинные законы качественно различных областей явлений и решать соответствующие конкретные задачи.

Понятия и положения, раскрывающие *специфику* познания (такие, как истина и заблуждение, субъективное и объективное, эксперимент, теория и др.), относятся к качественно определенной сфере явлений — к области взаимодействия познающего субъекта с объектом. Они представляют собой особый предмет исследования. Обладая ограниченной (а не универсальной) общностью, они имеют структурный характер; поэтому в области эпистемологической проблематики возникает вопрос о *применимости структурного языка* математики и формальной логики, понятий и методов кибернетики, теории информации.

Для раскрытия этого тезиса сначала выясним характер общности философских и математических понятий, а также отношение между структурами познаваемых вещей и математическими структурами.

Существует мнение, что любые математические понятия и методы, подобно философским категориям, в равной мере относятся ко всем предметным областям действительности, т. е. обладают всеобщностью качественного порядка. Однако универсальность математических понятий имеет иную, по сравнению с философскими категориями, природу, иной характер. В чем состоит это отличие?

Математика в ее современном понимании раскрывает различные типы, классы (и подклассы) упорядоченности, связанной не только с количественными, но и качественными отношениями. Эти разновидности порядка суть «абстрактные формы», или математические структуры, в смысле Н. Бурбаки (см. [Н. Бурбаки, 1963, стр. 245—259]). Например, к типу алгебраических структур относятся понятия группы, кольца и поля. Математические структуры находятся между собой в многообразных отношениях координации и субординации и образуют причудливую гармонию или, по выражению Н. Бурбаки, «архитектуру математики».

Несмотря на то, что чистая математика абстрагируется от эмпирической интерпретации своих понятий, последние в конечном счете заимствуют (отображают) упорядоченность, гармонию, господствующую в объективном

мире, свидетельством чему служат широчайшие приложения математики в эмпирических науках. Но соответствие математических структур структурам вещей имеет довольно сложный характер. Одни и те же математические методы (математические структуры) могут применяться к различным областям действительности. Так, методы теории групп (групповые структуры) находят применение в теории относительности, квантовой механике, теории элементарных частиц, кристаллографии, химии и биологии. Совокупная (или интегральная) структура одного изучаемого системного объекта отличается от другого тем, что содержит специфические соотношения, законы (в виде уравнений, графиков, таблиц и т. д.) и (или) своеобразное сочетание соотношений (см. [В. С. Тюттин, 1964, стр. 306—308 и 311, 312]).

При изучении новых областей явлений выдвигаются новые задачи, которые, как правило, нуждаются в открытии новых математических методов, новых разновидностей математических структур. Последние и служат более адекватным средством решения этих задач, языком для описания структур исследуемых системных объектов. Так, математический анализ оказался недостаточным для области квантовых явлений, а аппарат функционального анализа явился более адекватным средством их изучения. В настоящее время обнаружилась острая потребность в создании «биологической математики», т. е. методов, предназначенных для описания поведения и развития существ живой природы, а также математических методов, адекватных области психофизиологических и психологических явлений. Частично эти запросы находят ответ в создаваемых методах бионического и кибернетического моделирования (в частности, в теории игр).

В итоге складывается такая картина. С одной стороны, математические понятия и соответствующие математические структуры универсальны в том смысле, что *не имеют жестких границ* возможных приложений в самых разнообразных областях действительности. С другой стороны (и это более существенно в эвристическом плане), не существует универсальных методов, с помощью которых можно одинаково эффективно решать все классы задач, относящихся ко всем качественно разнообразным областям действительности. Иначе говоря, специфика системных объектов и, следовательно, их организация,

структура требуют для своего адекватного выражения специализированных математических структур (методов) и (или) их своеобразного сочетания.

Такое требование находит свою реализацию в том, что математические понятия и соответствующие им *математические структуры имеют богатую иерархическую градацию по степени их общности (и единства), а также разветвления по их разнообразию*. Так, от понятий «математический объект» и «математическая структура» мы переходим к понятиям «алгебраический объект» и «групповая структура». А от последней переходим к учению о разновидностях групповых структур, к их классификации по самым разнообразным основаниям и свойствам (группы абстрактные, в частности изоморфные и гомоморфные, прерывные и непрерывные, группы преобразований, в частности группы линейных преобразований и перестановок, группа Абелева, Галуа, группы Ли и т. д.), к линейным представлениям групп и т. п.

Именно эти разновидности понятия «группа» составляют главное содержание теории групп и являются эффективными математическими структурами, с помощью которых можно выражать (описывать) многообразные структуры системных объектов. А все универсальные философские категории, будучи качественно всеобщими, не имеют тех иерархических ступеней общности, какими обладают математические понятия и структуры, раскрывающие разнообразные и все более и более конкретные виды порядка, гармонии. Вот почему применение философских категорий в познании мира требует научных теорий, понятий и методов все меньшей степени общности и все большей степени разнообразия и конкретности. К таким теориям относится и теория систем.

5. Познавательная функция философских категорий и роль системного подхода в их разработке. Рассмотренными выше особенностями онтологического содержания философских категорий обусловлено своеобразие их познавательной функции. Во-первых, благодаря своей «нейтральности» к специфическому содержанию разнородных областей явлений, от которых абстрагированы философские категории, последние становятся *формами познания*. Но в отличие от форм мышления, изучаемых формальной логикой, это — *содержательные формы*, поскольку в них фиксированы всеобщие свойства и типы связей действи-

тельности. По своей функции эти категории и законы служат гносеологическими ориентирами при выборе основных направлений в поисках тех или иных решений, которые осуществляются с помощью понятий и методов специальных наук. Они являются своеобразными аккумуляторами основных требований, предъявляемых к содержанию научного познания (к поискам гипотез и выбору тех или иных моделей, к формированию содержательной «ткани» теории).

Диалектико-материалистические положения, принципы и законы, выраженные с помощью соответствующих категорий, предостерегают от методологических ошибок и просчетов. Философские принципы особенно необходимы и плодотворны при познании новых областей реальности, сведения о которых явно недостаточны, при существенных сдвигах в познании под влиянием фундаментальных открытий, а также на стадии становления новых научных дисциплин. Так, материалистический принцип несотворимости и неуничтожимости движущейся материи толкал ученых на поиски различных конкретных законов сохранения. Материалистическое положение о взаимосвязи пространства и времени и их зависимости (как атрибутов) от движущейся материи направляло на поиски конкретных физических структур этой связи и зависимости. Но и после открытия основных законов сохранения и теории относительности (специальной и общей), т. е. с открытием структуры всеобщих соотношений в конкретных областях явлений, познавательная роль таких соотношений не была ослаблена. Они продолжают оказывать конструктивное методологическое воздействие как при рассмотрении новых аспектов относительно старых проблем, так и при постановке и решении новых научных задач.

Функции категорий как содержательных ориентиров исследования ярко вырисовываются, когда исследуемая реальность обнаруживает диалектически полярные характеристики. Так, идея неразрывной связи дискретного и непрерывного обнаружила свою эвристическую роль в изучении переработки информации сложными самоуправляемыми системами. В частности, при построении моделей реальных нейронных сетей головного мозга, как показал Дж. фон Нейман, большая надежность и гибкость переработки информации обеспечивается сочетанием и

взаимным переходом дискретного и непрерывного принципов действия. В связи с попытками построения единой теории поля в физике В. Гейзенберг отмечал, что нельзя ограничиваться лишь континуальными свойствами поля (как это гытался делать А. Эйнштейн), а необходимо ввести в теорию дискретные свойства (например, наряду с квантом действия, ввести минимальную длину как фундаментальную константу).

Итак, *универсальные философские категории представляют собой содержательные гносеологические формы.*

Гносеологическая функция категорий особенно выпукло обнаруживается в их соотношении, в системе категорий, выражающей общий строй диалектико-материалистического мышления. Система категорий выступает как система подходов, требований, «узловых пунктов» в познании мира, а не как чисто онтологическая «картина мира», объединяющая фундаментальные сведения специальных наук.

Вопрос об усилении познавательной роли философских положений, законов, о возможности уточнения и обогащения их содержания под влиянием научных открытий стал весьма актуальным в связи со все усиливающимися тенденциями к дифференциации и интеграции научных знаний. Эффективная разработка философских категорий, обогащение их содержания в настоящее время в значительной мере связаны с осмыслением категорий и законов материалистической диалектики в свете системно-структурного подхода (принципа) и его успехов в различных науках; при этом, конечно, должен использоваться новый материал естественных и общественных наук.

Существо осмысления категорий с системно-структурных позиций заключается в том, что все основные свойства, характеристики, образующие содержание данной философской категории, рассматриваются с точки зрения организации объектов; при этом выясняются также место и роль данной категории в познании системных объектов.

В нашей философской литературе уже имеются попытки переосмысления в системно-структурном плане таких философских категорий, как свойство, качество, мера, переход (скачок) от старого качества к новому, причинность, форма, сущность. Эти попытки содержатся в работах О. С. Зелькиной, Б. М. Кедрова, В. П. Кузьми-

на, Н. Ф. Овчинникова, В. И. Свидерского, Г. А. Свечникова, А. И. Умова и ряда других авторов. Конечно, общая задача состоит в осмыслении и переформулировании всей системы основных категорий, ибо уточнение одной категории проливает свет на остальные категории в силу соотносительного характера их определений.

Но в таком осмыслении и переформулировании определений философских категорий нет ничего парадоксального; от этого содержание универсальных категорий не приобретает структурного вида или характера. Значение трактовки категорий в свете системного подхода состоит в следующем. Во-первых, происходит *уточнение* их содержания и *более строгое, ясное и четкое* его выражение и истолкование. Во-вторых, «системный язык» помогает *легче обнаружить ошибочные представления и некорректности*, связанные с традиционным качественно-феноменологическим (описательным) языком и толкованием смысла категорий. В-третьих, значительно *облегчается их применение* в специальнаучных областях познания. Наконец, происходит *обогащение содержания* самых категорий. В результате познавательная функция категорий усиливается, расширяется их применение в методологических исследованиях разного уровня и характера.

В конечном счете основной смысл системной трактовки (осмысления) содержания всеобщих категорий заключается в устранении своеобразного «разрыва» между всеобщим и особенным, т. е. понятиями, законами и методами специальных наук. Этот «разрыв» состоит в том, что неструктурное, качественно-феноменологическое понимание смысла категорий чрезвычайно затрудняет их применение, интерпретацию в данной конкретной области знания. А структурное осмысление содержания категорий позволяет осуществить более непосредственный контакт, «стыковку» философских знаний со специальнаучными понятиями, методами, положениями, переходы от всеобщего к особенному и от него к отдельному и единичному.

Проиллюстрируем и поясним сказанное о переработке содержания категорий на основе системного подхода на двух примерах.

Содержание категории «причинность» можно глубоко уяснить, лишь исходя из структуры процесса взаимодействия вещей. В сложных ситуациях невозможно выявить комплексную (совокупную) причину и сделать количест-

венный расчет интересующего нас следствия без знания системы взаимодействия факторов, вызвавших данное следствие. Анализ системы взаимодействия позволяет легко обнаружить некорректность и неопределенность ряда формулировок, которые еще имеются в учебных пособиях по философии.

Например, положения о том, что «явление-следствие возникает всегда после своей причины» или «причина предшествует следствию по времени» [«Категории материалистической диалектики», 1956, стр. 97], неточны и аморфны. Исходя из анализа определенной системы взаимодействий и учитывая конечную скорость их распространения, следует сказать, что начало появления следствия запаздывает по отношению к началу действия причинных факторов. Если же рассуждать о соотношении полного следствия (т. е. системы всех без исключения изменений), возникшего под влиянием точно фиксированной причины с этой последней, то можно утверждать одновременность начала появления следствия и начала действия причины. Такой вывод обусловлен тем, что в идеализированное понятие «полного следствия» включены все промежуточные компоненты среды и все взаимодействия, соединяющие систему взаимодействующих причинных факторов с системой—носителем следствия. Однако фактически в ходе познания нас почти всегда интересуют не полные следствия той или иной причины, а фрагменты полного следствия. Именно в этой связи оказывается правомерным вывод о запаздывании момента начала возникновения следствия по отношению к началу действия причинных факторов. Это запаздывание обусловлено конечными скоростями распространения любых взаимодействий, которые необходимо учитывать в этих случаях.

Перспективы, даваемые структурным переосмыслением категорий, хорошо раскрываются и на примере категории «форма». Такое переосмысление позволяет, на наш взгляд, освободить эту категорию от идеалистических, субъективистских наслоений (детальный анализ категории «форма» в § 10).

Структурное переосмысление всей системы философских категорий непосредственно смыкается с разработкой математического аппарата системных исследований в онтологическом и логико-гносеологическом планах. Хорошим подтверждением этому служит новый вариант те-

ории систем, предложенный в работах Ю. А. Урманцева [1968, 1972], которому, на наш взгляд, удалось найти общий математический подход к разработке общей теории систем, позволяющий, с одной стороны, сомкнуть эту теорию с методами специальных наук, а с другой — установить тесные связи ее с философско-методологической проблематикой. Вариант общей теории систем, предложенный Ю. А. Урманцевым, основан на учете фундаментальных свойств действительности — свойств симметрии. А учение о симметрии (и асимметрии) должно охватывать весь комплекс видов порядка («гармонии»), начиная от наиболее общих до все более разветвленных и многообразных. Именно это обстоятельство обуславливает эффективность, действенность данного варианта общей теории систем, его тесную связь с проблемами специальных наук.

§ 2. Логико-гносеологические категории (формы) в свете системно-структурного подхода

1. Формы познания и знания как предмет специальнонаучных исследований. Чувственное отражение, теоретическое познание, процессы сигнализации в технике связи и управления можно рассматривать не только со стороны их объективного содержания, т. е. в плане соответствия их особенностей оригиналам-объектам. Их можно рассматривать и с другой стороны — как особый предмет исследования, т. е. в качестве способов существования, выражения и преобразования этого содержания. Это означает, что явления отражения, познания имеют свою форму (формы). При этом следует учитывать многоаспектность и многоуровневость формы отображения по отношению к объективному содержанию, а также их конкретную соотносительность. Поясним это на примере выступления оратора, которое передано по радио, записано на магнитную пленку, грампластинку и т. д.

Смысловое содержание выступления имеет несколько аспектов, уровней и элементов формы, т. е. способов своего существования, выражения и преобразования. Язык, на котором оратор произносил свою речь, грамматическая структура его высказываний — это один (лингвистический) аспект и элемент формы. Логическая структура его высказываний, выводов и т. д. представляет логиче-

скую форму. Если это не выступление оратора, а исполнение артистом арии из оперы, то эстетическому содержанию арии соответствуют элементы художественной формы, а исполнение должно подчиняться определенным нормам данного профессионального жанра. Психофизиологической стороной и уровнем формы выражения является речевой процесс, начиная от артикуляционных движений органа речи до деятельности мозгового аппарата в виде его речедвигательных центров. Если в произнесении речи выделить ее интонацию, помогающую выявить смысловые и эмоциональные оттенки содержания выступления (лиризм, пафос, сарказм и т. д.), то интонацию можно отнести к экспрессивно-психологическому элементу формы. Другим уровнем формы, более безразличным к содержанию, являются технические средства и способы записи, передачи, хранения и воспроизведения отображения. Это — различные физические процессы и состояния: колебания мембраны микрофона, состояние электрического тока, электромагнитного поля, состояние намагниченности пленки, механические деформации на пластинке и т. д.; это также различные способы модуляции (амплитудная, частотная, фазовая и т. д.).

Более конкретно соотносительность формы и содержания в познании состоит в следующем. То, что на одном уровне является формой, в свою очередь по отношению к лежащему ниже уровню может рассматриваться как содержание и в таком случае выступать в качестве особого предмета исследования. Так, язык, будучи формой существования и выражения мысли, для лингвиста является содержанием и предметом исследования. А речь для психолога и психофизиолога, в свою очередь, представляет реальную форму существования языка. Далее, языковая и речевая формы мысли выступают для инженера связи как сообщение, а формой его выражения будут способы кодирования и модуляции. Перечисленные соотносительные уровни содержания и формы выступают в качестве форм (разных аспектов и уровней) по отношению к единому объективному содержанию как отображению действительности.

Любой реальный процесс и результат отображения, познания, взятый в функции формы, может выступать как особый предмет, как содержание исследования в различных науках о сигнализационных, отражательных,

познавательных процессах и явлениях — в биологии, физиологии, психологии, педагогике, логике, лингвистике, семиотике, теории связи и управления и т. д.

Все эти специальнаучные дисциплины и их подразделения в меру их теоретической зрелости, т. е. прежде всего точности их понятий и развитости их эмпирической базы (главным образом способов измерений), могут применять имеющиеся принципы и методы современной математики или же стимулировать развитие новых математических методов. Это особенно заметно в настоящее время, когда все специальные науки, имеющие отношение к изучению явлений отражения и познания, все шире и интенсивнее применяют математические методы, принимают усилия по созданию специфического математического аппарата, приспособленного к решению различных классов их собственных задач.

Этому процессу «математизации» биологических и социальных знаний способствуют такие «стыковые» и синтетические области познания, как кибернетика и бионика, которые соизмеряют и связывают между собой биологические, психологические и социальные дисциплины с современной техникой управления и связи, с современными вычислительными и информационно-логическими машинами. В этой связи важно отметить одну очень интересную тенденцию.

Структурные по своей природе и математические по способу выражения, методы кибернетики, в силу их достаточно широкой общности и абстрактности, нуждаются в конкретизации и спецификации для эффективного применения их в качественно различных областях связи и управления. Это вызвано тем, что разновидности (классы) систем связи и управления настолько разнородны по своей организации и, соответственно, по своим свойствам, что абстрактно общие структуры (уравнения, схемы, графики и т. д.) кибернетики оказываются «бедными» или малоэффективными, поскольку они не схватывают в достаточной мере специфику этих систем. Поэтому переход от абстрактных структур к более конкретным совершается не путем чисто дедуктивных ограничений, накладываемых на эти общие и абстрактные структуры, а посредством таких ограничений, которые подсказаны эмпирическими данными, учитывающими специфику структур в данной области явлений. Именно поэтому

для устранения непосредственного «разрыва» между абстрактным и более конкретным уровнями структур возникают переходные области научных дисциплин. К ним можно отнести биологическую кибернетику и бионику, медицинскую кибернетику, нейрокибернетику, психокибернетику, лингвистическую, экономическую кибернетику, инженерную психологию и т. д. Существенно отметить, что «стыковой», комплексный характер этих относительно самостоятельных разделов современного научного знания выражается в их двусторонней природе: с одной стороны, это отрасли или разделы науки, изучающей соответствующую предметную область (биология, психология и т. д.), с другой — по своим математическим методам — это прикладные разделы кибернетики.

Стремительный рост числа работ по применению математических методов в этих науках можно показать на примерах инженерной психологии и бионики. Поскольку одна из главных задач инженерной психологии — согласовать и соизмерить конструкцию и функционирование машин с психическими характеристиками человека, то, естественно, возникает и такая проблема: выразить эти характеристики на «языке» управления и связи с помощью кибернетико-математических методов. Аналогично положение с бионикой: применение в технике принципов и схем деятельности живых организмов также ставит задачу «перевода» биологических и физиологических данных на кибернетический язык. В медицинской кибернетике расчет аппарата «сердце-легкие» также не мог быть выполнен без «перевода» данных физиологии на язык теории систем регулирования и управления (см. [В. В. Парин, Р. М. Баевский, 1966]).

2. Аспекты и условия структурных исследований форм познания. Если специальнаучные дисциплины, с разных сторон и на различных уровнях изучающие отражательные процессы, все более интенсивно применяют математические методы, то возникает вопрос: в какой мере это относится к эпистемологии, т. е. теории познания в узком смысле, для которой специфика познания, его многообразные формы составляют непосредственный предмет исследования? Рассмотрим некоторые основные, принципиальные положения этой проблемы и попробуем сформулировать задачи, связанные с ее дальнейшим исследованием.

Мы уже показали, что сфера познавательного взаимодействия субъекта с объектом представляет собой ограниченную область, вполне определенный фрагмент действительности. Поэтому содержание понятий и положений, описывающих эту фиксированную предметную область, обладает качественно ограниченной, а не универсальной общностью, и сами понятия имеют в принципе структурный характер: к их содержанию, следовательно, могут быть применены структурные методы и язык математики и логики.

Каковы же конкретные возможности, ограничения и задачи, связанные с применением точных структурных методов в области гносеологической проблематики?

Прежде всего возникает вопрос о точном и явном вычленении (экспликации) аспекта изучения той или иной отражательной (познавательной) формы в зависимости от предмета той или иной дисциплины. Это — важный методологический вопрос, ибо смешение и подмена аспектов одной науки аспектами другой приводит к топтанию на месте, теоретической путанице и методологическим ошибкам. Например, в истории изучения человеческого мышления гносеологический и логический анализ мышления нередко подменялся психологическим, а вместо психологического исследования порой выдвигались чисто гносеологические положения.

Что же можно принять за критерий различения аспектов рассмотрения познавательных форм разными дисциплинами? По нашему мнению, возможный способ такой экспликации понятия аспекта исследования заключается в следующем. Во-первых, следует вычленить и точно фиксировать те факторы, которые относятся к компетенции данной научной дисциплины, и те факторы, от которых абстрагируются в данной науке. Во-вторых, надо вычленить и фиксировать связи и (или) отношения, которые учитываются в данной области знания, и те, от которых абстрагируются в соответствующей науке. В-третьих, надлежит сформулировать задачи, включающие изучение различных комбинаций этих факторов и связей.

Эти требования, по сути дела, оказываются необходимыми при рассмотрении не только явлений отражения и познания, но и любых объектов наук, при определении предмета любой науки. Вместе с тем их реализация — далеко не простое дело, так как важно не только констати-

ровать факторы и связи, фактически учитываемые данной наукой на данном историческом этапе ее развития, но и обосновать ее целостность и относительную самостоятельность, следовательно — целесообразность введения данного комплекса факторов и связей, составляющего предмет изучения данной науки, соотнеся этот последний с целостным объектом, который в других аспектах постигается другими науками.

Это — методологическая проблема классификации, взаимодействия и развития наук, в частности их дифференциации и синтеза. Для такого четкого «разделения сфер влияния» полезно составлять классификационные таблицы, в которых разграничение наук, изучающих тот же объект, но с различных сторон, дано в наглядной форме: в такой таблице каждой науке ставится в соответствие список факторов и связей, учитываемых и неучитываемых в ней.

Для иллюстрации этих требований рассмотрим ряд аспектов изучения мыслительной деятельности. В психофизиологических исследованиях учитываются свойства материального носителя мышления (мозга, анализаторов), физиологические и психологические механизмы мышления, характер и типология индивидуальных способностей и опыта субъекта, внутренние условия, т. е. состояния его психики, и конкретные внешние условия его мыслительной деятельности.

Гносеология абстрагируется от этих факторов и их связей, но учитывает другие. К последним относятся прежде всего способы и процедуры переработки чувственных (или эмпирических) данных и перехода к мыслительным образам, к теоретическому уровню познания; сюда же входят способы получения выводного знания. Все эти операции имеют общечеловеческий характер. Кроме этого, учитываются общечеловеческий опыт и характер его использования, т. е. исторический уровень развития познания (при этом сами общественно-исторические социальные условия ближайшим образом учитываются уже не в собственно гносеологии, а в социологии науки и в науковедении). Гносеология исследует также связь между объективным содержанием познания и способами его выражения, т. е. единство содержания и формы; она рассматривает возникновение и развитие форм мышления (т. е. их генетические связи) в зависимости от общего уровня

и характера развития специальных наук и практики и т. д.

Формальная логика рассматривает лишь абстрактно необходимые нормы и формы правильного мышления — соотношения между различными элементами формы, или формальные знаковые структуры, отвлекаясь от любого предметного содержания, его связей с чувственным познанием, индивидуальных и общественно-исторических условий мыслительной деятельности, развития форм мысли и т. д.

Языкознание — и, в частности, структурная лингвистика, занимающаяся построением формализованных моделей разговорных языков, — изучает языковые структуры мышления главным образом со стороны их коммуникативной функции, что также предполагает учет одних факторов и связей и абстрагирование от других.

От факторов и связей, которые определяют предмет науки, зависят и основные задачи, цели, которые встанут в ходе ее развития, и те структуры, т. е. правила, нормы, законы строения и развития научного знания, которые составляют главное содержание наук о формах отражения и познания.

Каковы же основные условия, которые расширяют или сужают возможность применения математических методов в изучении отражательных, познавательных форм?

Увеличение степени абстрактности тех или иных форм облегчает выявление их «чистых» структур, упрощает их познание. Это связано с тем, что сложная, многосторонняя комплексная структура для абстрагирующей деятельности предстает в виде единства более простых структур.

Нас в первую очередь интересует, в какой мере отвлечение той или иной формы от онтологического, смыслового содержания знаний способствует применению структурных методов и формализованного языка при изучении этих форм?

Языкознание и логика абстрагируются от всего многообразия видов конкретного содержания знаний, фиксируя лишь те формы разговорного или логического языка, которые применимы ко всякому содержанию, т. е. эти дисциплины безразличны к конкретному содержанию. Такое безразличие возможно постольку, поскольку грамматика и логика являются универсальными формами

познания. Что касается универсальности грамматических форм разговорного языка, то это в настоящее время не вызывает сомнений. Универсальность же логических форм некоторыми логиками и философами оспаривается. Нам представляется, однако, что убедительный ответ и доказательство универсальности логики даны в работах А. А. Зиновьева [1965, 1967]. Для уточнения сути спора мы хотели бы сделать лишь одно замечание.

Развитие логики, возникновение новых разделов или систем логики есть ответ на те новые задачи, которые возникают из запросов той или иной области знания. Но отсюда не следует, что эти новые разделы и системы (модальная, деонтическая, многозначные логики и т. д.) применимы лишь в тех предметных областях, где они получили стимул к возникновению. Напротив, они применимы во всех областях, т. е. полностью сохраняют свою универсальность. Но наибольшую эффективность они проявляют, особенно на первых порах, в этих «материнских» областях. Это же относится, в сущности, и ко всяким математическим формам. Так, аппарат дифференциальных уравнений возник из нужд описания движения в механике и физике. Этот аппарат может применяться и в других науках, в частности в биологии (см., например, [И. А. Поletaев, 1966]). Однако специфические задачи биологии выдвигают проблему создания качественно нового математического аппарата.

Различные разделы и виды логик учитывают различие не в предметных областях отображаемых явлений, а в задачах, способах отображения, которые имеют место в изучении любых объектов. Но благодаря универсальности логики и грамматики (с точки зрения их применимости к выражению знания об объектах любой предметной области) сами логические и грамматические структуры имеют не количественно измеримый, а качественный характер. Таков, например, аппарат логики высказываний и логики предикатов. То же, в принципе, относится и к структурной лингвистике, где формальные модели разговорных, естественных языков выражаются в виде качественных структур, в частности в виде матриц (см. [С. К. Шаумян, 1965]). Аналогичный характер имеет применение методов теории графов, диаграмм Д. Венна в теории формальных нейронных сетей [И. Б. Гутчин и А. С. Кузичев, 1967].

Однако несмотря на универсальность предметной области логических форм, на ее безразличие к мыслимому содержанию, сами логические формы определенным образом дифференцируются с точки зрения видов логических задач и ситуаций. Поэтому все богатство, эффективность структур тех или иных логических форм начинает проявляться при переходе к разновидностям, различным классам и подклассам данной формы. Подобно тому как в математике изучаются, например, не «группа вообще», не «уравнение вообще», а их разновидности, классы, так и в логике изучаются не логические формы вообще (не суждение вообще, умозаключение вообще), а структуры конкретных видов суждений, выводов и т. п. Предмет изучения логики составляет «не высказывание вообще (что невозможно подобно тому, как невозможно исследовать животное вообще), а исследование вполне определенных отдельных свойств высказываний или определенных их структур» [А. А. Зиновьев, 1965, стр. 205]. Например, «определения значений истинности высказываний можно построить лишь после того, как зафиксированы структуры этих высказываний... Изобретение какой-то новой структуры высказываний потребует и особых определений значений истинности применительно к этой структуре.

Определения должны быть даны для каждой структуры потому, что определения, эффективные для одной структуры, не эффективны для другой. Так, имея определение истинности для структур P^n (a^1, \dots, a^n), мы тем самым еще не имеем определения истинности для структур «Если X , то Y », хотя последние можно представить как первые» [А. А. Зиновьев, 1965, стр. 206—207].

Не только в логике, но и в любой науке, где содержание изучаемых объектов подвергнуто формализации в силу их структурного характера, можно обнаружить следующую закономерность. Те или иные понятия или положения науки, относящиеся к объектам не универсальной, а качественно ограниченной области, различаются по эффективности их структур, т. е. по их способности выразить специфику изучаемых объектов и по возможности выводить из полученной структуры, путем наложения на нее ограничений, более частные структуры.

Эта эффективность структуры, выражающей содержание соответствующего понятия или положения, зависит не от количества разновидностей (классов и подклассов) описываемых объектов, а от степени и характера их разновидности, разнотипности: *чем разнороднее объекты, тем беднее, менее эффективна обобщающая их структура, т. е. тем меньше схватывает она специфику, «сущность» данной разновидности явлений.*

С точки зрения математического описания структур, разнородные явления выражаются с помощью сочетаний разных формул, уравнений, графиков, с помощью разнотипных математических форм. При этом разнородные объекты могут иметь частичные структурные аналогии. Например, закон всемирного тяготения и закон Кулона аналогичны по виду формул; закон Ома для электрического тока, закон теплопроводности Фурье и закон фильтрации Дарси также аналогичны между собой⁴. Но специфика данной области физических явлений, выражаемая через систему уравнений, всегда содержит отличающееся соотношение. Например, явления электромагнетизма описываются специфическими уравнениями Максвелла, отличающимися от уравнений механики, термодинамики и других областей явлений.

О качественной разнородности явлений мы также судим по входящим в их описание исходным понятиям и соответствующим им величинам — по их размерностям. Различие именований (величин) и размерностей разных классов явлений указывает на факт различия их структур более глубокого уровня (микроуровня); это различие так или иначе проявляется и в надстраивающихся структурных уровнях. Теоретическая физика в изобилии дает иллюстрации этому положению.

В ходе изучения объекта возникают такие ситуации,

⁴ Общий вид формулы закона Ома:
$$Q_э = \frac{\Delta_э}{R_э} \cdot t, \quad \text{где}$$

$Q_э$ — количество электричества, $\Delta_э$ — разность потенциалов, $R_э$ — электрическое сопротивление, t — время прохождения тока по проводнику. Если соответственно эти величины заменить на $Q_т$ (количество тепла), $\Delta_т$ (разность температур), $R_т$ (тепловое сопротивление), то получим закон Фурье; а с заменой на $Q_ж$ (количество жидкости), $\Delta_ж$ (разность уровней) и $R_ж$ (гидравлическое сопротивление) — получим закон Дарси (закон фильтрующихся жидкостей).

когда открытие качественно новых явлений, их свойств или отношений мы вначале пытаемся либо подвести под рубрику уже известных, объяснить их известными законами, методами, либо же произвести обобщение, включив известные и неизвестные явления, их свойства и отношения в более широкий класс. В первом случае мы вводим различные допущения, упрощения и приближения. Так, нелинейные функциональные зависимости, уравнения можно в ряде задач представить в виде линейных приближений (аппроксимаций), но во многих задачах математической физики такие приближения малоэффективны, т. е. принципиально не поддаются линеаризации. Не ко всем задачам квантовой физики применимы методы теории возмущений, с помощью которых удается упростить нелинейные дифференциальные уравнения. В истории механики были попытки представить вращательное движение как разновидность поступательного; но чем сложнее оказывались задачи и чем больше повышались требования к точности, тем все яснее обнаруживались их существенная качественная разнородность, необходимость выработки новых математических методов.

Попытки осуществить структурные обобщения существенно разнородных классов явлений и свойств нередко в истории познания приводили к *незначимым обобщениям*, описываемым неэффективными, по существу, вырожденными структурами.

Чтобы избежать научно бесплодные попытки превращения разнородного в однородное, случаи фиктивных обобщений, возникает необходимость ввести формальные показатели той критической качественной разнородности, за границей которой структурные обобщения становятся неэффективными.

В виде предположения можно высказать следующее. Если бы удалось построить некоторую универсальную классификацию возможных типов, классов, систем, т. е. общую теорию систем (мы в данном случае отвлекаемся от принципиальных возможностей и трудностей такого построения), то тогда можно было бы определить («нащупать») тот критический уровень общности в иерархии типов систем, выше которого обобщения становятся неэффективными. Это, в свою очередь, вызывает необходимость введения качественно новых типов или классов структур.

Поясним эту мысль на историческом примере. При первых шагах создания атомной физики казалось возможным использовать многие понятия (такие, как частица, траектория, непрерывность действия и причинения вообще), методы и модели классической механики, но в дальнейшем выяснилось, что для микроявлений порядка 10^{-13} — 10^{-14} см необходим новый арсенал понятий и математических методов. Оказалось, что структурные обобщения наиболее эффективны в *пределах основных уровней* структурно-масштабной лестницы физических взаимодействий, основных уровней биологических систем и т. п. Отсюда встает задача выявления таких основных уровней, так как они имеют эвристическую ценность в поисках эффективных и в то же время максимально общих структур (законов). Сказанное о зависимости структурных обобщений от характера и степени абстрагирования и разнородности обобщаемых явлений в полной мере относится и к такому объекту исследования, как формы самой познавательной деятельности.

Такие формы эмпирического познания, как различные виды наблюдений, экспериментальных исследований, такие формы теоретического познания, как понятия, суждения и умозаключения, гипотезы и теории,— все они могут рассматриваться на разных уровнях, в разных аспектах различными дисциплинами: в логике и теории познания, в семиотике и логической семантике, частично в психологии, в логике и методологии науки, в методологии отдельных научных дисциплин.

Скажем, понятие как форма теоретического мышления может изучаться и в гносеологии, и в логике. Логический аспект рассмотрения является более абстрактным, и в логическом учении о понятии эффективно применимы структурные методы математической логики (см. [Е. К. Войцивилло, 1967]). При гносеологическом аспекте анализа понятия учитываются такие факторы, от которых логика абстрагируется. Например, учет общего уровня развития науки и производства, уровня культуры в целом имеет качественно-феноменологический характер и не поддается строгому структурно-формализованному анализу.

Формы познания и мышления, т. е. средства существования, способы выражения и движения мыслей, приемы и пути достижения знания, а также эпистемологические

категории и положения,— все они раскрывают специфику взаимодействия познающего субъекта с объектом. Поэтому перечисленные формы имеют также *специфическую общность* и соответственно *специфическую предметную область* — *поле многообразных познавательных ситуаций и задач*. И классификация эпистемологических и логических форм проводится *по особому основанию* — *по типам, классам и подклассам познавательных ситуаций и задач, а не по классам отображаемых объектов*.

Итак, эпистемологические и логические категории как формы относятся к определенному фрагменту действительности и в силу этого обладают ограниченной качественной общностью, связанной с особой предметно-эпистемологической областью, а потому их специфическое содержание как познавательных форм является в принципе структурным, отражая их специфическое внутреннее строение, организацию.

И характер структур, описывающих эти формы, зависит не только от степени их абстрактности и общности, но в большей мере от разнородности подклассов, обобщаемых в данной форме. На примере логических форм (в частности, суждений) мы могли убедиться, что логическая структура «суждения вообще», включающего все разновидности, классы суждений, беднее, нежели структура определенного конкретного класса суждений. То же самое относится к умозаключениям, методам доказательства и т. п.

Если рассмотреть классификационное «дерево» структур различных форм познания, то окажется, что предельно (максимально) общие формы описываются структурами, имеющими *качественный* и *абстрактно-общий характер*, а при переходе к более частным формам, т. е. к разновидностям этих общих (к разновидностям понятий, суждений, умозакключений, моделей и т. п.), они принимают характер более конкретных и эффективных структур.

3. Уровни методологических исследований. Очень часто приходится сталкиваться с ситуацией, когда методолог, философ незаметно «сползает» в область специально теоретических исследований, думая, что он остается в рамках методологии. С другой стороны, специалист-теоретик той или иной науки нередко выходит в сферу чисто методологических изысканий и проблем, также не заме-

чая этого. Не существует, конечно, никакого запрета для взаимного перехода из сферы методологии в сферу специальных исследований. Наоборот, это весьма плодотворно и для специальной науки и для методологии, но при одном условии: не надо смешивать, подменять, отождествлять задачи этих двух разных типов, а следует сознательно и четко их различать, ставить и решать.

Сфера научной методологии неоднородна: она включает в себя разные подразделения и уровни общности. В их классификации и в понимании связей между различными областями методологии в нашей литературе нет единой точки зрения. В основе нашей позиции в этом вопросе лежит системно-структурный подход к уяснению классификации и познавательной роли областей методологии науки.

Д. П. Горским было сформулировано определение «общей методологии наук», которая «не исчерпывается той проблематикой, которая изучается диалектической логикой, марксистской гносеологией. Когда мы говорим, что метод материалистической диалектики является единственно научным методом познания, то имеем в виду, во-первых, то, что методология диалектического материализма является *основным ядром* (курсив наш.— В. Т.) общей методологии научного познания, и, во-вторых, что иные, имеющие общий характер методы, используемые в различных науках (например, методология, разрабатываемая символической логикой и семиотикой), могут быть правильно осмыслены и успешно применены лишь на основе методологии диалектического материализма» [Д. П. Горский, 1966, стр. 3—4]. Общая методология, согласно Д. П. Горскому, включает в себя как положения, относящиеся к наиболее общим свойствам и сторонам действительности (включая природу, общество и познание), так и положения, раскрывающие специфику познания и мышления в гносеологическом, логическом и семиотическом аспектах.

Если эпистемология, т. е. теория познания в узком смысле, изучает специфику познания и формы познания и мышления, то в чем отличие теории познания от методологии и логики научного познания (или методологии и логики науки)? Если предмет логики науки понимать как исследование научного познания средствами логики

[А. А. Зиновьев, 1965], то логику науки нетрудно отличить от методологии науки. Но термин «логика науки» употребляется и в более широком смысле, когда под логикой кроме формальной разумеется и содержательная диалектическая логика. Так, П. В. Копнин пишет, что «под логикой науки следует понимать анализ научного знания средствами современной логики: формальной логики и материалистической диалектики» [П. В. Копнин, 1968, стр. 258—259]. По нашему мнению, для того чтобы термин «логика» отличать от термина «гносеология», в материалистической диалектике следует рассматривать логические формы (понятия, суждения, умозаключения, гипотезы, модели, теории) со стороны диалектики их связей, их развития. Это — задача диалектической логики, которая определяет часть проблематики диалектико-материалистической теории познания (эпистемологии).

Если сопоставить факторы и задачи, входящие в компетенцию методологии науки (см., например, их изложение в статье В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина [1967]), с факторами и задачами гносеологии, то оказывается, что по своему аспекту, характеру исследования они идентичны. Отличие состоит лишь в объеме задач, в предметной области исследования. Так, в гносеологию входит анализ форм отражения в живой и неживой природе, форм чувственного отображения. Методология науки это оставляет без внимания. А в изучении научного познания, в частности форм и закономерностей эмпирического уровня познания, задачи гносеологии и методологии науки по существу совпадают. Поэтому методологию науки можно рассматривать как раздел гносеологии.

Чем же объяснить, что методология науки выделилась в особое направление исследований?

Одной из причин, по-видимому, служит стремление отмежеваться от тех гносеологических исследований, которые велись (и ведутся еще, к сожалению) в отрыве от фактического состояния современных специально научных исследований, от научного познания, базируясь лишь на данных истории философии и умозрительных построениях.

Другой причиной является, пожалуй, тенденция сделать науку как сложную систему, сложный «организм» специальным объектом исследования подобно тому, как

выделяется в специальную научную дисциплину изучение «больших систем» в технике управления. Наука все более стансвится предметом изучения различных дисциплин — таких, как науковедение, социология науки, а также психология научного творчества и др.

Выделение методологии науки в особое направление (а не только раздел!) гносеологических исследований обусловлено еще одной, негативной по своему характеру причиной. Стало почти предрассудком представление, согласно которому в теории познания не применимы точные математические понятия и язык, ибо в противном случае теория познания якобы превращается в частную науку. В настоящей главе мы ставили главной целью развенчание этого предрассудка и выяснение принципиальных возможностей и условий применения точных и структурных методов в гносеологии.

Гносеология в узком смысле, или эпистемология, в отличие от теории познания в широком смысле (как системы универсальных категорий) имеет тенденцию к «отпочкованию» в особую философско-методологическую дисциплину. Эта тенденция уже явно обозначилась, и никакие вненаучные препоны не в силах преградить ей путь. Выделение методологии науки как гносеологического учения об общих принципах, понятиях и методах познания и есть одно из выражений названной тенденции.

Наконец, следует учитывать еще один немаловажный фактор: проблематика научного познания настолько отличается от изучения отражения в неживой и живой природе, что вследствие этой разнородности поиск специфических структур, характеризующих научное познание, представляет собой самостоятельную и плодотворную задачу, которой и занимается методология науки.

Помимо принципов, понятий и методов научного исследования, идентичных, общих для всех областей познания, существуют также особые для каждой науки черты, присущие только ей средства, методы исследования, которые обусловлены спецификой данной области явлений. Поэтому, кроме методологии науки как общей для всех наук дисциплины, вполне правомерно говорить о существовании методологии тех или иных отдельных наук. В области естествознания эта проблематика, по сути дела, совпадает с философскими вопросами физики,

химии, биологии и т. д. К сожалению, однако, нередко при разработке этих вопросов специалисты по философским вопросам естествознания переходят к своеобразному пересказу теоретических положений той или иной науки, оставляя в забвении собственно философскую проблематику — гносеологический анализ принципов, форм, методов научного исследования.

Реальные эпистемологические факты, в которых проявляется многообразие познавательных ситуаций, а также специфические задачи данной области научных исследований, пути и средства их решения, поиски таких средств, лабиринты заблуждений и их причины — все это составляет непосредственный «эмпирический» материал методологии данной науки (или философских вопросов данной науки), выявляющей закономерности, регулярности в этих эпистемологических фактах. На более высоком уровне обобщения возникает задача выявления закономерностей (методов) познавательной деятельности, присущих познанию в любой научной области; эта задача входит в компетенцию методологии науки и гносеологии.

Благодатное поле для выявления указанных закономерностей — изучение истории научного познания, в частности анализ формирования того или иного фундаментального понятия или закона науки (например, понятия энергии, закона сохранения той или иной величины), рассмотрение путей и истории решения той или иной фундаментальной проблемы. Генетический подход к научному познанию позволяет лучше выявить действительные гносеологические факторы и закономерности, которые в отдельных трудах ученых, как правило, бывают скрыты, составляя, так сказать, подтекст сделанного и излагаемого в этих трудах открытия. А благодаря выявлению и осознанию эпистемологического аспекта историко-научные исследования (например, по истории математики, физики, биологии и т. п.) превращаются в историко-методологические исследования научного познания. Попутно заметим, что на практике нередко историко-методологический анализ научных открытий, понятий и пр. смешивается и подменяется чисто историко-научными описаниями.

Что касается вопроса о «логике отдельной науки», то правомерность существования таковой вызывает споры

Некоторые авторы (Б. Г. Кузнецов [1964], Б. Н. Пятницын [1965]) утвердительно отвечают на этот вопрос. Но уязвимость их позиции состоит в том, что они выбор определенного вида или раздела логики, тех или иных логических средств для данной науки принимают за аргумент в пользу существования особой логики данной науки (наряду, конечно, с логикой науки в целом). Например, для квантовой механики наиболее адекватной оказалась трехзначная логика. Однако это обстоятельство обусловлено, конечно, не квантово-механической природой трехзначной логики, а спецификой определенного типа познавательных задач, и, следовательно, не зависит от предметной области как таковой. Как трехзначная, так и многозначная и другие виды логик применимы в принципе во всех областях знаний. На наш взгляд, позиция указанных авторов зиждется на смешении языка-объекта и метаязыка, специфики объектов со спецификой различных познавательных задач, которые могут быть как универсальными по отношению к предметной области, так и уникальными, т. е. возникающими только при изучении данной области явлений. Эта уникальность, однако, выражается при помощи не специфических логических средств, а математического аппарата, специально приспособленного к описанию явлений данной области.

Возвращаясь к проблеме соотношения гносеологии, методологии научного познания и методологии отдельных наук, можно сформулировать следующее положение. Переход от общих вопросов гносеологии к вопросам методологии отдельных наук имеет в своей основе определенную градацию по степени (уровню) абстрактности и общности структур, присущих соответствующим формам и методам познания. Именно: наиболее общие принципы, требования, положения, относящиеся к познанию в целом (например: принцип инвариантности, положения о роли и функциях практики в познании, об общем пути познания и т. д.), имеют характер абстрактно-общих качественных гносеологических структур. Более частные положения, относящиеся к определенным типам (классам) познавательных ситуаций и задач и исследуемые в гносеологии и методологии науки, имеют характер более конкретных и более эффективных (в указанном в § 3 смысле) структур, элементы которых в ряде случаев допускают количественные оценки (см. об этом § 14). В об-

ласти методологии отдельных наук или их областей и направлений структуры гносеологических положений имеют еще более конкретный вид: они непосредственно смыкаются, контактируют с математическими методами данной предметной области, имеющими расчетно-количественный характер (например: формулы, таблицы, графики в теоретической физике).

Поясним это на примере методологии экспериментальных исследований. Строение эксперимента и его отдельных этапов, закономерности, присущие этапу формулирования задачи и планирования, этапу проведения эксперимента и этапу обработки экспериментальных данных, характеризуются как общими моментами для экспериментов в естественных и гуманитарных науках, так и отличиями в этих областях и в каждой науке. Максимально общие положения, относящиеся к экспериментам во всех науках, выражаются с помощью абстрактных, качественных (а не количественных) и менее эффективных (в смысле дедуктивной выводимости) структур вследствие значительной разнородности областей неживой, живой природы и общества и, соответственно, экспериментальных методов. В методологии эксперимента в естественных науках можно усмотреть больше сходства, однородности, хотя и здесь, очевидно, эксперименты в физической и биологической областях имеют свою специфику, которая зависит не только от природы объектов изучения, но и от степени развитости, теоретической зрелости, соответственно, физических и биологических знаний (точности понятий, методов измерений и теоретической обработки материала), т. е. от условий, определяемых данным этапом развития науки.

Наибольшим богатством структур, математических методов характеризуются физические экспериментальные исследования. При методологическом анализе этих исследований очень важно четко фиксировать аспект изучения: что относится к компетенции методологии физики (к философским, гносеологическим вопросам физики) и что — к методам самой физики. Так, общие для всех физических дисциплин положения, требования, относящиеся к постановке задач эксперимента, выбору независимых и зависимых факторов, определению их характера (качественного или количественного), оптимальному планированию эксперимента, первичному анализу или

обработке экспериментальных данных, процедурам проверки уже известных положений и т. д.— все это входит в компетенцию методологии физики или в сферу философских вопросов физики. Но конкретные методы, учитывающие характер условий протекания, конкретные величины и особенности того или иного класса физических явлений и носящие количественно-расчетный характер, относятся к методам самой физики. Положения (и выражающие их структуры), относящиеся к методологии физического эксперимента и методам экспериментальной физики, настолько сближаются и непосредственно переходят друг в друга (см., например, [Ч. Хикс, 1967]), что требуются специальные исследования, чтобы точно фиксировать и различать их. А такое различие плодотворно, конечно, как для физики, так и для ее методологии. На основе вычленения того, что относится к методологии эксперимента в физике, биологии и т. д., затем путем сопоставления и выявления общего возможен переход и к обобщениям в области методологии эксперимента для естествознания в целом.

Таким образом, построение общей методологии науки и методологии естествознания должно базироваться на исследованиях в областях методологии отдельных наук. Такой путь, в частности, открывает возможности эффективного применения математики и кибернетики в области методологических исследований. Например, выработка общеметодологических требований по оптимизации эксперимента, включая принципы оптимального планирования эксперимента, применение автоматических устройств по измерению величин, контролю за ходом эксперимента, первичную автоматизацию, обработку экспериментальных данных и т. д., может начинаться с оптимизации в отдельных областях науки [Ч. Хикс, 1967; Д. Финни, 1970]. Такой индуктивный путь разработки методологии и логики науки должен дополняться движением от гипотетически-общих построений к их систематической проверке в отдельных областях знания, т. е. дополняться разработками, основанными на гипотетико-дедуктивном методе.

**ПРЕДМЕТ МАРКСИСТСКО-ЛЕНИНСКОЙ
ТЕОРИИ ОТРАЖЕНИЯ
В СВЕТЕ КИБЕРНЕТИКИ
И СИСТЕМНОГО ПОДХОДА**

Развитие представлений о познании как деятельности, направленной на достижение все более адекватного отображения мира, или, иначе говоря, разработка теории познания как теории отражения, составляет важную сторону истории материалистической философии. Вместе с тем надо признать, что развитие теории отражения от Демокрита до наших дней еще не получило надлежащего освещения в марксистской литературе (одна из немногих работ в этой области принадлежит, в частности, П. Русеву [1968]). Как известно, периоды обильного «урожая» научных открытий, особенно в стыковых, смежных областях знания, заставляют «перепахивать», переосмысливать поле основных принципов и понятий в той или иной области исследования, в разработке той или иной фундаментальной проблемы. Это в полной мере относится и к теории отражения, к проблеме адекватного отображения действительности. Нас в данном случае интересует роль в развитии теории отражения кибернетики, теории информации и смежных с ними дисциплин, а также семантики и исследований в сфере системного подхода.

**§ 3. Теория отражения как специальная область
гносеологических исследований**

В современной марксистской литературе широко распространена точка зрения, согласно которой теория познания и теория отражения совпадают как по своему содержанию, так и по объему. Однако проблемы теории отражения, на наш взгляд, заслуживают выделения в особую область теоретико-познавательных проблем и исследований. Основания для этого, с одной стороны, содержатся в ленинских высказываниях об ощущении,

восприятии как образах (а не символах) внешнего мира, о познании в целом как наиболее развитой форме отображения, о некоторых общих признаках различных форм отражения, о свойстве отражения, лежащем в фундаменте материи — в неорганической природе. С другой стороны, по-новому поставить вопрос о предмете теории отражения позволяют современные данные наук, в которых исследуются способы приема, передачи, хранения, переработки, выражения и использования отображений. Это — кибернетика, теория связи и теория информации, логика и логическая семантика, инженерная психология и структурная лингвистика, семиотика и системные исследования. Выяснить вопрос о предмете теории отражения — это значит определить подлежащие исследованию основные задачи, а также место и роль теории отражения в системе марксистско-ленинской философии.

Как известно, материалистическая диалектика как теория познания в широком смысле слова представляет собой систему гносеологических категорий, которые, обладая всеобщностью, относятся к явлениям и природы, и общества, и познания. Такими универсальными категориями являются, например, причинность, взаимодействие, развитие, качество и количество, прерывность и непрерывность и др.

Но, как мы стремились показать в § 2, в диалектическом материализме существует и такая подсистема категорий, которая предназначена раскрыть процесс и результат познания, рассматривая его в качестве особого предмета исследования, в качестве реальности, имеющей специфические черты, закономерности в отличие от черт и законов, общих для природы и общества. Этой задаче отвечают такие категории, как гносеологический субъект, образ, истина, практика, как критерий истины, метод, понятие, гипотеза, модель, теория, эксперимент, доказательство и т. п. Проблематика, связанная с указанной задачей, относится к теории познания в узком (собственном) смысле, которую в зарубежной философии принято именовать эпистемологией, а также к логике. В центре внимания этих дисциплин — изучение высших и наиболее сложных форм научного познания, форм экспериментальной и теоретической деятельности.

Наряду с изучением специфики различных форм человеческого познания, имеется круг проблем, которые

относятся к более элементарным формам и уровням отражения, к генетическим предпосылкам человеческого познания; существуют также проблемы, общие и для элементарных, и для высших форм отражения. Указанная проблематика выходит за рамки теории познания в собственном смысле, составляя особую область гносеологических исследований — область вопросов теории отражения. Каковы же основные задачи теории отражения?

Прежде всего возникает следующая аналитическая задача: определить те черты (свойства и отношения), которые являются *общими (одинаковыми) для всех уровней и форм отражения*, начиная от относительно элементарных, имеющих место в живой природе, до форм человеческого познания. Действительно, несмотря на многообразие форм отражения, все они имеют общие черты, которые вместе с тем отличают отражательные процессы и их результаты от процессов и результатов физических взаимодействий. С точки зрения кибернетики и бионики, все разновидности отражательных систем в живой природе, обществе и создаваемые человеком технические устройства представляют собой системы управления на основе переработки информации, поступающей извне и изнутри систем. Такой подход весьма плодотворен в изучении общих принципов переработки информации, общих механизмов и свойств отражающих систем. Эти исследования в методологическом плане могут рассматриваться с точки зрения реализации принципа отражения, согласно которому все средства и процессы в отражательных системах обеспечивают адекватность результатов отражения их оригиналам. Указанная задача — аналитическая, поскольку ее решение — фиксация общих черт всякого отражения — осуществляется с помощью абстракции отождествления. Она составляет *первую* специальную задачу теории отражения, определяющую соответствующий круг более частных проблем.

Одним из условий решения этой задачи, связанной с охватом всех разновидностей отражения, является трансформация и вместе с тем обобщение ряда фундаментальных понятий. Так, для обобщения всех разновидностей отражения и познания оказывается необходимым ввести аналитическое понятие о всеобщем свойстве отражения, которое нетождественно свойству отражения в неживой природе; вместо понятия познающего субъекта требуется

ввести более общее понятие о носителе отражения, вместо понятия органа отражения — понятие отражающей системы и т. д.

Принципы диалектико-материалистической гносеологии в свете указанной задачи теории отражения также принимают более обобщенный и в то же время обогащенный (по отношению к более элементарным формам отражения) вид. Так, принцип (требование) единства теории и практики, исходя из кибернетического подхода к отражающим системам, выступает в виде принципа единства процессов отражения, сигнализации (т. е. передачи и переработки информации посредством сигналов) и процессов управления. Действительно, актуализация информации¹, ее приращение и корректирование осуществляется в ходе ее применения в управлении (при адаптации, обучении и самообучении в процессах самоорганизации и т. д.), в форме постоянного взаимного перехода осведомительной информации в управляющую по схеме положительной и отрицательной обратной связи. Поведение животных, реализуемое на основе единства сигнальной (отражательной) и предметной деятельности, общественная деятельность человека на базе единства теории и практики — все это, с кибернетической точки зрения, может рассматриваться как единство процессов сигнализации, переработки отображений и процессов управления.

В связи с максимальной общностью положений, реализующих эту первую задачу теории отражения, встает вопрос о характере их содержания: не являются ли эти чрезвычайно широкие по объему положения слишком бедными по содержанию вследствие отвлечения от специфики конкретных разновидностей отражения? Конечно, их структурная эффективность снижается, но она тем не менее не равна нулю, ибо в этих понятиях, положениях и принципах все же выражается специфика отражательных, познавательных процессов в отличие от прочих явлений природы и общества. Чтобы пояснить эту мысль, уместно провести аналогию с универсальной алгеброй — новым разделом общей алгебры (см. [Л. Кон, 1968]). За-

¹ Информация здесь понимается в обычном смысле — как синоним понятий «отражение», «сведение», «знание» и т. д. В специально-научном смысле этот термин вводится в гл. V.

дачи универсальной алгебры заключаются в обобщении и объединении основ различных «классических» ветвей алгебры, т. е. аналогичны указанной ранее задаче теории отражения. Однако «слишком абстрактные», на первый взгляд, понятия универсальной алгебры, имеющие в основном характер качественных структур, как и в целом вся теория универсальных алгебр, «оказывает существенное влияние на развитие других разделов алгебры» (см. предисловие А. Г. Куроша к книге П. Кона [1968, стр. 5]). То же самое, как увидим ниже, относится и к анализу всеобщего свойства отражения, и к теории отражения в целом.

Какова *вторая* основная задача, узловая проблема теории отражения?

Мы уже отметили, что в центре гносеологии находятся высшие и наиболее сложные формы познания, а рассмотрение элементарных и генетически первичных форм составляет ее подчиненную задачу. Но когда ставится специальная задача — уяснение сущности этих исторически (фило- и онтогенетически) первичных форм, то на первый план выступает не принцип восхождения от абстрактного к конкретному, а противоположный принцип: знание элементарных форм предполагает известными наиболее развитые формы. «Анатомия человека — ключ к анатомии обезьяны», — так образно выразил К. Маркс эту мысль [*К. Маркс и Ф. Энгельс*. Соч., т. 46, ч. 1, стр. 42]. Применительно к проблеме отражения это означает, что дифференцированный анализ более развитых форм психического отражения, в частности гносеологического образа, имеющего богатый спектр характеристик, позволит правильно оценить роль и место более элементарных форм отражения. Поэтому второй основной задачей теории отражения является выявление и анализ общих характеристик гносеологического образа (этому посвящены III и IV главы работы) и процессов его формирования под углом зрения принципа отражения.

Разработка этой проблемы является ключом к *третьей* задаче теории отражения. Это — сравнительно генетический анализ относительно элементарных форм отражения в живой природе и обществе, выяснение особенностей реализации принципа отражения в каждой из такого рода форм, изучение их эволюции. При этом оказыва-

ется необходимым использовать данные сравнительной психологии и зоопсихологии, сравнительной (эволюционной) физиологии нервной системы (в частности, физиологии органов чувств, животных и человека) и других дисциплин². Исходя из анализа различных сторон и характеристик гносеологического образа, при решении этой задачи становится возможно: точнее и глубже раскрыть существо элементарных и генетически ранних форм отражения; создать стройную классификацию и генетическую схему, в основу которой будут положены особенности этих характеристик; дать точную сравнительную оценку форм отражения по степени выраженности этих характеристик, что позволит точными методами изучать эволюцию форм отражения и пути оптимизации (с помощью методов кибернетики) деятельности искусственных отражательных (информационных) систем.

Решение второй из указанных нами задач открывает пути для плодотворного исследования и четвертой узловой проблемы теории отражения — систематического анализа свойства отражения, присущего объектам неживой природы. Эта задача была поставлена В. И. Лениным в сформулированном им предположении о том, что «вся материя обладает свойством, по существу родственным с ощущением, свойством отражения» [*В. И. Ленин*. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 91, 40]. Идея такого рода высказывалась и раньше (Д. Дидро, Э. Геккелем, Л. Морганом), однако В. И. Ленин очистил ее от элементов гилозоизма и антропоморфизма, вскрыл «рациональное зерно» и впервые придал ей форму принципиально важного методологического положения. Исходя из этого положения, он поставил перед естествознанием задачу «исследовать, каким образом связывается материя, якобы не ощущающая вовсе, с материей, из тех же атомов (или электронов) составленной и в то же время обладающей ясно выраженной способностью ощущения» [*В. И. Ленин*. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 40]. Иными словами, речь идет о том, как, при каких условиях свойство отражения начинает использоваться при переходе от неживой к живой природе в качестве особого фактора самосохранения и адаптации — в качестве фактора

² Значение этих дисциплин для теории познания отмечал В. И. Ленин (см. *В. И. Ленин*. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 314).

сориентировки и регулирования поведения в окружающей среде.

С точки зрения общей теории управления и связи, эту задачу исследования можно сформулировать в таком виде: каковы отражательные («информационные») свойства и возможности у объектов неорганической природы, при возникновении и совершенствовании нервной системы у живых существ, при искусственном создании человеком систем по передаче и обработке информации, измерительных устройств и т. д.

Наконец, пятая основная и комплексная задача теории отражения состоит в изучении особенностей отражательных свойств технических систем связи и управления, т. е. искусственно создаваемых человеком устройств, в которых используется свойство отражения, присущее многообразным веществам (материалам), процессам и явлениям неорганической природы. А в связи с главной тенденцией развития современной кибернетической техники — созданием автоматизированных систем управления, т. е. систем типа «человек — машина» — указанная задача преобразуется в следующую: сравнительное изучение отражательных свойств, возможностей человека и технических устройств, их соизмеримости, согласованности, связей между собой, условий их высшего синтеза, в результате которого усиливаются интеллектуальные и практические возможности человека. К дисциплинам и их разделам, на материале которых разрабатывается эта задача теории отражения и для которых последняя служит методологической основой, относятся: инженерная психология, эргономика, техническая кибернетика и бионика, теоретическая кибернетика (включая теорию «искусственного интеллекта», в частности теории самообучения и самоорганизации, а также теории, на которых базируются приборостроение, измерительная техника, техника связи) и, наконец, социология науки и техники.

Сформулированные нами основные задачи и направления исследований очерчивают область компетенции теории отражения, которая, с одной стороны, выступает в качестве особого раздела теории познания диалектического материализма и вместе с тем является ее ядром и основой. С другой стороны, в чисто экстенсивном, объемном плане теория отражения, охватывая более широкую предметную область (изучение отражения в нежи-

вой и живой природе), выходит за рамки специально-гносеологических исследований. Таково, на наш взгляд, в основных чертах соотношение теории отражения и теории познания в системе марксистско-ленинской философии.

В «Материализме и эмпириокритицизме» и «Философских тетрадах» В. И. Ленин уделил большое внимание разработке теории отражения. Он развил, конкретизировал узловые проблемы и понятия теории отражения и тем самым заложил основу для ее дальнейших исследований. Перечислим кратко те важнейшие проблемы, по которым В. И. Лениным был сделан наиболее значительный вклад в теорию отражения.

В. И. Ленин показал (прежде всего в работе «Материализм и эмпириокритицизм») основополагающее значение принципа отражения как исходного методологического и общенаучного требования. Он сформулировал тезис о различии между соотношением материи и сознания в гносеологическом аспекте и в естественнонаучном плане, т. е. за рамками гносеологических исследований. Благодаря этому он методологически расчистил путь для плодотворных исследований психических явлений средствами специальных наук, в особенности естествознания. В. И. Ленин сформулировал ряд положений, раскрывающих гносеологическую природу образа (в частности, чувственного), а также теоретических построений. Он показал, что чувственный образ представляет собой органическое единство непосредственного и опосредствованного моментов, объективного и субъективного, содержания и формы отражения. Для понимания психической активности, природы образа как идеального ключевым является положение о психике, сознании как особом свойстве высокоорганизованной материи, имеющем функцию ориентировки и организации преобразующей деятельности человека в окружающем мире. Содержание принципа отражения В. И. Ленин органически связывает с активным практическим преобразованием мира и с активной, творческой переработкой получаемых извне воздействий и сведений на основе общечеловеческого опыта. В работах В. И. Ленина красной нитью проходит идея о единстве принципа отражения с принципами диалектики, которая свойственна не только высшим формам познания, но и его элементарным актам и

простейшим формам отражения. Он формулирует также положения и ставит задачи, относящиеся к изучению генетических предпосылок психики — свойства отражения в неживой природе.

По всем этим фундаментальным вопросам В. И. Лениным был сделан решающий творческий вклад в теорию отражения, благодаря чему диалектико-материалистическая концепция отражения по праву носит название ленинской теории отражения.

Положения, раскрывающие решения основных задач теории отражения, чрезвычайно важны в разработке новых теоретико-познавательных проблем, в преодолении возникающих здесь трудностей. Раскрытие сущности свойства отражения в неживой природе, диалектико-материалистическая интерпретация принципа отражения, знание спектра всех характеристик гносеологического образа — все это, как увидим в следующих параграфах и главах, дает возможность верно ориентироваться, корректно ставить новые задачи, вырабатывать новые средства, методы познавательной деятельности.

§ 4. Отражение как свойство материи

1. Свойство отражения в неживой природе. Исходя из предположения о существовании в «фундаменте самого здания материи» — в неорганической природе — способности, сходной с ощущением, В. И. Ленин ставил перед учеными задачу: исследовать зачатки отражения в неживой природе, которые являются предпосылкой и основой для возникновения отражения в живой природе, исследовать условия использования этого всеобщего свойства и механизмы его превращения в «ясно выраженную способность ощущения» [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 40]. Ставя такую комплексную задачу, В. И. Ленин специально не формулировал определение свойства отражения в неживой природе, считая, что такое определение и раскрытие природы этого свойства должны основываться на его детальном естественнаучном изучении. К сожалению, в литературе по теории отражения дело часто представляется так, что якобы в высказываниях В. И. Ленина о свойстве отражения в неорганической природе дано уже решение вопроса о природе этого свойства. Такого рода произвольные

интерпретации высказанного Лениным предположения, представляющего лишь постановку важной проблемы, а не ее решение, как увидим ниже, отрицательно сказываются на ее разработке.

При гносеологическом исследовании отражения как свойства материи³ обнаружилось трудности в понимании его специфики, выявились различные точки зрения по этому вопросу.

Главная трудность заключается в том, чтобы выяснить, чем отличаются процесс и результат отражения в неорганической природе от процесса и результата физических взаимодействий тел? Иначе говоря, какие именно объективные факторы (свойства) дают основание и позволяют логически корректно ввести понятие отражения в неорганической природе?

Выяснение этого вопроса на современном уровне возможно при условии использования данных физики, химии, кибернетики, а также на основе сравнения отражения в неживой природе с характеристиками развитых форм психического отражения.

При взаимодействии любых объектов, в частности неорганических тел, внутренние (собственные) свойства тела, как правило, не передаются другим телам, а воспроизводятся в них особым способом. Рассмотрим это детальнее.

Внутренние, или собственные, свойства тела (как системного объекта) представляют собой эффект, результат взаимодействия элементов и подсистем, определенным образом организованных. Эта организация в свою очередь зависит от свойств исходных элементов и подсистем и от общих для всей системы условий, при которых происходят эти взаимодействия. А если собственные свойства тела (системы) есть интегральный эффект свойств элементов и подсистем, то очевидно, что собственные свойства системы, имманентно ей присущие, не могут передаваться другим телам. Передаваться могут свойства, не зависящие от организации системы. Так, от одного тела к другому передается тепловая энергия, а не свойства теплопроводности, теплоемкости и теплового сопротивления, зависящие от характера физической ор

³ Систематический философский анализ этого свойства был начат Т. Павловым в его книге «Теория отражения» [М., 1936].

организации данного тела. При взаимодействиях вещей, в частности неорганических тел, могут появляться качественно новые вещи, т. е. системы иного типа организации, и соответственно качественно новые свойства и состояния. Однако при всех многообразных изменениях универсальными, всеобщими и соизмеримыми для любых взаимодействующих тел являются изменения количественных характеристик их свойств и изменения отношений упорядоченности (организации и структуры) их элементов, свойств и связей. Иначе говоря, количественные изменения, частичные изменения организации (с сохранением устойчивой структуры), а также качественные изменения, т. е. связанные с перестройкой структуры, — все они выражаются в передаче от одного тела к другому изменений количественных отношений и отношений порядка в виде структур (присущих как классу объектов, так и индивидуальным объектам и их состоянием). Поэтому можно сформулировать следующее резюмирующее положение. *При взаимодействии двух тел изменения упорядоченности и количественных характеристик компонентов, свойств, связей одного тела соответствуют изменениям упорядоченности и количественной стороне компонентов, свойств и связей, присущих другому телу.* При этом важно подчеркнуть, что указанное соответствие может быть не только между одинаковыми, тождественными по природе, свойствами, связями и элементами, но и между качественно различными, относящимися к разным структурным уровням тел. Это соответствие обусловлено взаимосвязями, взаимодействиями уровней между собой.

В основе соответствия взаимных изменений двух тел лежат законы их взаимодействия. При взаимодействиях, подчиняющихся линейным зависимостям, происходит передача, перенос упорядоченности от одного объекта к другому. Так, если на несущее колебание той или другой физической природы воздействует другое колебание определенной пространственно-временной конфигурации, то полученное в результате их наложения модулированное колебание (его огибающая) приобретает конфигурацию, геометрическую форму воздействующего колебания. В случае нелинейных колебаний или в общем случае нелинейных зависимостей происходит преобразование вида упорядоченности (организации, структуры) согласно тому или иному нелинейному закону.

Таким образом, в неорганической природе процессы передачи количественных отношений, передачи и преобразования структур не существуют в виде особых процессов и не несут особой функции; они являются неотъемлемой стороной самих физических взаимодействий. Поэтому если эту абстрактно выделенную нами сторону любых взаимодействий назовем свойством отражения без всяких уточнений о характере этого свойства, то в этом пункте мы еще не придем к объективному отличию собственно отражения от взаимодействия.

2. Объективный критерий отражательных процессов и систем. При изложенном выше понимании свойства отражения у нас еще нет объективного критерия для различения отражения и взаимодействия — критерия, необходимого при всяком различении свойств вещей. Ведь соответствие между упорядоченностью изменений двух тел есть сторона, неотъемлемая характеристика самого процесса взаимодействия. И если познающий субъект путем абстракции выделяет соответствие между упорядоченностью свойств и связей взаимодействующих тел и называет его отношением отображения, то после этого он еще не приходит к понятию об особом объективном процессе и свойстве отражения в отличие от физического взаимодействия тел. Единственная возможность найти объективные признаки, которые отличают процесс отражения от взаимодействия, — это определить способ и условие, благодаря которым отношения упорядоченности и количественные отношения объективно используются при взаимодействии тел, выступают как особый фактор их существования, а тем самым выделяются как особое свойство, процесс, результат отражения.

Физическим путем — подобно тому, как часть отделяется от целого, — невозможно вычленить отношения, присущие телам, их организацию и структуру от самих тел. Такое вычленение становится возможным особым способом и лишь на вполне определенном уровне организованности материи. Конкретнее говоря, только с появлением жизни поступающие извне воздействия приобретают для живых существ жизненно-приспособительную, сигнальную функцию — они используются в процессах саморегулирования и самоуправления в целях самосохранения организма. Вместе с этим использованием начинает осуществляться и выделение процессов по передаче и пере-

работке отношений упорядоченности в особые процессы — процессы отображения, для осуществления которых в ходе эволюции формируются специализированные вещества (ДНК и РНК) и аппарат так называемой генетической информации, а также органы или системы органов — гуморальная (эндокринная) и нервная системы.

Сущность использования отношений упорядоченности и связанного с этим их функционального выделения, а вместе с тем и объективный критерий для различения отражательных (информационных) процессов и процессов физического взаимодействия заключается в следующем. Живые системы, начиная от простейших до высших позвоночных животных и человека, а также искусственно создаваемые человеком технические системы связи и управления способны реагировать не только на абсолютную величину энергии (импульса) воздействий, как это имеет место у любых тел неорганической природы. Очень существенно, что они способны реагировать на сами отношения поступающих воздействий — на их относительные величины — независимо от различий материальной природы воздействий.

Яркой иллюстрацией такого способа реагирования служат «рефлексы на отношения раздражителей» — реакции животных на временной ритм, пространственную форму и т. д. Опыты с выработкой таких рефлексов проводились учеными павловской физиологической школы — С. В. Клещевым (1933), А. О. Долиным (1937), М. М. Кольцовой (1952). Например, у подопытного животного вырабатывали положительную реакцию на звуки метронома с частотой 60 ударов в секунду и отрицательную реакцию на звуки с частотой 100 ударов в секунду. Затем на животное воздействовали вспышками света с частотой 60 и 100 вспышек в секунду, и оно сразу, без специального обучения, отвечало положительной реакцией на 60 и отрицательной на 100 вспышек света в секунду.

В другой серии опытов животные реагировали на геометрическую форму фигур независимо от их различий в размерах, окраске, освещении и пр. Иными словами, животные способны функционально отделять отношения и структуры от их субстрата, осуществлять перенос этих отношений, обнаруживая их в других вещах, применять их в функции ориентировки в среде. Если сопоставить

эту способность животных с функциями автоматизированных систем (типа «человек — машина»), то напрашивается более общий вывод. А именно: соответствующим образом организованные системы, способные реагировать на отношения воздействий и тем самым функционально исключать роль материального субстрата процессов и функционально выделять отношения упорядоченности, заложенные в состояниях этого процесса, и есть отражательные, «информационные» системы. *А способность реагировать на отношения воздействий (на их относительные, а не только абсолютные величины) представляет собой объективный критерий отличия отражательных (информационных) процессов от процессов взаимодействия в неживой природе.*

Этот критерий вместе с тем представляет собой критерий отличия сигнально-информационной причинности, характеризующей поведение самоуправляемых систем, от физической причинности. Способность этих систем функционально вычленять структуры, реагируя на отношения воздействий независимо от их абсолютной величины и физической природы, позволяет выражать отношения и структуры в форме сигналов иной, чем у оригинала, физической природы и малой величины энергии. А это составляет важнейшее условие для накопления и использования прошлого опыта и построения будущих результатов (целей) и программ их достижения. И нет ничего парадоксального или сверхъестественного в том, что поведение таких систем определяется будущим и прошлым их состоянием, а не только наличными воздействиями. В этом состоит новый фактор детерминации поведения самоуправляемых систем в живой природе, обществе (в частности, автоматизированных систем типа «человек — машина» в современной технике).

Ясно, что сигнально-информационная причинность не отменяет физической причинности; она, как увидим ниже, надстраивается над ней. Этот новый вид причинности, присущий подлинно самоуправляемым системам («телеономическим системам»), широко используется в нашей стране и за рубежом, особенно среди биологов и специалистов по кибернетике. Такое функциональное выделение структур самими техническими системами самоуправления осуществляется лишь на синтаксическом уровне, а семантический уровень, связанный с реализацией семан-

тического отношения (см. § 7.9), является прерогативой человека как подлинно самоорганизующейся системы. Единство синтаксического и семантического выделения и использования структур внешних воздействий присуще всем живым существам, начиная от простейших до человека. А в связи с этим важнейшая задача теории отражения в живой природе — изучение становления особых анатомических образований и физиологических механизмов, смена «языков», т. е. способов существования, выражения и переработки отображений.

Таким образом, мы установили, что в неорганической природе физическим взаимодействиям внутренние присущи процессы преобразования и передачи отношений упорядоченности (т. е. структур) и количественных отношений от одного тела к другому. Однако эти процессы не выделены в особые операции — процессы отображения, которые служили бы для их носителей фактором самосохранения и развития подобно тому, как это имеет место у живых существ. Это означает, что свойство отражения в неорганической природе, неразрывно связанное с взаимодействиями тел, существует объективно, но оно потенциально (а не актуально) по характеру объективного существования, так как не используется и не выделяется в качестве особой функции, особого фактора организации.

К сожалению, нередко понятие потенциального смешивается с понятием необъективного, т. е. с отсутствием объективного существования, и на этой основе понятие об отражении в неживой природе отождествляется с понятием физического взаимодействия (см., например, [С. М. Шалютин, 1967, стр. 103]). Но отождествление потенциального с необъективным явно противоречит данным самой физики. Например, виртуальные частицы в физике элементарных частиц изучаются как потенциальные по характеру своего объективного существования (см. [В. С. Готт, А. Ф. Перетулин, 1967]). Для правильного понимания отражения в неорганической природе чрезвычайно важно различать понятия объективного, в частности актуального и потенциального, существования от необъективного. Неразличение, смешение этих понятий, как мы покажем далее, лежит в основе концепции актуализма в понимании свойства отражения.

3. Критика концепции «актуализма». В нашей философской литературе довольно широко распространена

точка зрения, согласно которой свойство отражения в неорганической природе существует не только объективно, но и актуально; иначе говоря, следы от прошлых воздействий якобы активно (актуально) используются деформированным телом для поддержания своей стабильности, для усложнения и развития. Отстаивая этот тезис, ряд философов приписывает телам неорганической природы функцию, аналогичную памяти, и способность использовать прошлый опыт, влияя на развитие неорганической природы (см., например, [Ст. Василев, 1970, часть первая; Н. В. Тимофеева, 1969, стр. 19—23; Н. И. Королев, 1968, стр. 3—4]).

Однако, как показывают данные физики, неорганические тела пассивны, «безразличны» к внешним воздействиям и их отпечаткам в том смысле, что эти следы не используются телами для их самосохранения и развития. При взаимодействиях тел на их последующее состояние оказывает влияние предшествующее состояние, которое представляет собой нерасчлененный суммарный результат прошлых воздействий, а последовательность следов, как правило, стирается, исчезает в этом суммарном продукте. Это означает, что в данном случае бессмысленно говорить о функции памяти и прошлом опыте (тела «забывают» свою историю). Рассматриваемые процессы взаимодействия тел подчиняются законам физической, а не сигнально-информационной причинности, изучаемой в кибернетике.

В противоположность неорганическим телам живые системы не только обладают возможностью сохранять следы прошлых воздействий в расчлененном виде и определенном порядке, но и способны к активному выбору соответствующих обстановке сочетаний следов, могут актуально применять их при ориентации и управлении своим поведением. Иначе говоря, живые, самоуправляемые системы обладают функцией памяти (или ее аналогами) и способны накапливать и использовать прошлый опыт, самообучаться и совершенствоваться при взаимодействии со средой.

Сторонники концепции актуализма в качестве важнейшего аргумента в свою пользу выдвигают тезис, согласно которому материя в целом, в том числе и неорганическая природа, активна, т. е. не нуждается для своего движения и развития ни в каких потусторонних силах.

Отсюда делается вывод, что и отражение в неорганической природе должно якобы иметь активный характер, влиять на процесс усложнения и развития в неживой природе (см. [Н. В. Тимофеева, 1969, стр. 19—23]). Продолжая рассуждения в этом направлении, некоторые авторы заявляют, что отрицание активности отражения в неживой природе равносильно отрицанию преемственности неживой и живой природы; в противном случае, говорят они, отражение в живой природе становится чудом. Такие рассуждения в известном смысле напоминают взгляды биологов-преформистов, которые считали, что многообразие живых форм дано изначально, а потому весь процесс эволюции сводится к чисто количественным изменениям.

На наш взгляд, подобная позиция основана на неправильном, узком понимании закона перехода от старого качества к новому. Ведь переход к живой материи есть скачок к качественно новому состоянию материального мира, к новому типу организации, для которого характерны процессы саморегулирования, самоуправления на основе свойства отражения. В неживой природе это свойство не использовалось ни в какой особой функции. Вывод об активности отражения в неорганической природе на основании признания активности материи в целом неправилен, так как он основан на подмене, смешении разнородных понятий — активности материи в целом и активности отражения в указанном выше смысле. Подобное отождествление понятий приводит к парадоксам и идеалистическим выводам.

Отображения в телах неживой природы не имеют характеристик, присущих активному отражению в живой природе и обществе. К таким специфическим характеристикам относятся целеполагание и выбор; ценность (полезность) отображений, которая связана с их применением в сигнальной функции, обеспечивающей самосохранение системы; сюда же относятся семантическая характеристика, существенность, обобщенность, абстрактность, опережающая функция и др.

Скачок от отражения в потенциальной (пассивной) форме к актуальной (активной) форме отражения состоит в переходе от чисто физической причинности к сигнальной (информационной), которая, конечно, не отменяет физическую причинность, а включает ее в себя и

надстраивается над ней. Так, процессы излучения звезды и поглощения этого излучения неорганическими телами суть процессы, протекающие по законам физической причинности. Когда же живые существа используют световые и тепловые излучения не только в качестве непосредственного жизненно необходимого фактора, но и в функции сигнализации, ориентации в окружающей среде, то в этих процессах выделяется отражательная, информационная сторона. Люди используют присущие процессам излучения отношения упорядоченности (структуры), активно выделяя нужные им аспекты этих отношений, решая различные познавательные задачи. Так, по спектру излучения определяются удаленность, химический состав, физические состояния излучающей звезды.

Понятия «отображение», «информация» являются понятиями не физики, а тех наук, которые изучают высокие по уровню своей организованности системы живой природы и общества, в частности самоуправляемые системы в технике. И природу отражения, информации можно раскрыть лишь средствами соответствующих наук. Рассуждать об актуальном свойстве отражения как физическом свойстве вещей непродуктивно, так как при этом утрачивается сама специфика отражения.

Как мы показали, собственно отражение от физического взаимодействия отличается тем, что отражающие системы способны функционально выделять структуру объектов, реагируя на составляющие ее отношения независимо от вещественных и энергетических характеристик носителей этих отношений и самой структуры. Но отсюда следует, что *собственно отражение есть функциональное, а не субстанциональное свойство*. Нет особых процессов отражения вне взаимодействий, но есть использование, применение отношений, характеризующих взаимодействия, в новой функции. Этому соответствует существование сигнальной информационной причинности, которая включает в себя физическую причинность, основывается на ней, но не сводится к ней. Одним из истоков концепции актуализма и являются попытки свести информационную причинность к физической, а отражение — к физическому взаимодействию.

4. Актуализм и кибернетика. Несостоятельность актуализма особенно ясно выявляется, когда из исходного тезиса об актуальном, активном существовании свойства

отражения в неорганической природе выводятся более частные следствия применительно к решению конкретных научных задач. Так, в кибернетическом аспекте слабость этой концепции обнаруживается, когда телам и процессам неорганической природы приписывается способность саморегулирования и самоуправления на основе переработки сигналов, способность использования информации. При этом любое изменение тела под воздействием другого тела отождествляется с понятием сигнала; обратная связь, имеющая информационный характер, отождествляется с физическим обратным действием, а регулирующие воздействия — с любой реакцией тел. Можно, например, процесс затухания свечи в герметически закрытом резервуаре истолковать в виде процесса саморегулирования по схеме положительной обратной связи. Но такого рода интерпретации ничего не дают в познавательном отношении, так как понятий и законов физики вполне достаточно, чтобы объяснить это явление и сделать его точный расчет.

Некоторые неорганические явления и описывающие их понятия и законы внешне напоминают процессы регулирования. Например, принцип Ле-Шателье в физике и соответствующие ему процессы внешне похожи на сохранение устойчивости посредством саморегулирования. Однако системы неорганической природы не являются системами регулирования и управления, их действия не связаны с актуальным использованием отображения, информации. Устойчивость физических систем обеспечивается не сигнально-информационными процессами, а физическими взаимодействиями, подчиняется не кибернетическим, а физическим законам. В явлениях неорганического катализа можно увидеть лишь внешние аналоги и генетические предпосылки регулирования. Именно наличие информационного фактора позволяет отличить процессы самоуправления от процессов сохранения устойчивости, подчиняющихся законам физики. В неживой природе нет целей, программ, специализированных веществ (подобных ДНК и РНК), специализированных систем отражения («переработки информации»), берущих на себя функцию «организаторов» поведения всей системы, т. е. нет управляющих систем.

Возможность применения теоретико-информационных оценок к объектам неорганической природы свидетель-

ствует не о том, что в этих объектах актуально протекают информационные процессы, что существует особый фактор детерминации явлений, который должен стать предметом оценки,— сигнально-информационный фактор. способствующий самосохранению и развитию неорганических систем. Совсем нет! При помощи методов теорик информации мы можем оценивать разнообразие (и сложность) этих объектов лишь постольку, поскольку свойства разнообразия и сложности лежат в основе количественной меры информации, но сами по себе не являются особым, информационным фактором. Иначе говоря, в определенных познавательных ситуациях можно условно интерпретировать процессы транспортировки энергии и вещества как информационные процессы, а сложность состава веществ — как «связанную информацию» лишь затем, чтобы применять теоретико-информационные методы оценок. Но от этого физические явления и процессы не становятся информационными по своей природе. Поэтому недопустима онтологизация самих математических, в частности теоретико-информационных методов, когда из факта применения этих методов делают прямые выводы об актуальном существовании сигнально-информационных процессов в неживой природе.

И весьма сомнительными представляются утверждения о принципиальной недостаточности физических методов в изучении неживой природы и о необходимости поэтому дополнить их информационными методами. Наконец, не всякие попытки применения понятия информации и смежных с ним понятий для описания физических и химических процессов ценны и эффективны. Приведем примеры. Тот факт, что жидкость обладает большей энтропией, чем кристаллическое состояние вещества, и что при переходе от первого состояния ко второму происходит уменьшение энтропии и «отбор» из всех возможных состояний молекул тех, которые соответствуют решетке кристалла [*М. В. Волькенштейн*, 1965, стр. 39]— все это отнюдь не свидетельствует о существовании информационных процессов как особого фактора внутренней детерминации состояний веществ. Это — иной язык, наша интерпретация известного ранее явления в информационном плане с элементом метафоричности (понятие отбора здесь употребляется не в своем прямом смысле). Кроме того, понятие термодинамической энтропии не-

правомерно отождествлять с информационной энтропией (подробнее см. § 13). Аналогичный пример можно привести с введением понятия «геохимической информации» в науки о Земле [А. Ф. Вольфсон, 1969, стр. 90]. Здесь попытка интерпретировать процесс разделения минералов при рудообразовании как информационный процесс, имеющий якобы свои «каналы связи» и даже приемники геохимической информации, ничего не дает для объяснения и расчета геологических процессов, а лишь создает путаницу введением ненужных здесь терминов теории информации и связи. Подобные интерпретации методологического порядка содержатся также в статье И. Б. Новика [1963а]. Попытки изложить некоторые разделы физики — такие, как статистическая физика и термодинамика, на языке теории связи и теории информации ([Р. С. Ингарден и К. Урбаник, 1961; М. Трибус, 1961] и др.) ведут, по мнению П. Шамбадала [1967, стр. 215], к одинаковым с физическими методами результатам, т. е. не дают ничего нового сверх физических методов.

На наш взгляд, применение методов теории информации как подчиненного физическим методам подсобного средства в изучении объектов неживой природы вполне допустимо. Оно может быть эффективным, когда, например, важны оценки относительной сложности, а косвенно — и относительной организованности систем. Так, для определения длительности тех или иных геологических процессов в исторической геологии важны оценки сложности структуры минералов, химических веществ, от которой зависит скорость (а потому и время) тех или иных геохимических реакций, совершающихся в условиях земной коры.

Признание сигнально-информационного фактора актуально существующим в неорганической природе смыкается с другой крайностью — с чисто физическим подходом к системам управления.

Чисто физический подход к системам управления плодотворен, когда выясняются физические (технологические) условия применения кибернетических схем переработки информации, но он недостаточен в выяснении самой природы и информационной структуры систем управления. Эта недостаточность ярко обнаруживается при исследовании центральной кибернетической проблемы — проблемы самоорганизации. Известно, что живые

системы являются подлинно самоорганизующимися системами, для которых характерны активно-побудительные состояния — состояния потребности, нужды в тех или иных агентах среды. Благодаря состоянию потребности внешние воздействия активно используются в качестве сигналов (в смысле учения И. П. Павлова), которые обладают свойством полезности и ценности, предметным значением или смыслом для субъекта потребности. Органические и интеллектуальные потребности служат источником активных поисков живой системы в так называемой проблемной ситуации, источником для постановки целей и выработки новых критериев отбора поступающей извне информации. Без активного состояния потребностей живая самоуправляемая система не способна к самообучению и самоорганизации, не способна к автономному поведению. Чисто физический подход к изучению живой самоорганизующейся системы совершенно устраняет проблему потребностей, так как это состояние чуждо физическим системам.

Тезис о существовании в неорганической природе процессов управления, основывающихся на актуальном использовании информации, неизбежно (помимо желания авторов этой точки зрения) приводит к универсализации основных понятий кибернетики.

Объективное содержание этих понятий нередко стали относить не только к системам управления в живой природе и общественной жизни, но и к телам неорганической природы. А такое расширение объема кибернетических понятий, приписывание им качественной всеобщности означает, по сути дела, превращение их в философские категории. Но за этим стоит фактически попытка подмены философии кибернетикой.

Неотомисты, трактуя понятие отражения и информации в неживой природе в духе актуализма, пытаются «обновить» основы религии, превратно толкуя данные кибернетики. Так, работа Чарльза Дечерта «Кибернетика и человеческая личность» была признана Американской католической ассоциацией лучшим исследованием 1965 года на тему теологической интерпретации кибернетики и теории информации. Главный тезис Дечерта состоит в том, что поведением всей Вселенной управляет высшее существо — бог, который обменивается со всеми вещами и существами информацией.

Это, между прочим, показывает, что неверное, упрощенное понимание свойства отражения в неорганической природе не является безразличным ни для научного познания мира, ни для современной идеологической борьбы.

5. Задачи исследования отражения в неживой природе. Каковы основные направления и задачи изучения свойства отражения, присущего различным формам движения в неорганической природе?

Эти задачи определяются тем, что свойство отражения не имеет особой функции по отношению к неорганическим объектам, но оно служит генетической предпосылкой, функциональной основой и стороной всех более высоких видов отражения. Поэтому теоретически и практически важно исследовать те физические и химические свойства, которые составляют физико-химическую основу информационных систем живой природы. Изучением физико-химических свойств рецепторов, нервов, мозговых нейронов интенсивно занимаются биофизика, биохимия, молекулярная биология. Особую задачу составляет исследование тех физических и химических свойств неорганических веществ (материалов) и явлений, которые могут быть использованы человеком при конструировании информационных систем в технике связи и управления, радиотехнике, электронике, в измерительных устройствах, экспериментальных установках и приборах. К такого рода физическим свойствам, в частности, относятся: пластичность и реактивность материалов, лежащая в основе чувствительности рецепторов и датчиков измерительных систем, разрешающая сила и избирательность материалов, существенные для точности измерений; необратимость и обратимость процессов, определяющие способность сохранения следов; скорость реакций, обеспечивающая пропускную способность каналов связи, и т. д.

Так, например, при создании устройств долговременного хранения информации (накопителей) необходимо использовать материалы, которые обладают не только необратимостью (для устойчивого хранения информации), но и при малых габаритах должны обладать наибольшей емкостью и, соответственно, плотностью записи информации. А эти информационные свойства обуславливаются высокой реакционной и разрешающей способностью ма-

териалов, которыми обладают, в частности, фотографические эмульсии. Для длительного и надежного хранения информации применяют также ферромагнитные материалы. Комплексные информационные требования, предъявляемые к выбору нужных материалов и способов их использования, толкает мысль исследователей на создание искусственных материалов, на открытие новых физических явлений, новых методов. Так был открыт голографический метод записи информации, который по информационной емкости записи на несколько порядков превосходит известные способы записи. Но этот метод породил комплекс новых задач по изысканию новых способов использования голографии в информационной и вычислительной технике.

Такие исследования чрезвычайно важны для реализации кибернетических систем в области информационной службы, вычислительной техники, усиливающих познавательные и производственные возможности человека.

Для того чтобы выяснить, как используется свойство отражения неорганической природы при переходе к живой материи, изучить эволюцию форм отражения в живой природе и ряд других проблем теории отражения, необходимо рассмотреть вопрос о природе гносеологического образа (см. гл. III). Дело в том, что развитые формы отражения представляют собой ключ к пониманию более элементарных форм. И наоборот: знание элементарных форм и свойств реализующих их материалов позволяет конструировать информационные системы с заранее заданными свойствами.

6. Понятие о всеобщем свойстве отражения. Отвлекаясь от специфических черт всех разновидностей отражения и фиксируя черты, присущие всем его уровням и видам вплоть до высших познавательных форм, мы приходим к понятию о всеобщем свойстве отражения, или отражения в его наиболее общем виде. Но такие абстрактные и в то же время всеобщие признаки в наибольшей степени отвечают, как отмечал К. Маркс, специфике элементарных и генетически ранних форм. Поэтому понятие о всеобщем свойстве отражения коррелирует с понятием отражения в неживой природе. Однако эти понятия не тождественны друг другу, хотя в философской литературе их, как правило, отождествляют.

Например, М. Корнфорт [1956, стр. 315] «основную черту любого процесса отражения» видит в том, что процесс отражения включает в себя такую взаимосвязь между двумя «материальными процессами, при которой особенности первого процесса воспроизводятся в соответствующих особенностях второго». Неконструктивность такого определения состоит в том, что термин «особенность» столь же емкий, сколь и неопределенный, и в нем нет никакого намека на отграничение «содержания» отображения от «формы отображения», а тем самым на возможность отграничения понятия отображения от понятий «взаимодействие», «причинность», «физическая или химическая реакция» и т. п. Термин «воспроизведение» также неопределен: ведь изменения в отражающем теле зависят от обоих взаимодействующих тел—от оригинала и от носителя отражения. Содержание отражения, или просто отображение, зависит от оригинала, а форма (т. е. способы существования и выражения содержания) непосредственно зависит от **свойств** носителя отражения, или отражающей вещи (подробнее см. § 10. 2) Следовательно, для того, чтобы получить сведения о собственных характеристиках оригинала, необходимо из результата взаимодействия двух объектов выделить, извлечь то, что относится к оригиналу, и исключить то, что характеризует сам носитель отражения.

Такое реальное выделение, вычленение содержания и формы осуществляется по-разному и в разной степени в ходе эволюции живых существ вплоть до человека.

Необходимость введения абстрактного понятия о всеобщем свойстве отражения и определяется тем, что осуществляется сравнительный анализ всех видов и уровней отражения с точки зрения степени развитости, выраженности и характера используемости основных черт (признаков) всеобщего свойства отражения. Такой анализ дополняет и диалектически связан со сравнительным анализом видов отражения, основанным на выделенных характеристиках гносеологического образа, т. е. на чертах наиболее развитой формы отражения действительно (см. § 7—9). В этом втором случае сравнение видов и уровней отражения осуществляется по наличию или отсутствию и степени выраженности различных характеристик образа в менее развитых формах отражения.

Рассмотрим основные черты всеобщего свойства отражения, обращая при этом внимание на различия отражения в неживой и живой природе.

1. Отношение объекта-оригинала и его отображения как отношение первичного (независимого) и вторичного (зависимого). Это отношение представляет собой две стороны любых взаимодействий, два односторонних и разнонаправленных отношения, в каждом из которых в качестве его членов выступают оригинал и носитель отражения. Иначе говоря, если понятию о взаимодействии двух тел соответствует понятие об их взаимоотражении, то в основе понятия отражения лежит односторонняя причинная связь, функциональная зависимость отображения от оригинала. В неживой природе гносеологическое отношение оригинала и отображения существует объективно в потенциальной (а не актуальной) форме, т. е. объективно оно не выделено в особое отношение. Его выделение осуществляется познающим субъектом.

2. Отношение соответствия между структурами оригинала и носителя отражения, взаимодействующего с оригиналом, является специфической характеристикой всех разновидностей отражения. Соответствие количественных изменений свойств оригинала и носителя отражения также специфично для всех видов отражения.

Законы взаимодействия отражаемого и отражающего объектов, будь то физические, биологические или социальные взаимодействия с любой возможной сложностью цепей опосредствования,— везде эти законы являются основой соответствия количественных характеристик и структур оригинала и отображения и выступают в виде функций перехода от одной структуры к другой.

Ясно, что в сложных познавательных процессах образы, модели, гипотезы, теории строятся и уточняются субъектом, приводятся им к более адекватному соответствию в ходе многообразных взаимодействий с объектом, с помощью которых субъект «вычерпывает» все новые сведения. Например, при построении зрительного образа предмета на основе поисковых реакций зрительного анализатора, как бы ощупывающего предмет, происходит непрерывная корректировка соответствия образа предмету по различным параметрам: по пространственным отношениям (геометрическая форма), по распределению световых и цветовых характеристик предмета

и пр. Это построение образа и его корректировка имеют в качестве своей объективной основы законы взаимодействия (и, в частности, причинности) объекта-оригинала со зрительным анализатором субъекта.

Количественные изменения свойств и структурные изменения отражающего объекта, соответствующие количественным и структурным изменениям оригинала, характеризуют содержание отражения оригинала. А форма отображения, элементами которой являются те или иные материальные носители, их свойства и способы кодирования (§ 10.2), непосредственно зависит от особенностей отображающего объекта и лишь опосредствованно — от оригинала. При этом развитие видов отражения в живой природе характеризуется тем, что в ходе эволюции появляются формы, средства отображения, все более соответствующие типу отображаемых объектов и особенностям задач, решаемых отражающей системой. Так, образуются особые вещества (ДНК и РНК), специализированные ткани и органы (нервная ткань и нервная система разных уровней), с помощью которых отображаются, передаются и преобразуются сведения об оригинале. При этом чрезвычайно примечателен тот факт, что в ходе эволюции живых систем их органы чувств стали функционировать на основе колебательных процессов и их модуляции. В чем заключалась необходимость естественного выбора (отбора) именно колебательных процессов? Это вызвано простым механизмом выделения собственных характеристик оригинала независимо от различий в материальной природе колебательного процесса. А именно: колебательные процессы подчиняются принципу суперпозиции, когда структура последовательности воздействий, преобразованных в колебание соответствующей этой структуре геометрической конфигурации, налагается на несущее колебание (на нервное возбуждение) согласно линейной зависимости. В случае амплитудной модуляции огибающая модулированного колебания повторяет структуру воздействующего колебания; извлечение этой структуры осуществляется посредством детектирования (см. [А. А. Харкевич, 1957, стр. 22]). В работе центральной нервной системы в ходе ее эволюции закрепились частотная модуляция, обеспечивающая наибольшую надежность, гибкость и скорость переработки сигналов.

Другим элементом (характеристикой) формы отображения, тесно связанным с содержанием, являются способы кодирования отображения. В процессе эволюции живой природы совершался отбор естественных способов кодирования в единстве со способами модуляции. И здесь частотный код оказался наиболее отвечающим задачам перевода непрерывно-модулированных сигналов в квантованные, дискретные образования, задачам естественного перекодирования при переходе от одного уровня переработки сигналов к другому. С возникновением человечества совершался переход от естественного нейрофизиологического кода к второсигнальному образованию — речевой деятельности и языку как средству межличудской сигнализации и абстрактного мышления. На основе языка создаются все более специализированные и интегративные искусственные языки и знаковые системы, с помощью которых решаются более сложные познавательные задачи, отображаются более глубокие зависимости, глубинные свойства.

Очевидно, что в неживой природе отношения соответствия актуально не выделяются, специально не фиксируются, не используются их носителями в какой-либо особой функции и на основе соответствия структур не выделяются собственные характеристики оригинала.

3. Любое отражение (как процесс и результат) характеризуется избирательностью, которая объединяет в себе противоречивые моменты.

С одной стороны, в избирательности выражаются: ограниченность конкретного отображения, обусловленная конечным временем акта взаимодействия, ограниченность качественного и количественного спектра воздействий, определяемая конкретными условиями взаимодействия отображающей системы с оригиналом, и, наконец, ограниченность разнообразия состояния отражающей системы.

С другой стороны, избирательность тесно связана с различительной способностью отражательных систем — их чувствительностью, разрешающей способностью и пропускной способностью, которые в совокупности повышают точность отображения. Таким образом, чем меньше избирательность, тем больше полнота отображаемых свойств, но с тем меньшей точностью последние отображаются [Б. С. Украинцев, 1969а, стр. 83].

В системах живой природы и общества избирательность эволюционирует как в направлении усиления разнообразия и специализации органов и механизмов, приспособленных к восприятию и переработке информации определенного рода и количественного диапазона, так и в направлении их взаимной связи и интеграции. Кроме того, избирательность тесно связана с жизненной ролью или полезностью (принцип сигнальности), с практической и научной значимостью (ценностью) поступающих воздействий и их отображений, а следовательно — с необходимостью отображения более существенных свойств и отношений. Иначе говоря, все увеличивающееся в процессе эволюции и общественного прогресса многообразие и разнообразие отражательных систем повышает качественное разнообразие, полноту и точность отображений, а в сочетании с их интенсивной переработкой повышает глубину отображения, т. е. в итоге совершенствуются все показатели адекватности отображения своему оригиналу.

Из изложенного становится очевидно, что в неорганической природе свойство отражения не эволюционирует в качестве актуального особого фактора детерминации поведения систем. Но последовательное образование систем, находящихся на каждой следующей ступени структурно-масштабной лестницы, приводит к увеличению разнообразия и сложности их состава и организации. А вместе с этим повышаются и их информационные возможности, которые при определенных условиях приводят к возникновению жизни и сигнально-информационного фактора, необходимого для самосохранения, развития и совершенствования живых систем благодаря психической ориентировке и самоуправлению.

4. Наконец, для отображения разных видов и уровней характерна способность к сохранению структуры следов, отпечатков. В неорганической природе в основе сохранения следов лежат свойства физической необратимости, устойчивости и, в частности, цикличности, регулярности процессов (например, циркулирование токов в замкнутом контуре). Время сохранения следов охватывает широкий диапазон: от величин, приближающихся к нулю, до длительности астрономических порядков. Характерно, что сохранившиеся следы, состояния воздействуют на последующие процессы взаимодействия по законам так называемых марковских процессов, в частности марковских

цепей. Объект неорганической природы как бы «забывает» свою прошлую историю: во взаимодействии участвует наличный суммарный результат прошлых взаимодействий данного объекта, а не их прошлая история в виде генетической структуры. Иначе говоря, прошлая история неорганических объектов актуально не используется и не оказывает влияния на их развитие.

В живой природе, особенно на уровне психических форм отражения, существуют специальные механизмы и функция памяти. В отличие от неорганической природы, где происходит простая «суммация следов», в живой природе осуществляется «накопление прошлого опыта» индивида и вида и его актуальное использование в поведении и развитии. Главное же состоит в том, что действие прошлого опыта, как особого фактора, совершается по законам сигнально-информационной причинности, характерной для самоуправляемых систем, а физическая форма причинности играет при этом подчиненную роль, служит средством, объективным способом реализации сигнальной причинности.

Итак, четыре отличительные характеристики всеобщего свойства отражения по-разному выступают применительно к неживой природе, к живой природе и обществу. Это различие определяется фактом использования или неиспользования соответствующих особенностей этого свойства, а также степенью их выраженности.

§ 5. Принцип отражения

Принцип отражения (отображения) вытекает из материалистического решения основного вопроса философии, он представляет собой общее методологическое требование, предъявляемое ко всякому познанию. Содержание этого общего для всех форм материализма требования таково: целью, результатом познания должно быть относительно адекватное отражение оригинала. Это простое и ясное, с точки зрения здравого смысла, требование оказывается не так просто реализовать, особенно при решении сложных познавательных задач. Сложность его осуществления связана, в частности, с тем, что отражение, познание имеет много сторон, характеристик и их связей, а соответственно — и аспектов его исследования. Способы и меха-

низмы реализации этого требования весьма различны в зависимости от условий, форм и общего уровня развития познания.

1. Диалектика процесса и результата познания. В домарксовском материализме, вследствие его метафизической ограниченности, понятие и принцип отражения трактовались упрощенно. Так, чувственный образ сравнивался с «пассивным впечатлком», а процесс его получения рассматривался по аналогии с деформацией макротел. Мыслительная деятельность и ее результаты представлялись в виде простого «перевода» чувственных данных на язык слов и их комбинирования. Например, Л. Фейербах писал: «Мышление, дух, разум по содержанию не говорят ничего другого, кроме того, что говорят чувства, они лишь говорят мне в связи то, что чувства говорят раздробленно, раздельно» [Л. Фейербах, 1955, стр. 271].

Познавательная деятельность в целом, сам процесс получения результатов считались «зеркальным воспроизведением», простым аналогом связей самих вещей. Такие упрощения неизбежно дополнялись элементами агностицизма и идеализма.

Для последовательного проведения научно-материалистического подхода в познании принцип отражения должен получить диалектическую трактовку. Принцип единства материализма и диалектики в марксистско-ленинской философии возводится в ранг важнейшего, принципиального требования. В. И. Ленин сформулировал условия применения этого требования к изучению процессов отражения, к познавательной деятельности (см., в частности, [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 102, 253; т. 29, стр. 321, 322]). «Неумение применить диалектики к Bildertheorie, к процессу и развитию познания» и составляло «основную беду» метафизического материализма,— указывал В. И. Ленин [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 322].

Если целью познания является относительно верное отображение вещей, то сама деятельность субъекта по получению таких результатов не только подчиняется общим для объективного мира и познания законам, но предполагает и свою диалектику, свои противоречия, механизмы и факторы, приемы и способы движения мысли (логические формы), выражающие в своей совокупности специфику познавательной деятельности.

Однако в нашей философской литературе иногда неверно трактуется положение Ф. Энгельса о совпадении объективной и субъективной диалектики [К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 519, 526], как положение об их якобы полном совпадении, об абсолютном параллелизме объективных процессов и процессов получения знаний о них. Так, Н. К. Вахтомин в своей монографии (1966) делает вывод о том, что «у познания нет каких-то иных законов, кроме тех, которым подчиняется и бытие. Познание, как и бытие, совершается по законам диалектики» [1966, стр. 162, 163], что «формы, в которых происходит познание, являются не чем иным, как отражением реальных отношений вещей» [там же, стр. 163]. При этом автор совершенно не ставит вопрос о специфическом выражении или действии общих законов диалектики в области познания, т. е. о специфической диалектике познания. Аналогичные высказывания имеются в книге Л. К. Наumenко и Г. А. Югая [1968]. Так, авторы утверждают, что «способ развития мыслей тождествен способу движения содержания», а «все специфические определения мышления оказываются специфическими определениями предмета» [1968, стр. 11], и что, следовательно, имеет место «совпадение форм и законов познающего мышления с формами и законами объективной реальности» [там же, стр. 13].

Однако из контекста указанных выше и других высказываний Ф. Энгельса видно, что, во-первых, говоря о совпадении объективной и субъективной диалектики, он имел в виду то, что субъективная диалектика включает в себя объективную, но не исчерпывается ею, так как познавательно-практическое взаимодействие субъекта с объектом есть особый фрагмент, особая область действительности, которая должна иметь свои частые, специфические черты и законы. Во-вторых, наши мысли по своему содержанию как результаты познания суть отражения внешнего мира, а по форме субъективного выражения, в процессах преобразования, оперирования мыслями для получения объективных результатов нет полного совпадения, параллелизма.

В. И. Ленин писал о важности «вскрыть зачатки всех элементов диалектики», начиная от элементарных познавательных актов и форм вплоть до сложнейших, «показав таким образом, что всему познанию человека вообще

свойственна диалектика» [*В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 321*].

Вся история познания свидетельствует о том, что специфика отражения объекта познающим субъектом, диалектика познания обнаруживается уже даже в элементарных чувственных актах, а на уровне теоретического познания она выступает буквально на каждом шагу. Без операций абстрагирования, конструктивизации и идеализации, обобщения и опосредствования мы не смогли бы выйти за рамки чисто эмпирических данных, познать закономерности вещей. Любое свойство и отношение, которое внутренне присуще вещам, познающий субъект может мысленно выделить, абстрагировать от этих вещей и получить возможность оперировать этим свойством относительно независимо, как новым образованием. В теоретической сфере науки, например, мы оперируем такими, казалось бы, парадоксальными умственными конструктами, как «материальная точка», которая замещает реальные тела, имеющие конечные размеры, как «абсолютно твердое тело», «абсолютно несжимаемая жидкость», «идеальный газ» и т. п. Как известно, при выведении уравнений электромагнетизма Дж. К. Максвелл вынужден был поперечное сечение витков проволоки с электрическим током «стянуть» к точке, а число витков устремить к бесконечности. Лишь после этого ему удалось найти закон «в чистом виде», сформулировать его в общем случае, т. е. для любой точки пространства. В современной физике и кибернетике реальная сложная система с множеством детерминированных (по закону однозначной функциональной зависимости) факторов в силу их «неконтролируемости», недостаточной информации о них нередко интерпретируется как система со случайными процессами, и тем не менее на «выходе» удается получить результаты, отвечающие опытным данным.

Для современной науки весьма характерна ситуация, когда расширение области приложений математических методов совершается посредством условной интерпретации и создания искусственных моделей объектов той или иной предметной области. Так, с помощью метода статистических испытаний (метода Монте-Карло) можно моделировать не только процессы, на протекание которых влияют случайные факторы, но и процессы, не связанные

с какими-либо случайностями. Во втором случае искусственно создается вероятностная модель (или несколько моделей), позволяющая решать такого рода задачи. Благодаря такому мысленному моделированию метод Монте Карло становится более универсальным методом решения разного рода математических задач, имеющих самые различные приложения.

Аналогичное, как мы видели выше, относится к теоретико-информационным методам, когда с целью их возможного применения для оценок сложности тех или иных процессов мы интерпретировали эти процессы как сигнально-информационные.

Такие мысленные «препарирования» объектов, превращение их в особые «модельные объекты» и оперирование с последними — типичное явление в современной науке. Более того, в теоретическом познании нередко приходится встречаться с такими ситуациями, когда в рамках данного теоретического построения производится оперирование понятиями, не имеющими объективно-реального смысла. Так, в квантовой электродинамике существует математический аппарат, основанный на понятии гильбертова пространства с индефинитной метрикой. Он замечателен тем, что содержит элементы, не имеющие прямого физического смысла, — например, отрицательные вероятности. Однако в определенных «узловых пунктах» преобразований отрицательные вероятности элиминируются и полученные результаты (формулы) приобретают физический смысл.

Примеры подобного рода можно умножить. Анализ их приводит к следующему общему заключению. Введение идеализаций, условные интерпретации и построения мысленных моделей, введение «фиктивных» операционных членов — все это связано с диалектико-материалистической трактовкой принципа отражения как требования, направленного на получение объективных результатов познания. При этом следует отличать содержание знаний от форм получения этих знаний, т. е. от тех способов выражения и преобразования исходных данных, которые не являются полными аналогами объективных процессов, аналогами связей и преобразований самих вещей. Эти операциональные формы имеют «добавочные операционные члены», «операционные связи», которые элиминируются в результатах познания.

Различные способы таких преобразований и составляют специфическую диалектику процесса и результата познания. История современного научного познания показывает, что чем более развита эта диалектика, в частности, чем выше «позитивная субъективность», т. е. активность познавательной деятельности, тем достовернее, точнее, полнее и глубже ее результаты — знания.

2. Активность познания и принцип извлечения. Принцип отражения как требование, направленное на результат познания, на наш взгляд, конкретизируется и дополняется принципом активного выделения, извлечения нужной информации об объекте при исключении ненужной, побочной. Экспликация этого гносеологического и общенаучного принципа имеет глубокое основание и играет большую роль в современной науке, характеризуя отражение, познание как активный процесс. Он обобщает, объединяет более частные методы и принципы переработки информации.

Живые существа на разных уровнях своей организации активно используют структуру изменений (следов-отпечатков), полученных под влиянием внешних и внутренних воздействий, т. е. используют в процессах саморегулирования и самоуправления структурную информацию, воспринимая, храня, накапливая, перерабатывая ее. Это хорошо видно в создаваемых человеком и работающих под его контролем технических системах связи и управления, в вычислительных устройствах. Подобные системы организованы так, что способны извлекать нужную (т. е. необходимую для выработки целесообразных реакций) информацию, исключая ненужную (помехи, шум, все то, что составляет «фон» воздействий). Такое выделение и исключение осуществляются методами селекции, фильтрации, демодуляции, а также методами оптимального кодирования и декодирования. В частности, основные теоремы теории информации, по существу, являются критериями, позволяющими находить, отбирать оптимальные (по тому или иному показателю) методы и варианты кодирования и декодирования информации.

Как показывают современные научные данные, процессы модуляции и демодуляции, селекции и фильтрации, оптимального кодирования и декодирования в специфических формах существуют и в «естественных» системах управления и связи — в живых организмах. Поэтому ука-

занные методы эффективно используются в кибернетике при моделировании жизненных процессов и психической деятельности.

Кроме процессов первичного выделения (и исключения) информации, в более сложных задачах познания существуют особые методы извлечения нужной информации, что равнозначно решению этих задач. Начиная с методов первичной обработки результатов наблюдений с помощью теории вероятностей и математической статистики вплоть до методов решений уравнений (из области алгебры, математического анализа, функционального анализа и пр.) и построения математических моделей объектов — все способы математического решения разнообразных задач содержат два типа диалектически связанных процедур: операции извлечения из исходных данных нужной информации (искомых величин, соотношений), сопряженные с операциями исключения (элиминации) побочной, ненужной информации. Многие теоретические трудности при построении математических моделей (гипотез) сводятся к отысканию способов элиминирования так называемых фиктивных членов, имеющих подсобный оперативный характер. Так, во многих вариантах построения новых теорий (моделей) элементарных частиц главная трудность заключается в том, что не имеющие физического смысла величины не удастся исключить из выводов теории.

Наиболее общим и эффективным принципом математического естествознания, представляющим модификацию рассмотренного выше гносеологического принципа извлечения, или выделения, является принцип инвариантности.

Принцип инвариантности и методы нахождения инвариантов имеют общенаучное значение, поскольку они обнаруживаются в процессах отражения различных уровней. Рассмотрим эту проблему подробнее.

3. Объективность, существенность и принцип инвариантности. Категория инварианта и принцип инвариантности возникли в математике, получив особенно большое применение в геометрии. Напомним, что инвариантность есть свойство сохранять неизменность по отношению к определенным группам преобразований, изменений. В начале XX в. идея инвариантности была применена в специальной теории относительности, затем в общей тео-

рии относительности; она была использована также при построении квантовой механики. Требование инвариантности законов природы относительно тех или иных групп преобразований (а следовательно — и относительно вполне определенных условий действия этих законов) стало не только общезначимым принципом, но и принципом всего теоретического естествознания.

В последние десятилетия принцип инвариантности начинает выступать в качестве не только общенаучного, но и общеметодологического, гносеологического принципа. На это обстоятельство обратили внимание как сами представители естествознания, причем не только физики (М. Борн [1963, стр. 267—284], Д. Бом [1967, стр. 239—265]), так и философы (В. С. Готт [1965], Ю. А. Урманцев [1964], Н. Ф. Овчинников [1963], В. А. Лекторский [1965, 1967], А. И. Уемов [1963], А. Д. Урсул [1967], В. С. Тюхтин [1963] и др.).

Принцип инвариантности охватывает уровень не только теоретического, но и чувственного познания. Так, результаты воздействия объектов на рецепторы можно рассматривать как первичные «проекции» или преобразования свойств и отношений вещей, а центральная переработка есть их вторичное преобразование. Чувственные образы свойств и отношений (в том числе упорядоченности, структуры) вещей представляют собой обобщенные инварианты этих преобразований в отражательном аппарате субъекта. Например, явление константности восприятия в психологии представляет собой отображение собственных характеристик предмета (его формы, цвета, скорости и траектории движения и т. д.), полученное путем выделения инвариантов на основе преобразований (проекций) этих свойств и отношений, т. е. модификаций формы, цвета, скорости, траектории движения предметов в разных условиях — в разных ракурсах (наклонах, поворотах), в различной освещенности, удаленности от наблюдателя и т. д., и т. п.

Существенно отметить, что на уровне предельной эпистемологической общности, когда речь идет о восприятии вообще, эксперименте вообще, теории, гипотезе, модели и т. д., а не об их конкретных разновидностях, — принцип инвариантности выступает просто в виде качественного требования. Его смысл заключается в следующем: к любой разновидности формы познания, в зависимости от

общей цели познания, применяется аппарат соответствующей группы преобразований и инвариантов. Когда же фиксирована вполне определенная разновидность формы познания и конкретизирована задача, то этим обусловлен выбор уже и вполне определенной группы преобразований, а тем самым и условий познавательной ситуации.

Например, форма зрительного восприятия пространственной величины предмета на основе его различных проекций (преобразований) получается в результате выделения его метрических инвариантов. Выделение «собственного» цвета предмета в цветовом восприятии есть выделение «физического» инварианта, основанного на свойстве суперпозиции различных волн.

Во многих познавательных ситуациях, несмотря на четкую постановку задачи и эмпирические данные, сама группа преобразований остается неизвестной. Тогда ведутся поиски такой группы. Так, в последнее время в связи с классификацией структуры элементарных частиц открыты различные группы симметрии — $SU_{(3)}$ -симметрия, а также более широкие группы типа $SU_{(6)}$ или $S_{p(6)}$. Система найденных инвариантов и является тем ядром, вокруг которого строится та или иная теория [С. В. Илларонов, 1968].

Итак, общеметодологическое значение принципа инвариантности связано с тем, что он имеет две основные функции, используется при решении двух фундаментальных гносеологических задач. Во-первых, с его помощью по различным проекциям (преобразованиям) определяются собственные характеристики объекта. В качестве таких проекций могут выступать продукты (результаты) различных взаимодействий данного объекта с другими объектами, в частности: с измерительными приборами, рецепторами, информационными системами. Во-вторых, с помощью этого принципа находят устойчивые отношения, присущие тому или иному классу объектов. Иначе говоря, этот принцип важен при переходе от явления к сущности, от сущности первого порядка к сущности второго и более высоких порядков.

Поясним первую функцию принципа инвариантности — функцию выделения объективного содержания, поскольку она вызывает возражения, рождает споры.

Нередко принижают, недооценивают эвристическую роль принципа инвариантности, утверждая, что объек-

тивным по содержанию является не только инвариантное относительно тех или иных преобразований (проекций), но и сами эти «проекции», в частности, результаты реального взаимодействия объекта с прибором [С. Г. Суворов, 1963, стр. 486]. Односторонность этого утверждения и недооценка принципа инвариантности, на наш взгляд, заключается в следующем.

Если какие-либо величины или их соотношения в теоретических построениях оказались неинвариантными относительно данных преобразований, то это обстоятельство не служит еще формальным показателем необъективности соответствующего свойства или соотношения. И вопрос о том, присуще ли такое неинвариантное свойство или отношение имманентно данному объекту или оно есть лишь «проекция» какого-либо свойства другого объекта на данный объект, остается без дальнейшего исследования открытым. Открытый характер этого вопроса связан с тем, что неинвариантное по отношению к данной совокупности, в частности, «группе преобразований», может стать инвариантным относительно иных преобразований или «проекций». При этом здесь возможны три случая.

1. Существует такая группа (или — более широко — совокупность преобразований), относительно которой данное свойство или отношение будут инвариантными; причем эта инвариантность относится не к единичному объекту, а к целому множеству, классу объектов. Такие инварианты интерпретируются как принципы сохранения или законы движения (и развития) той или иной предметной области действительности.

2. Если свойство или соотношение неинвариантно в первом вышеуказанном смысле, но объективно присуще тому или иному уникальному объекту (каковым является уникальная скульптура Лаокоона, река Волга и т. п.) или же индивидуальному состоянию процесса, то на теоретико-групповом языке это выражается следующим образом. Структура такого уникального объекта или индивидуального состояния окажется инвариантной относительно таких преобразований, которые являются проекциями данного математического объекта (соотношения) на другой объект. С точки зрения своей физической интерпретации эти проекции суть результаты воздействия интересующего нас уникального объекта или состояния на

другие объекты. Поясним на простейшем наглядном примере. Освещая фигуру данного уникального предмета и проектируя ее на различные плоскости, находящиеся под определенными углами друг к другу, мы по проекциям (теням), или преобразованиям, находим собственную пространственную конфигурацию предмета. При этом такие внешние проекции мы рассматриваем как отображения собственных свойств одного объекта в другом.

Однако такие проекции могут являться и особыми, диспозиционными свойствами, зависимыми от обоих взаимодействующих объектов. Таковы свойство поваренной соли растворяться в воде и свойство воды быть растворителем соли. Таково же свойство двух химических веществ вступать в реакцию и давать новое соединение. В подобных ситуациях эти диспозиционные свойства объектов (как эффект их взаимодействия) мы можем спроектировать, отобразить на некоторое конечное множество независимых от первых объектов. Эти отображения, или «проекции», и будут теми преобразованиями, относительно которых инвариантна структура (или величина) этих диспозиционных свойств и отношений.

Такого рода гомоморфные (а в идеале — изоморфные) отображения и их инварианты составляют весьма общий случай, способный охватить и два первые как частные случаи. В измерительной технике, в технике связи и управления, в деятельности органов чувств живых систем мы имеем дело с сигнализационными процессами, когда на всем пути трансформации воздействий от датчиков (рецепторов) до центральных блоков переработки (до центров головного мозга) меняется форма (способы бытия) сигнала. Это выражается в преобразованиях материальных носителей, способов модуляции и способов кодирования. При этом инвариантной, независимой от этих преобразований остается структура, упорядоченность последовательности воздействий, т. е. информационная функция, содержание сигнала. Скажем, исполняемая певцом по радио и одновременно записываемая на граммпластинку мелодия песни сохраняется при гомоморфных преобразованиях, начиная от перехода упругих колебаний воздушной среды к колебаниям мембраны, электрического тока, затем электромагнитных волн и вплоть до механических деформаций (колебаний) при грамзаписи.

Итак, в структуре сигнала может выражаться как устойчивая структура оригинала, так и неустойчивая (вернее, устойчивая в данный момент времени) структура состояния и структура уникального объекта.

Все трудности и все мастерство при использовании принципа инвариантности заключаются: (а) в нахождении тех объективных изменений вещей, которые могут быть рассмотрены как соответствующие преобразования интересующего нас свойства, отношения; (б) в нахождении той или иной уже известной математической группы преобразований и (в) в открытии новых групп преобразований, относительно которых данные инвариантные отношения можно интерпретировать как соответствующие принципы сохранения или закономерности определенной области явлений.

Принцип инвариантности, с одной стороны, выступает как конкретизация принципа отражения и извлечения, т. е. как гносеологический принцип, или требование. С другой стороны, он является частно-методологическим общенаучным принципом, эффективным в тех теоретических областях знаний, где большой удельный вес имеет математика, ибо этот принцип непосредственно смыкается с математическим аппаратом теории групп преобразований и инвариантов, с разработкой аппарата учения о симметрии и асимметрии, о свойствах симметрии и асимметрии в областях неживой, живой природы и общества.

Аналогичное принципу инвариантности общеметодологическое значение начинают приобретать в научном познании и принцип соответствия, принцип и методы эквивалентных преобразований, методы упрощения, принцип простоты теорий и некоторые другие регулятивные принципы.

Применение математических принципов, методов и языка к решению проблем гносеологии может осуществляться двумя путями (или комбинацией их). Во-первых, на основе анализа форм познания в истории познавательной деятельности в целом и в истории различных наук при обнаружении точных закономерностей, структур можно пытаться найти специфические математические формы их выражения. Во-вторых, исходя из наличия абстрактных структур (методов) в математике, можно искать условия и способы их применения к анализу форм познавательной деятельности. Например, в тех познава-

тельных ситуациях, когда необходимо определять поведение объекта при явно недостаточной информации, но при наличии возможности периодически взаимодействовать с ним, с успехом могут применяться такие формы эвристической деятельности, когда познавательная ситуация интерпретируется в терминах теории игр, как «игровая ситуация». В этом случае применяется аппарат из арсенала теории игр, известный под названием «игр против природы». В следующих разделах работы мы столкнемся с необходимостью применять многообразные математические отображения (морфизмы) для выражения структурного соответствия образа предмету-оригиналу (§ 7) с информационными оценками основных характеристик образа (§ 14).

4. Критика «критиков» теории отражения. Для более глубокого уяснения диалектической сущности понятия и принципа отражения полезно рассмотреть некоторые типичные аргументы критиков теории отражения.

В последние годы в нападках противников теории отражения марксистская гносеология нередко явным образом отождествляется с домарксистскими концепциями. Так, Г. Фальк [1966, стр. 52] и А. Грегор [1963, стр. 36] ставят знак равенства между теорией отражения и теорией познания материализма XVIII в. А. Лефевр [1958, стр. 75] объявляет марксистско-ленинскую гносеологию теорией зеркального отражения и обвиняет ее в дуализме, как когда-то Дж. Беркли обвинил в этом материалистов начала XVIII в.

Не менее опасны те нападки на теорию отражения, которые исходят от людей, выступающих на словах сторонниками марксистской философии, а на деле искажающих само существо диалектико-материалистического понимания принципа отражения (в этом смысле характерны высказывания некоторых югославских философов, выступавших 10 и 11 ноября 1960 г. на IV собрании Югославского общества философии, заседание которого было специально посвящено проблеме отражения и ее соотношению с проблемами творчества и практической деятельности, а также отдельные работы этих же философов).

Исходным пунктом и поводом для нападок является прежде всего тезис, согласно которому отражение в работах ряда марксистов понимается «буквально», с позиций наивного реализма и механицизма. На этом основа-

нии принцип отражения и теория отражения в целом объявляются нетипичными для марксистской философии. Разберем три основных типа аргументов, выдвигаемых в пользу такого утверждения.

1. Объявляется совершенно лишенным смысла считать заблуждения¹ и фантастические представления отражением действительности.

Конечно, отражение (по определению) должно соответствовать какой-либо стороне объекта. Но это не означает, что заблуждения ничего не отображают, т. е. не имеют никакого отношения к действительности.

Прежде всего само различие между истиной и ложью (в широком, гносеологическом смысле) имеет не абсолютный, а относительный характер [*К. Маркс и Ф. Энгельс*. Соч., т. 20, стр. 92]. В любом научном понятии, положении как относительной истине содержатся элементы достоверного и достаточно точного (для соответствующих задач и уровня практики) знания. И одновременно в нем есть элементы неопределенности, неточности, заблуждения как следствие исторической ограниченности любого знания; эти элементы обнаруживаются в ходе дальнейшего познания. Поэтому следует конкретно выяснить, какие элементы содержания в данных положениях являются неадекватными, а какие — адекватными отображениями вещей, в какой мере адекватными и т. п.

Например, в ложных представлениях средневековой алхимии не все было ложно. Позитивной была сама идея превращаемости элементов друг в друга, хотя она и выражалась в ненаучной форме. И недаром в 1937 г. физик Резерфорд назвал эксперименты с превращением одних элементов в другие «современной алхимией». Конечно, у алхимиков сами способы осуществления этих превращений не соответствовали объективным закономерностям, а их суждения на этот счет были ложными, не отражали в прямой форме действительного положения вещей. Однако и в ложных суждениях могут быть компоненты, которые содержат элементы отображения, имеют хотя бы косвенное отношение к действительности. В связи с этим важно ввести понятие косвенного отображения. *Косвенное отображение* связано не с содержанием данного вида

¹ В данном случае понятие «заблуждение» отличается от понятия «ложное высказывание», употребляемого в формальной логике, где оно абсолютно противоположно истине, исключает ее.

знания, а со способами существования и выражения его содержания. Это, следовательно, вторичное отображение, существующее в неявном виде, «побочный» продукт, сопутствующий прямому отображению. Косвенное отображение может иметь либо совершенно другой объект-оригинал, либо тот же объект, но взятый с другой стороны, нежели в прямом отображении. Так, в представлениях алхимиков о превращении элементов друг в друга косвенно отображены уровень производительных сил той эпохи, экспериментальной базы науки, общий уровень средневековой культуры и науки. Религиозные мифы — это «фантастическое отражение мира» — также косвенно отражают уровень культуры, социальные отношения, быт и другие условия жизни людей.

Только «абсолютное незнание» и абсолютно бессмысленные положения (а таковых, по-видимому, не существует) не имеют отношения к внешнему миру, ни прямо, ни косвенно ничего не отражают в нем, ничего не заимствуют от него. Человеческие заблуждения, возникшие в процессе реального познания мира, как правило, связаны с нарушением логических норм и гносеологических требований, которые ограничивают произвольное конструирование образа объекта. Все неадекватные показания органов чувств или искусственных приборов связаны с нарушением нормальных условий их функционирования, обеспечивающих адекватное отражение. Например, действие так называемых неадекватных раздражителей на рецепторы (скажем, механические, а не световые воздействия на глаз) или на приборы означает нарушение этих условий, ибо конструкция рецепторов приспособлена к определенному классу воздействий; созданные человеком приборы также «пригнаны» к соответствующим их устройству агентам. В частности, на такого рода нарушениях, на подмене адекватных раздражителей неадекватными, на различных иллюзиях восприятия основывался, как отмечал В. И. Ленин, «физиологический идеализм» И. Мюллера.

Для того чтобы выяснить причины отдельных заблуждений, несостоятельности отдельных положений или целых направлений мысли, необходимо их рассматривать как искаженные отображения действительности, в которых косвенно и в неотделенном виде содержатся элементы верного отображения. Так, гносеологическими корня-

ми идеализма и религии В. И. Ленин считал «*одностороннее, преувеличенное ...развитие (раздувание, распухание) одной из черточек, сторон, граней познания в абсолюте*» [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 322]. Это «*возможность отлета фантазии от жизни; мало того: возможность превращения (и притом незаметного, несознаваемого человеком превращения) абстрактного понятия, идеи в фантазию (in letzter Instanz=бога)*» [Там же, стр. 370].

2. Второй аргумент против понятия и принципа отражения, против теории отражения в целом ее противники усматривают в том, что эта теория якобы несовместима с активностью субъекта. «Буквально понимаемая теория отражения,— по мнению Г. Петровича,— несовместима с марксовым пониманием человека как творческого, практического существа» [1965, стр. 252], с идеями о возможном, но еще не существующем в действительности [S. Ноок, 1955, стр. 80]. Понятие отражения якобы неприменимо к таким состояниям психики, как эмоции, чувства и воля. Так ли это?

Разумеется нет! Прежде всего «опережающая», прогнозирующая функция любого отражения — будь то дистантное восприятие объекта, модель предстоящих действий или научное предвидение событий — согласуется с принципом отражения. Как известно, предвосхищение будущего основывается главным образом на отображении объективных закономерностей, общих для настоящих, прошлых и будущих явлений и событий; поэтому некоторые следствия, вытекающие из прогнозирующей или ретроспективной (т. е. нацеленной на прошлое) моделей, могут быть экспериментально проверены в настоящем. Даже простейшие сигнальные реакции, ощущения и восприятия выполняют в какой-то мере функцию, предваряющую, опережающую действия живых существ. Следовательно, только непонимание природы активности психического отражения может породить противопоставление отражения его опережающей, прогнозирующей функции.

Далее, в таких психических явлениях, как эмоции, чувства и воля, косвенно отражается внешний мир, на который так или иначе направлены эти субъективные переживания, а вместе с тем отражаются и отношения субъекта переживаний к внешнему миру.

Практически преобразующая, активная деятельность человека, с одной стороны, лежит в основе всех психи-

ческих способностей, в том числе и способностей чувственного отражения и теоретического познания мира. С другой стороны, сама практическая деятельность невозможна без продуктов отражения и познания, которые адекватны преобразуемому миру.

Плодотворный конструктивный подход к проблеме активного характера чувственной и мыслительной деятельности человека четко наметился в кибернетике. Этот подход связан с проблемой разработки теории самоуправляемых систем различных уровней — самонастраивающихся, самообучающихся, самоорганизующихся, самовоспроизводящихся и прогрессирующих систем. От раскрытия природы самоорганизации (как центральной, узловой проблемы) зависит понимание не только сущности жизненных процессов, но также и природы органических и ориентировочных потребностей, мотивации поведения живых существ. А от ориентировочных потребностей (у человека — от познавательных интересов) зависят: возникновение проблемной ситуации, постановка новых целей, актуализация старых и выработка новых критериев выбора действий; генерация новых направлений поиска и сам процесс поиска; эмпирическая интерпретация формального результата решения задач и ряд других моментов творческой деятельности.

Все эти моменты являются предметом исследований не только в области психологии творчества, но и в гносеологии, логике и методологии научных исследований. Для этих дисциплин кибернетические исследования указанных проблем имеют огромное значение: они дают обильный материал для раскрытия диалектики объективного и субъективного, содержания и формы, процесса и результата в человеческом познании.

§ 6. Соотношение понятий

«образ», «модель», «сигнал» и «знак»

При выяснении роли кибернетики для теории отражения важно рассмотреть соотношение понятия «гносеологический образ» с понятиями «модель», «сигнал» и «знак», широко используемыми в теоретической и технической кибернетике. Сравнительный анализ указанных понятий позволяет выявить их координацию и субординацию, их специфические и общие черты. А на этой основе открываются достаточно широкие возможности для применения

в анализе отражения посредством образов методов кибернетики, теории информации. Такое сопоставление облегчает также более дифференцированный анализ гносеологического образа (этому посвящены главы III и IV), что составляет, как мы показали в § 3, одну из важнейших задач теории отражения.

1. Образ и модель. Гносеологический образ в обобщенном значении этого понятия охватывает различные виды не только чувственного отображения (ощущения, восприятия, представления), но и теоретического познания — понятия, суждения, гипотезы, теории.

Начиная анализ гносеологического образа и стремясь выявить необходимые и достаточные предварительные условия для выявления различия и сходства образа с моделью, укажем сначала те черты образа, которые можно считать установленными на эмпирическом уровне. Эти черты проще всего сгруппировать в следующем определении (построенном применительно к истинному образу).

Гносеологический образ — это такой результат познания субъектом объекта, упорядоченность элементов которого в принципе соответствует упорядоченности свойств, связей и отношений объекта (оригинала), причем эта упорядоченность (структура) функционально отделена субъектом от субстрата образа и непосредственно для носителя образа существует в субъективно-идеальной форме.

Поясним главные моменты (черты) определения.

1. Образ есть некоторый результат, продукт познания; в свою очередь он может служить отправным пунктом и элементом процесса движения к новому результату. Каждый результат есть некоторое целостное дискретное образование, фиксирующее определенную сторону и уровень соответствия, или адекватности, своему оригиналу. Более точное значение термина «адекватность» будет определено в § 9.

2. Структурное соответствие (или соответствие упорядоченности) оригиналу есть главный пункт определения образа. Суть вопроса, как мы подчеркивали, рассматривая определение отражения в широком смысле, состоит в воспроизведении всех свойств и связей оригинала на структурном языке, т. е. в установлении соответствия между элементами, отношениями и их упорядоченностью образа, с одной стороны, и оригинала, с другой. Например, исходными элементами полимодального чувственно-

го образа предмета будут ощущения различных модальностей (зрительные, слуховые, тактильные, тепловые и др.), соответствующие свойствам («качествам») предмета. В рамках этих модальностей выделяются элементы, определяемые порогами чувствительности, разрешающей силой рецепторов, емкостью и скоростью проведения импульсов нервами и т. д. Элементы пространственного отображения (минимально различимые точки зрительного поля), «кванты» состояний рецепторов организуются в определенные структуры — пространственные (форма тел окружающей среды), временные, пространственно-временные (т. е. кинематические) структуры, описывающие перемещения, изменения тел в пространстве, структуры, представляющие зависимость любых свойств между собой. Для мысленных, теоретических образов характерно, что те или иные отношения между элементами образа могут, в свою очередь, стать элементами более абстрактных структур (например, понятие сложной функции представляет собой функцию от другой функции). Все образы, от чувственных до мысленных включительно, являясь структурами, обладают признаками абстрактности, обобщенности и опосредованности разных степеней и уровней. Соответствие любого образа объекту неполно, приближенно, упрощенно, имеет разную степень глубины.

3. Функциональная выделенность различных отношений и структур из своего материального субстрата (процессов в анализаторах субъекта) существенно отличает психическое отражение от других видов отражения. Так, в неживой природе структура следов-отпечатков никак не отделяется от самих отпечатков, поскольку последние не используются носителями этих отпечатков в какой-либо особой функции, а в живой природе, по мере использования отпечатков в ориентировочной функции, происходит функциональное выделение структур различных уровней¹. Образ существует для его носителя-субъекта непосредственно, в особой субъективно-идеальной форме, в которой выражено объективное содержание. Субъект, используя следы-отпечатки в своих анализаторах в ориентировочной функции, выделяет структуры этих отпечат-

¹ Более подробно об условиях и механизмах функционального выделения структур в процессе реализации образа см. [В. С. Тютин, 1963] и [А. М. Коршунов, 1968].

ков, оперирует этими структурами и соотносит их с оригиналами, реализуя их предметное значение или смысл. Но для другого субъекта, который с помощью тех или иных приборов констатирует распределения нейрофизиологических процессов в мозгу первого субъекта, образ первого субъекта не дан. Это обусловлено тем, что выделенность структуры и ее соотнесение с оригиналом основаны на индивидуально неповторимом опыте первого субъекта. Этот факт, как увидим ниже, имеет принципиальное значение для объективного познания психики.

4. Основой соответствия и зависимости структур образа от оригинала, коррегирования этого соответствия, а также способом реализации предметного значения и смысла являются взаимодействия субъекта с объектом — его предметная, практическая деятельность.

Разнообразные модели представляют собой разновидность отражения и одно из его средств. Это обстоятельно показано в ряде работ, посвященных методологическим проблемам моделирования [В. А. Штофф, 1966; Б. А. Глинский и др., 1965].

Рассмотрим основные значения термина «модель», представляющие особый интерес для теории познания.

Во-первых, это идеализированное понятие модели в «чистой» математике и логической семантике. Под моделью разумеется здесь формальная система, которая изоморфна другой формальной системе и интерпретирует (замещает) ее.

Второе значение понятия модели встречается во всех науках, и особенно в кибернетике, где оно получило наиболее четкое определение. Мы исходим из определений модели, данных И. Б. Новиком [1963 б] и В. А. Штоффом: «Под моделью понимается такая мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте» [В. А. Штофф, 1966, стр. 19].

Рассмотрим основные признаки модели, чтобы сопоставить их с признаками гносеологического образа.

1. Структура принятого в качестве модели предмета (процесса, явления) должна иметь соответствие (в частности, подобие) со структурой другого предмета, который для первого выступает как оригинал. При этом соответст-

вие может быть выявлено, известно, а структуры предметов фиксированы в виде аналогичных математических соотношений (формул, графиков, таблиц и т. д.). Например, выше приводилась математическая аналогия между формулами закона теплопроводности Фурье, закона фильтрации жидкостей Дарси и закона Ома. По этим формулам соответственно определяются: количество тепла, жидкости и электричества. Это пример прямой, заранее известной аналогии.

В случае не прямой аналогии, когда соответствие не выявлено, предмет, принятый за модель, считается предположительно сходным с оригиналом. Задача здесь сводится к тому, чтобы, действуя с данной «рабочей», гипотетической моделью, определять элементы сходства, корректировать, приближать структуру модели к структуре оригинала. В общем случае соответствие любых моделей оригиналам имеет неполный, приближенный, упрощенный характер. Исключение составляют лишь модели — интерпретации двух формальных систем в математике (мы не рассматриваем случай, когда моделью называют фрагмент действительности, интерпретирующий формальную систему).

Указанное соответствие структур модели и оригинала предполагает в общем случае различие материальной природы (материала, субстрата) носителя модели и оригинала. В случае же тождества их материала мы имеем субстратные, в частности физические, модели.

2. Вторым признаком модели является активное использование данного предмета, обладающего соответствием с оригиналом, в функции особого заместителя оригинала. Очевидно, что реализация этой функции предполагает наличие системы (субъекта), которая способна использовать предмет в качестве модели. Иначе говоря, свойство «быть моделью» есть функциональное свойство, а не свойство, имманентно присущее самим вещам.

В случае, когда вид структурного соответствия известен и это соответствие фиксировано в аналогичных формулах, операции над моделью сводятся к простому переносу частных значений с модели на оригинал. Например, пусть мы знаем формулу колебаний корпуса автомобиля при его упругой подвеске. На основе известных электро-механических аналогий (первого или второго рода) строим электрическую модель и, рассматривая ее состоя-

ния в различных режимах, интерпретируем (переносим) величины различных состояний модели, как величины, характеризующие состояния подвески автомобиля при разных поворотах, различном рельефе дороги, разных скоростях движения и т. д.

В ситуации, когда исследователь имеет дело с гипотетической, «рабочей» мысленной моделью, ее использование носит более активный и сложный характер. В общем случае, действуя с такой моделью, выводят следствия (или замеры состояний модели), сопоставляют с эмпирическими свойствами оригинала (свойства эти должны быть известны или доступны для наблюдения), корректируют, совершенствуют структуру модели, иногда заменяя модель новой. В ходе уточнения модели фактически с ее помощью производится обработка эмпирических сведений об оригинале. По мере того, как содержание «рабочей», гипотетической модели уточняется и углубляется, раскрывая внутренние связи оригинала, она оформляется в теорию (или фрагмент теории) объекта, т. е. из подсобного средства познания превращается в мысленный образ объекта.

Использование системы в функции заместителя оригинала может осуществляться не только в познавательном, но и в практическом плане. Так, рука-манипулятор в технике, искусственная почка и аппарат «сердце-легкие» в медицине представляют собой «модели-имитаторы», заменяющие отдельные функции своих прообразов не в информационном, а в практическом плане. Здесь моделирование перерастает в искусственное воспроизведение оригинала.

3. Создание и использование модели в качестве подсобного средства познания необходимо связано с тем, что модель предоставляет наибольшие, по сравнению с оригиналом, возможности и удобства оперирования, измерения ее состояний, ее преобразования и т. д. Это и вызывает необходимость построения теоретических или вещественных моделей. В области технического моделирования этим требованиям более всего отвечают электрические модели.

4. Модель (в виде вещественного или абстрактного объекта) вводится с целью получить с ее помощью новое знание об оригинале, который она замещает. На чем основана такая возможность? Чувственные и мысленные

образы формируются, строятся на основе взаимодействия носителя образа (субъекта) с оригиналом, зависят от последнего. А аналоговая модель в своей основе выбирается как бы готовой, она строится не на основе непосредственного взаимодействия, причинной связи с оригиналом. Сходство (аналогия) модели с оригиналом является проявлением материального единства мира, а не результатом ее взаимодействия с оригиналом. Так, между электрическими силовыми линиями, с одной стороны, и трубками, по которым протекает жидкость, с другой стороны, нет причинной связи. И тем не менее их сходство, аналогия было основанием для выбора Максвеллом модели электромагнитных явлений. То же можно сказать и об аналогии между движением электронов вокруг ядра и движением планет вокруг Солнца (модель Резерфорда).

Из отмеченной особенности модели вытекают две методологические проблемы. Во-первых, для моделирования, основанного на прямой аналогии, необходима разработка правил переноса значений параметров модели на оригинал; эти правила формулируются в теории подобия и размерностей. Во-вторых, для моделей, использующих непрямую аналогию (для гипотетических моделей), существенно выяснение границ аналогии, условий и степени достоверности модельных представлений об оригинале. Эта проблематика разработана меньше, хотя нельзя не назвать интересных исследований А. И. Умова [1962], посвященных обоснованию и увеличению достоверности выводов по аналогии.

5. Еще одна особенность аналоговых моделей, существенно отличающая их от гносеологических образов,— это принципиальная ограниченность их познавательной роли, связанная с природой самой аналогии.

Мысленная модель, основанная на структурной аналогии с оригиналом, на тождественности некоторых отношений, помогает изучить те свойства оригинала, которые одинаковы со свойствами модели. Но свойства и отношения, не входящие в аналогию и являющиеся специфическими для оригинала, в аналоговых моделях, естественно, не воспроизводятся. Это ограничение вполне очевидно в вещественных моделях (так называемых машинах непрерывного действия), так как здесь вступает в силу дополнительный фактор — различие материальной природы мо-

дели и оригинала. Подобное различие с неизбежностью выражается и в различии структур носителя модели и оригинала.

Что касается знаковых моделей, в частности моделей с цифровым представлением информации, носителями которой служат цифровые вычислительные машины, то их материальная природа, материал, из которого они построены, не накладывает принципиальных ограничений на возможности моделирования. Это связано с тем, что все содержание объекта-оригинала выражено в кодовой форме, в виде отношений и структур, которые не имеют, как отмечалось выше, субстанционального характера; именно поэтому они могут быть представлены с помощью языка знаков и введены в машину в виде «кодовой программы». На этой универсальности «программного», или информационного, моделирования (см. [В. М. Глушков, 1963]) и основывается универсальность информационных возможностей ЦВМ.

Перечисленные основные характеристики модели в специальном смысле, или собственно модели, характеризуют модель как посредник, промежуточное звено между субъектом и объектом, как промежуточный этап построения образа, теории объекта.

Если любая теория неполно, приближенно отражает оригинал, то в мысленном плане трудно установить резкую границу между теоретической мысленной моделью и теорией объекта. И, естественно, возникает вопрос: нельзя ли продукты чувственного отражения и теоретического познания считать особого рода моделями, а познание — моделированием особого рода? Вопрос этот далеко не праздный и отнюдь не формальный. Его постановка диктуется, во-первых, методологическим требованием единого подхода к моделированию и познанию и вытекающей отсюда необходимостью нахождения единых, общих принципов, законов, черт, характеризующих модель и образ, моделирование и познание, как и определения различий между ними, степени их существенности и т. д. Во-вторых, этот вопрос возникает в связи с возможным использованием (хотя бы частичным) понятий и методов моделирования в теории познания для уточнения, обогащения ее аппарата. Поэтому вопрос о сходстве и различии понятия модели и гносеологического образа имеет не только принципиальное, но и прикладное значение.

Отвечая на этот вопрос, надо прежде всего подчеркнуть, что содержание образа и мысленной модели существует в сознании субъекта, выражено в идеальной форме, в силу чего мысленные модели относят к классу идеальных моделей.

Структура образа и структура мысленной модели имеют соответствие (сходство) со структурой своего оригинала. Но основу первого типа соответствия составляет взаимодействие субъекта с объектом, протекающее по вполне определенным законам. В основе же соответствия модели, основанной на прямой аналогии, и оригинала лежит материальное единство мира, т. е. сходство здесь имеет место до и помимо этого взаимодействия. С этим связано и ограничение, накладываемое на такую модель: она воспроизводит, из нее выводятся следствия лишь относительно общих, а не специфических для модели и оригинала свойств. Образ же, формируемый на основе взаимодействия с оригиналом, «вычерпывает» из последнего его специфические особенности. Если построение образа (чувственного и мысленного) детерминировано воздействиями объекта на отражательный аппарат субъекта, то в случае модели имеет место некоторая «свобода выбора»: оригинал в силу материального единства мира может быть изоморфен (гомоморфен) некоторому множеству материальных объектов, ибо для изоморфизма нехарактерно тождество элементов структуры оригинала и его отображения.

Оперирование образами и мысленными (в частности, математическими) моделями подчиняется одинаковым гносеологическим и логическим требованиям; поэтому информационные программы как мысленных моделей, так и образов могут быть переданы вычислительной машине. Но между образами и любыми (в том числе мысленными) моделями имеется одно существенное отличие: модель выбирается, воспринимается, сопоставляется с оригиналом, преобразуется, корректируется, интерпретируется с помощью образов (чувственных и мысленных). Модель как бы извне привносится в процесс познавательной деятельности, а те или иные образы имманентно вырастают из всего процесса взаимодействия субъекта с оригиналом, включая прошлый опыт субъекта. Короче говоря, модель имеет и сохраняет подчиненную, подсобную, вторичную роль по отношению к образу.

Если отвлечься от основы сходства образа с оригиналом и мысленной модели с оригиналом (в первом случае основа сходства — взаимодействие с оригиналом, во втором — констатация проявления материального единства мира), то в чисто операциональном плане обнаруживается большая близость образа с мысленной моделью. Это открывает возможность успешного применения методов моделирования в изучении познавательной деятельности. В этом направлении к настоящему времени уже получен ряд интересных результатов (можно указать, например, работы Ф. Розенблатта [1965], Рейтмана [1968], сборники «Вычислительные машины и мышление» [1957], «Математические проблемы в биологии» [1966], «Моделирование в биологии» [1963], «Математическое моделирование жизненных процессов» [1968] и др.).

В связи с такой трактовкой моделирования получило распространение третье значение термина «модель». А именно: чувственный и мысленный образы рассматриваются как модели особого рода — психические модели, а само познание — как моделирование особого рода, или «информационное моделирование». Но отношение субординации сохраняется и здесь: образы как модели особого рода являются первичными по отношению к моделям в собственном смысле, или просто моделям. *Образы генетически первичны*, а по своему месту в познании имеют базисный характер; *психические же модели генетически вторичны* по сравнению с образами, а их функции в познании носят *производный, подчиненный характер*.

С трактовкой образов как психических моделей, а познания как информационного моделирования мы встречаемся в работах В. М. Глушкова [1963], Н. А. Бернштейна [1963], К. Штейнбуха [1967], Е. Н. Соколова [1964], Ст. Бира [1963] и других ученых. И дело заключается не в том, чтобы наложить вето на такое употребление терминов «модель» и «моделирование», а в том, чтобы в явном виде выделить эту разновидность значения термина «модель» и ввести дополнительную характеристику — «психическая модель» или, возможно, как-нибудь иначе. Это устранил путаницу и в то же время позволит методы кибернетического моделирования рассматривать как своеобразный подсобный математический аппарат теории познания.

2. Образ, сигнал и знак. Анализ понятий образа и модели со стороны способов их существования перерастает в проблему соотношения образа и модели с сигналом и знаком, которые представляют собой способы реализации образа и мысленной модели.

Сигнал составляет процессуальную сторону динамической модели в кибернетических устройствах. Это обусловлено тем, что сигнал есть материальный процесс, распространяющийся в пространстве и времени и переносящий (или только хранящий) структуру источника-оригинала. Например, при изменениях состояний электрического тока, нервного процесса переносится структура, соответствующая изменениям состояний какого-либо внешнего агента (его температуры, скорости, движения, давления и т. д.). Если образ (чувственный или понятийный) есть содержание динамической модели, реализуемой в деятельности анализаторов познающего субъекта, то сигнал (в смысле учения И. П. Павлова) есть форма или способ реализации динамической модели, способ физиологического существования образа.

В этой связи следует специально подчеркнуть, что сигналы в технических устройствах и сигналы в живых системах — это не омонимы, как считают некоторые специалисты в области логической семантики (см., например, [А. Шафф, 1963, стр. 191]). Между этими понятиями имеется глубокая общность, а не только различие.

В живых самоорганизующихся системах внешние раздражители (воздействия внешних агентов) становятся сигналами в силу их роли в жизнедеятельности организма, их приспособительно-ориентировочной функции, обеспечивающей самосохранение и развитие системы. Напомним, что сигнальная функция внешних раздражителей состоит, согласно И. П. Павлову, в том, что так называемые индифферентные раздражители, будучи связаны с жизненно-значимыми безусловными раздражителями, приобретают функции сигналов, предвещающих, ориентирующих живые существа. Поэтому благодаря своей полезности или ценности информация, заложенная в сигналах, активно выделяется и используется живыми системами, начиная от примитивных живых организмов до человека включительно.

В современных автоматических системах управления косвенное участие их создателя и того, кто их эксплуати-

рует, еще весьма велико, хотя порой носит скрытый и опосредованный характер. Такие операции, как постановка новых целей, выработка новых критериев, а также возникновение проблемной ситуации и постановка новых задач, интерпретация формального решения и т. д., определяются, задаются человеком. Отсюда и следует производный характер сигналов (и сигнализации) в технике по отношению к сигналам-образам, которые строятся в процессе отражательной, познавательной деятельности человека.

Сигнал выполняет не только информационную, отражательную, но и регулирующую, управляющую функцию; поэтому для него важна энергетическая характеристика. Как согласуются между собой эти характеристики? Для содержания системы дискретных сигналов или непрерывного сигнала, изменяющегося во времени, существенны не абсолютные, а относительные величины энергии их состояний, т. е. отношение этих величин, их структура. При этом абсолютные величины энергии сигналов могут быть очень малы. Для регулирования же определенных процессов важна и абсолютная величина энергии, измеряемая с величиной энергии регулируемого объекта. Это двустороннее требование реализуется следующим образом: в исполнительных регулирующих устройствах происходит усиление энергии сигналов в соответствии с их структурой, с заложенной в них информационной функцией.

Аналогичное относится и к регулирующей функции сигналов-образов. Управляющие воздействия в виде сигналов-импульсов поступают из тех или иных мозговых центров к эффекторам (мышцам, железам и другим органам) и вызывают их деятельность, организованную в соответствии со структурой («структурной информацией»), заложенной в этих сигналах.

Если рассматривать образы и мысленные модели не со стороны их носителей (сигналов), а со стороны способов выражения их структуры, то мы, естественно, переходим к понятиям знака и знаковой системы, способов кодирования и декодирования. Таким образом, при выяснении отношения образа (и модели) к знаку для нас связующим звеном является понятие сигнала. Каково отношение сигнала и знака?

В литературе по семиотике и логической семантике широко распространено мнение, что сигнал есть разновидность знака (см., например, [А. Шафф, стр. 183]) и менее принято противоположное суждение [Ch. W. Morris, 1946]. Дифференцированный анализ, позволяющий выявить характеристики содержания и формы отражения, приводит нас к необходимости отвергнуть оба утверждения как односторонние.

В действительности сигнал и знак представляют разные стороны, различные характеристики формы отражения и, в частности, модели. Один и тот же процесс в зависимости от того, какая его сторона или функция актуально используется, выступает как сигнал или знак. Это, конечно, не исключает возможность в свою очередь в сигнале и знаке выделить содержание (т. е. значение, информационную функцию) и форму (т. е. способы существования и выражения содержания). Такая ситуация обусловлена соотносительностью категорий содержания и формы: один и тот же объект по отношению к разным уровням его анализа может выступать то как содержание, то как форма. Например, в познавательном процессе речь и язык выступают как способы существования и выражения мысли, а в физиологии и языкознании они рассматриваются как содержание, как самостоятельные объекты исследования; при передаче речи по телефону формой ее существования будут электрические сигналы-импульсы и т. п.

Для психического отражения сигналы в виде физиологических процессов в анализаторах представляют способ материального существования, или субстрат, образов и операций над ними. И вместе с тем, с точки зрения преобразования структуры, заключенной в физиологических процессах на разных уровнях анализаторной деятельности, можно и должно рассматривать преобразования сигналов как перекодирование, т. е. как переход от записи в одной знаковой системе к другой. Например, при передаче информации от рецептора к мозгу и при выражении и преобразовании ее в различных центрах принято говорить о «частотном коде», о разных носителях кода и т. д.

С точки зрения возможностей преобразования структуры и содержания в целом знаки и знаковые системы и,

соответственно, способы кодирования можно условно разделить на естественные и искусственные.

Естественными кодами и знаками разумно считать те, которые были детерминированы в своем возникновении наличными условиями и процессами взаимодействия носителя кода (целостной системы) со средой. К таким способам естественного кодирования, выработанным в ходе длительной эволюции живых существ, можно отнести код генетической информации, коды, соответствующие различным уровням сигнализации при регуляции деятельности внутренних органов и подсистем организма, вплоть до сигнализации и регуляции целостной системы в ее взаимодействии со средой.

Искусственные знаки, знаковые системы и коды, во-первых, вводятся сознательно для определенных целей; во-вторых, их введение допускает известный произвол, выбор из некоторого множества возможностей и, следовательно, закрепление выбора той или иной знаковой системы на основе сознательного условного соглашения общающихся людей, а не в виде результата стихийного процесса. Объективным основанием для условного соглашения, выбора той или иной знаковой системы служит факт несходства, независимости структуры материальной оболочки знака (его звучания, написания и т. д.) от структуры обозначаемого им предмета. Ограничением на свободу выбора является требование оптимальной формы по отношению к выражаемому содержанию и задачам его переработки.

Что касается элементов разговорного языка, то его следует отнести к особой категории, где переплетаются естественные и искусственные моменты [В. А. Звегинцев, 1956].

Указанное разграничение естественных и искусственных знаков применимо и к сигналам, поскольку знак и сигнал характеризуют разные стороны (элементы) формы передаваемой и обрабатываемой информации. Сигналам, как и знакам, присуща относительная независимость от передаваемой и преобразуемой с их помощью информации: одна и та же информация может быть передана посредством сигналов разной физической модальности (электрического тока, электромагнитных волн, нервного возбуждения и т. п.), посредством различных видов модуляции (амплитудной, частотной и т. д.). В так

называемых естественных носителях сигналов (в «естественной сигнализации») «выбор» материала и способа модуляции сделан и закреплён в ходе естественной эволюции живых систем. Поэтому поиск новых оптимальных форм существования и выражения информации (структуры) возможен на пути создания искусственных (технических) систем сигнализации, являющихся в известной мере продолжением и дополнением естественных средств сигнализации.

Однако, несмотря на соответствие характера сигналов и знаков, природа последних содержит больше возможностей для выбора оптимальных форм представления той же информации. В самом деле, если разнообразие материальных носителей знаков и способов модуляции (и демодуляции) весьма ограничено, то разнообразие способов кодирования (декодирования) и, следовательно, оснований для создания новых знаковых систем практически бесконечно. Однако требования оптимальности накладывают и на эту сферу вполне определенные ограничения. Это обстоятельство и служит причиной того, что основные усилия сосредотачиваются на поисках не столько новых средств связи (сигнализации), сколько новых способов выражения структуры, методов кодирования и декодирования информации.

Переход от первой сигнальной системы у животных ко второй (речевой) сигнальной системе у человека сопровождался появлением принципиальных возможностей создания не только естественного, но и искусственных языков, получивших бурное развитие на современном этапе развития науки. Охарактеризованное нами различие информационных возможностей (функций) сигналов и знаков даёт естественное объяснение тому, что физиологические исследования речевой (второй) сигнальной системы оказались существенно более узкими, ограниченными по своему предмету в сравнении с исследованиями естественных и искусственных языков в современной лингвистике, логике и семиотике.

Сигналы, процессы сигнализации в живых системах выполняют, как известно, несколько функций: отражательную (разновидностью ее является выразительная функция, связанная с отражением внутренних состояний субъекта), коммуникативную, направленную на обеспечение общения людей, и регулирующую (управляющую).

Если сигналы как элементы отражательных процессов рассматривать лишь со стороны передачи и преобразования структуры, информации, то мы естественно переходим от понятия сигнала к понятиям знака и знаковых систем (естественных и искусственных).

Не останавливаясь на преимуществах и ограниченностях искусственного языка по сравнению с разговорным, отметим присущую обоим этим типам языков и, соответственно, знаковых систем эвристическую роль.

Сила теоретического познания, выходящего за границы эмпирических данных, состоит прежде всего в том, что содержание любого объекта выражается через отношения, структуры, фиксируемые в виде законов науки. Слова разговорного языка, искусственные знаки являются орудиями для фиксирования отношений и оперирования ими. Эти две функции естественных и искусственных знаков — функции фиксатора отношений и оператора этими отношениями [Р. Карнап, 1959] — позволяют осуществлять основные типы логических операций: отвлечение, обобщение и опосредствование (или вывод). У животных, которые лишены специально выработанного языка знаков, орудием оперирования содержанием вещей служат сами предметные действия. Но возможности их ограничены выделением отдельных частей из целого предмета и оперированием этими частями независимо от целого. Понятно, что непосредственные действия не позволяют осуществить такие процедуры применительно к свойствам и отношениям вещей. А это значит, что способность к абстракции, отвлечению у животных отсутствует (есть лишь ее слабые зачатки и аналогии), не говоря уже об операциях опосредствования и обобщения, которые базируются на развитой способности к абстрагированию.

Эвристическая роль знаков, основанная на двух указанных функциях, особенно эффективно проявляется с того момента, когда образуются комплексные знаки и системы комплексных знаков (знаковые структуры) в виде уравнений и формул, схем, таблиц, графиков, чертежей и т. п. При этом качественный скачок в познавательном отношении состоит в следующем.

Значение атомарного (элементарного) знака фиксирует неразложимый в пределах данного уровня бесструктурный элемент знания. Переход от нерасчлененного

знания об объекте к расчлененному, структурному знанию предполагает в качестве своего условия переход от исходных значений атомарных знаков к смыслу комплексных знаковых образований, от произвольного выбора внешней структуры (формы) атомарных знаков (свойство взаимозаменяемости знаков) к ее детерминированности, обусловленности объектом, к соответствию значения комплексного знака, т. е. заключенной в нем структуры, структуре системного объекта. Вместе с тем на смену независимости формы от содержания у атомарного знака приходит большее единство, соответствие формы содержанию у комплексного знака и системы знаков. Понимание диалектического характера этого перехода помогает объяснить и развять некоторые недоразумения, встречающиеся в трактовке отношения знака и образа.

Прежде всего, если некое системное знаковое образование (формулу, график, таблицу и пр.) принять за знаковую модель познаваемого объекта, то структура этой модели должна соответствовать структуре (пространственной, временной, кинематической, динамической и др.) целостного познаваемого объекта, а значение атомарного знака — элементу этой структуры. Аналогично следует различать целостный образ объекта и элемент этого образа. Так, по представлениям современной психологии, элементами целостного восприятия объекта являются ощущения различных модальностей (зрительное, слуховое, осязательное, вкусовое⁵). Поэтому при выяснении отношения гносеологического образа и знака *сопоставимыми* членами этого отношения будут следующие: отдельному квантованному сигналу соответствует атомарный знак; системному (или непрерывному) сигналу — комплексный знак, или системное знаковое образование; образу соответствует содержание (смысл, значение) знаковой модели; ощущению (как элементу восприятия) — значение знака (как элемента данной знаковой модели); физиологическому субстрату образа — материальная оболочка (звуковая, графическая и пр.) знаковой модели.

⁵ Надо, однако, оговориться, что при рассмотрении ощущения в качестве особого объекта исследования в нем выделяется определенная структура (например, изменение его интенсивности во времени, его «спектральный» состав и пр.).

К сожалению, в современной эпистемологической литературе указанное *требование гносеологической эквивалентности, или сопоставимости*, познавательных форм нередко нарушается. Например, сопоставление таких неэквивалентных форм, как образ (чувственный или понятийный) и знак, приводило (и не могло не привести) к неверному пониманию роли знаков в познании, к недооценке формализации, аксиоматизации знания. По этой же причине, в частности, критика знаковой концепции ощущений Гельмгольца принимает иногда необидительный характер и неправомерно расширяется до противопоставления знака и слова, содержательного и формализованного способов познаний и т. д. В действительности, хотя ощущение не является условным знаком (о чем уже достаточно сказано в философской литературе), элементы знаковости естественного характера имеют здесь место. Это прежде всего связано с тем фактом, что качество (физическая природа) воздействующего агента не тождественно качеству ощущения. В ощущениях цвета, вкуса, запаха качество или свойство воздействующего агента отображается с точностью до изоморфизма (гомоморфизма): электромагнитные колебания определенной длины, химические вещества и реакции, во-первых, «кодируются» посредством нервных импульсов (частотный код); во-вторых, локализуются в различных мозговых центрах, соответствующих той или иной модальности ощущений (зрительный центр, слуховой, вкусовой и пр.).

Такой естественный код, выработанный в результате длительной эволюции, существенно отличается от искусственного, условного кода. Трактовка ощущений как условных знаков «вносит ненужный элемент агностицизма» именно потому, что, как показал В. И. Ленин, условными знаками можно обозначить не только объективно существующие, но и несуществующие предметы, свойства и отношения, а за ощущением (с «естественным кодом») всегда стоит объективное свойство предмета, который взаимодействовал по естественным природным законам с отражательным аппаратом субъекта [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 247, 248].

Для целостного чувственного образа (восприятия) характерно, что в нем представлена упорядоченность качественно разнообразных объективных свойств с по-

мощью разной модальности ощущений и их комплексов. Вместе с тем в нем выражено и количественное разнообразие — распределение интенсивности свойств в пространстве и времени. Иначе говоря, в целостном образе предмета элиминируются моменты бесструктурности, знаковой условности (они присущи отдельным ощущениям); поскольку главное в целостном образе — отражение упорядоченности исходных свойств, данных в ощущениях.

Итак, соотношение понятий сигнала и знака между собой и с понятием гносеологического образа приобретает бо́льшую ясность и значимость, если, во-первых, сигнал и знак рассматривать как различные стороны или элементы формы (способы существования и выражения содержания), а не как особые предметы, процессы, состояния; во-вторых, если четко проводить различие между содержанием и формой отражения, в том числе и модели; в-третьих, если отличать естественные и искусственные сигналы и знаки.

После выяснения отношения образа к понятиям модели, сигнала и знака мы можем перейти к более дифференцированному рассмотрению образа и его характеристик, опираясь при этом на системный, в частности кибернетический, подход к образу.

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗ

Психическое отражение имеет ряд сторон и, соответственно, направлений, аспектов исследования. В любом виде психического отражения (ощущение, восприятие, представление, мысль) можно выделить, с одной стороны, процесс, деятельность, а с другой — результат, продукт этой деятельности. В свою очередь процесс и продукт отражения имеют также две стороны: объективное содержание и его форму.

Содержание образа, т. е. отображение объекта, представляет собой результат, продукт познавательной деятельности субъекта. Сформированный образ является отправным пунктом, «ячейкой» процесса построения других образов.

Форма отображения включает в себя способы его существования, выражения и преобразования (эта категория специально разбирается в гл. IV). Так, физиологические процессы анализаторов составляют способ объективного существования образов; способы кодирования, перекодирования и декодирования поступающих воздействий являются способами объективного выражения и преобразования содержания образа.

Психическое отображение, образ, как показано в § 2, могут рассматриваться в разных аспектах в зависимости от того, какие факторы и их связи принимаются во внимание, от каких отвлекаются, какие характеристики выделяются при этом, какие ставятся задачи.

В дальнейшем изложении образ рассматривается со стороны его гносеологических, а не психофизиологических и других характеристик; для этой цели употребляются термины «гносеологический образ», «познавательный образ» или же просто «образ». В понятии «художественного образа» гносеологические характеристики образа трансформируются и дополняются новыми, поэтому

его анализ представляет предмет специального исследования.

Употребление термина «образ» связывают обычно с формами чувственного познания — с ощущением, восприятием и представлением. Однако в теоретико-познавательном аспекте понятия, суждения, умозаключения и такие сложные синтетические образования, как гипотезы, модели и модельные представления, теории и вообще любые теоретические построения, являются продуктом познания, отвечают понятию и принципу отражения. Поэтому их с полным правом следует считать гносеологическими образами (в частности, мысленными — в отличие от чувственных). Если мы хотим оттенить специфику, разновидность образов, то можно присоединять соответствующие характеристики — гипотетический образ, модельный образ, фантастический образ, художественный образ и т. д. Несмотря на «непривычность» для обыденного употребления термина «образ» по отношению к теории, вполне правомерно считать, например, что синтетический образ капиталистической формации дан К. Марксом в теории капиталистической формации, изложенной в трех томах его «Капитала».

После этих предварительных замечаний о многоплановости анализа проблемы образа перейдем к рассмотрению его основных характеристик.

§ 7. Основные характеристики содержания образа, знания

Системный подход к познаваемым объектам, т. е. представление их как систем, и к их отображениям в сознании субъекта позволил нам выделить гносеологические характеристики содержания и формы образа. Далее вместо термина «содержание образа» будем для краткости употреблять просто термин «образ».

Образ объекта (вещи, свойства или отношения) есть целостное, системное образование. Мы в данном случае ставим своей задачей рассмотреть познавательный образ (чувственный и мысленный) как расчлененное целое, как единство гносеологических характеристик его содержания и формы (объективной и субъективной), раскрыть единство содержания образа и его формы, связь характеристик образа между собой.

Из всех гносеологических характеристик образа целесообразно выделить основные, или базисные, и в то же время обобщенные его характеристики. Термин «основные» означает, что они необходимы и достаточны для описания объекта. Термин «обобщенные» означает, что они, во-первых, относятся и к чувственным и мысленным образам и, во-вторых, включают в себя другие характеристики образа. Например, центральная характеристика образа — отображенная структура объекта — включает такие характеристики содержания, как его инвариантность, общность, абстрактность, опосредованность, существенность, сложность. В теории подобия мы встречаемся с аналогичным понятием обобщенных переменных, представляющих собой устойчивые комплексы характеристик [А. А. Гухман, 1963, стр. 11, 12].

1. Ценностная характеристика. Исходным и необходимым условием превращения воздействия объекта в его чувственный образ является особая жизненно-приспособительная роль внешних воздействий для субъекта¹. Это — сигнальная, ориентировочная функция этих воздействий. Как показано в предыдущем параграфе, любой отпечаток в физическом теле является не образом, а лишь предпосылкой и физической основой образа. Так, физические и химические изменения состояния рецепторов в результате внешних воздействий, а также биоэлектрические и биохимические процессы возбуждения и торможения в коре головного мозга сами по себе еще не являются субъективными образами объективного мира. Сигнальная функция внешних воздействий состоит в том, что отпечатки, следы, полученные от этих воздействий, используются субъектом при его ориентировке в окружающей среде, для чего эти следы преобразуются, перерабатываются, синтезируются в центральной нервной системе и выступают для самого субъекта в виде образов объектов. Эта переработка воздействий вещей в образы вещей обусловлена состояниями потребностей субъекта, и прежде всего ориентировочной потребности, которая определяет направленность субъекта во внешний мир, его поисковую активность. Ориентировочная потребность

¹ Под субъектом в широком смысле психологи обычно имеют в виду носителей психического отражения и поведения, т. е. животных и человека. Под субъектом в узком смысле имеется в виду лишь человек, личность.

связана с органическими потребностями в пище, влаге, сне и т. п.

Согласно учению И. М. Сеченова и И. П. Павлова о психической деятельности как сигнальной условнорефлекторной деятельности, эта связь ориентировочной и органических потребностей выступает как связь сигнальных раздражителей (запаха, звука, цвета, формы вещей) с безусловными, непосредственно важными для жизни агентами среды. Познавательные и практические интересы (потребности) людей лежат в основе формирования образов, составляя предпосылку, необходимое условие их реализации. У истоков формирования чувственного образа находится активно-потребностный и, соответственно, ценностный фактор [В. С. Тюттин, 1963, гл. 6]. Он определяет целенаправленность восприятия, его идеальный характер, опережающую функцию и предметность.

Будучи связанными со всем строем потребностей и интересов, образы как средства ориентации всегда имеют определенное значение для их носителя-субъекта. Это значение образов для субъекта и составляет их исходную ценностную характеристику, или функцию. Для животных образы имеют утилитарную биологическую полезность, обеспечивая удовлетворение органических потребностей. Для человека значение образов определяется общественными потребностями (как материальными, так и духовными). У людей ориентировочная потребность принимает специфические формы в виде познавательных, эстетических и моральных интересов и соответствующих им норм, оценок получаемых сведений, знаний и т. д.

В зависимости от принадлежности человека к тем или иным общественным группам, коллективам и социальным общностям — профессиональным, классовым, сословным, национальным и т. д. — оказываются различными направление и характер переработки и использования образов, характер поставленных задач, методы их решения, мотивы и способы общественного поведения людей. Без учета ценностной функции отображений нельзя предсказывать поведение людей, направлять деятельность как индивидов, так и целых коллективов, классов, народов и т. д.²

² Ценность отображений для человека получила название аксиологической функции отображений.

Любое отображение может оцениваться по отношению к определенным факторам, или показателям, и к их совокупности. Существенными показателями, от которых зависит ценность отображений, являются: те или иные цели, для достижения которых используются оцениваемые сведения; задачи, для решения которых они применяются; характер потребностей и интересов субъекта, богатство его опыта и навыков, уровень профессиональной и общей культуры. Например, для опытного охотника шорохи, звуки певчих птиц, сочетание растительных форм имеют практическую ценность, позволяя определить целевые объекты и выбрать условия охоты. Если же этот человек, кроме того, музыкант или художник, воспринимаемое им может иметь для него и эстетическую ценность.

2. Объективно-научная ценность знаний. Для научного познания имеет значение не субъективная ценность, определяемая индивидуальными особенностями оценивающего субъекта, а объективно-научная, познавательная ценность знаний. К показателям научной ценности знаний относятся: значение данных сведений для решения определенного типа познавательной задачи (задач); их роль в приращении знаний и прогнозировании по данной проблеме, данной отрасли знания, смежным областям; наконец, их роль в общем прогрессе научного знания. Характеристика объективной научной ценности образов (знаний, теорий и пр.) предполагает использование всех известных по данной проблеме и отрасли знания положений, законов и методов, в системе которых и определяется научная ценность образов. А это, в свою очередь, предполагает наличие познающего субъекта, который вполне владеет соответствующими данными современной науки и заинтересован в максимальной объективности отображений. Реально таким субъектом может быть отдельный ученый или группа ученых.

Поскольку развитие науки неразрывно связано с приложениями научных знаний на практике, в производстве, постольку вступает в силу и такой фактор определения научной ценности знаний, как характер и общее направление их практического использования. Один из существенных моментов здесь состоит в оценке того, используется ли знание на благо человечества, отвечает ли потребностям общественного развития или же оно исполь-

зуется в реакционных, антигуманных целях. Оценка научной ценности тех или иных сведений с позиций субъекта, не принадлежащего к прогрессивным социальным силам (классам, группам или сословиям), является либо ограниченной, либо искаженной; это непосредственно касается прежде всего социальных знаний. И наоборот: объективной оценке научного знания способствует прогрессивная позиция оценивающего субъекта, находящаяся в согласии с потребностями общественного развития.

Например, ценность такого научного открытия, как освобождение внутриатомной энергии, должна включать в себя оценку не только его роли для современной атомной физики, но и ближайших перспектив его применения, в частности в связи с развитием атомной энергетики. И если буржуазные дельцы и политики главную ценность этого открытия усматривают нередко в разработке средств массового уничтожения, то тем самым и научные изыскания они нацеливают прежде всего на неуправляемые ядерные реакции, порождающие взрыв. Однако значительная доля ценности данного научного открытия связана с его многообразными приложениями в мирных целях, поэтому и его использование должно развиваться по линии получения управляемых ядерных цепных реакций деления урана, тория, плутония.

Научная оценка социального знания непосредственно связана с партийным характером мировоззрения оценивающего субъекта; при оценке же данных естествознания эта связь носит, как правило, косвенный характер. В. И. Ленин показал, что философскую (а вместе с тем общеметодологическую и мировоззренческую) основу передовой партийности, совпадающей с научностью, составляют принципы диалектического материализма. Ленин подчеркивал, что борьба за истину (а следовательно — и объективная оценка ценности знаний) неотделима от принципа партийности в научном познании (особенно в познании общественных явлений), от умения отсеять реакционные тенденции [*В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 364*], различные спекуляции на почве науки.

Итак, ценностная характеристика отображений, знаний выражает их объективно-научную ценность при условии соответствия интересов (позиций) оценивающего субъекта общественно-необходимым потребностям, интересам. Иначе говоря, передовая партийность в наи-

большей мере соответствует требованиям научности. *Объективная научная ценность* знаний, связанная с передовой партийностью, в свою очередь, *коррелирует с объективной содержательностью образов, знаний*. Эта корреляция лежит в основе косвенных оценок смысла, содержательности знаний (см. § 8 и 14).

Рассмотрим теперь строение объективного содержания образов, знаний, основные характеристики, которые свойственны целостному образу оригинала.

3. Качественная характеристика (разнородность). Качественное отличие одного образа (отображения определенного объекта) от другого, а также качественные различия свойств внутри целостного образа предмета — все это составляет качественную характеристику содержания образа, его разнородность. Разнородность содержания образов, знаний есть изначальная и в то же время необходимая и наиболее общая характеристика отображения качественного многообразия познаваемых объектов.

Для того чтобы отобразить качественное многообразие мира, в том числе различия между фундаментальными свойствами, уровнями организации и видами движущейся материи, строение и деятельность отражательных систем должны соответствовать этим объективным различиям, приспособиться к ним (см. [В. С. Тютин, 1971а]). Качественные различия вещей, свойств, связей и отношений разными способами и с неодинаковой степенью адекватности отображаются в чувственных и мысленных образах, а также на уровне целостных образов и их элементов.

Чувственное отображение качественно различных свойств и отношений вещей в психологии принято называть «модальностью» ощущений и восприятий. Так, зрительные, слуховые, вкусовые ощущения имеют разную модальность. В гносеологии же предпочтительнее употреблять термин «разнородность ощущений», так как термин «модальность» в логике и гносеологии имеет другой смысл. Термин «модальность» мы будем употреблять, лишь имея в виду психологический аспект рассмотрения образов.

Для чувственного восприятия света, звука, химических, механических и других свойств в ходе эволюции живых существ образовались зрительный, слуховой, вку-

совой, кожно-механический рецепторы; в качестве их «продолжения» человеком построены специальные измерительные системы, датчики, которые усиливают возможности наших рецепторов. В мозгу животных и человека рецепторам соответствуют определенные центры по переработке этих воздействий (зрительный, слуховой центр и т. д.).

С точки зрения причинных связей отображение оригинала выступает как следствие, которое зависит как от оригинала, так и от природы носителя следствия. На языке общей теории связи и управления это общее положение конкретизируется таким образом. Рецепторы не только воспринимают внешние воздействия, но и преобразуют те или иные параметры воздействий в соответствующие величины состояний рецептора. На «выходе» всех рецепторов организма эти воздействия преобразуются в нервные сигналы-импульсы. По своему материальному субстрату эти сигналы представляют собой электрохимические колебательные процессы, модулированные по частоте. Иными словами, передача упорядоченности воздействия совершается на основе частоты колебания, а не его амплитуды или фазы. В головном мозгу упорядоченность, структура качественно различных, разнородных воздействий закодирована в состояниях процессов возбуждения и торможения, относящихся либо к разным мозговым центрам, либо к их различным сочетаниям, их взаимодействиям (см: [С. В. Кравков, 1948]).

Итак, по своей природе, субстрату свойства вещей и их ощущения *разнородны, нетождественны*. Материальной основой для различных модальностей ощущений является связь, «адресованность» качественно различных воздействий вполне определенным рецепторам и центрам головного мозга. Это обстоятельство, как увидим ниже, послужило поводом к признанию ощущений условными знаками свойств вещей и к признанию так называемых вторичных качеств (свойств) чисто субъективными образованиями.

Понятие разнородности, как качественной характеристики отражения, применимо и к теоретическому знанию. При отображении системного объекта для данного конкретного уровня абстракции элементы системы выступают как исходные, далее не разложимые единицы. Строе-ние этих элементов не раскрывается; им приписывается

Некоторая качественная характеристика путем указания на принадлежность данного элемента (свойства, параметра и т. д.) к тому или иному уровню структурной организации, форме движения материи, к той или иной области явлений. Например, размерности величин, входящих в данное уравнение, характеризуют данный класс явлений или свойств. Для той или иной теории, гипотезы, модели, того или иного понятия также задаются уровень структурной организации, тип организации, форма движения, к которым принадлежит класс объектов, описываемых данной теорией.

Методологическая роль выделения такой характеристики теоретического образа, как их качественная однородность, заключается в следующем. Отображения разных классов объектов нуждаются в выборе специфического «языка», методов, средств их математического списания. Выход за границы качественной однородности отображений, т. е. за рамки применимости соответствующих понятий, теорий, методов, приводит к утрате ими познавательной роли, к несообразностям, парадоксам, к фиктивным абстракциям и незначимым обобщениям. При математическом описании объектов важнейшим показателем выхода понятия за границы его применимости является появление так называемых расходимостей, т. е. бесконечных значений энергии, массы, заряда и других величин. Поэтому переход к познанию объектов качественно иной природы вызывает необходимость выработки новых математических методов, нового «языка» для описания неисследованных областей явлений.

4. Критика знаковой концепции ощущений. Факт нетождественности качества ощущений и свойств вещей издавна служил аргументом и поводом для сомнений в достоверности чувственных показаний. Этот факт, с точки зрения метафизического понимания сходства образа и предмета, представляется как «психофизиологический парадокс» и до сих пор в зарубежной психофизиологической литературе нередко выступает под таким именем.

«Парадоксальность» этого факта трактовалась по-разному. В зависимости от способа его толкования выдвигались различные докторины и течения: «физиологический идеализм» (И. Мюллер, М. Ферворн и др.), «иероглифическая», знаковая концепция ощущений (Г. Гельмгольц), модная в наше время теория «картографирования»

(Е. Эдриан, Р. Брэйи, Экклс), утверждающая внешнее соответствие «кортикальной карты» структуре воспринимаемых явлений (см. [Л. В. Уваров, 1967, стр. 55—68]); в этой связи воскрешается и концепция «вторичных качеств» в идеалистической трактовке.

В связи с проблемой природы ощущений, отображения качества вещи в ощущении как исходной форме познания В. И. Ленин в работе «Материализм и эмпириокритицизм» выступил против агностических, субъективно-идеалистических и упрощенных метафизических трактовок гносеологической природы ощущений.

Отметим те моменты ленинской критики, которые особенно актуальны в наши дни.

Разбирая концепцию Г. Гельмгольца, согласно которой ощущения признавались не образами, а символами вещей, Ленин отмечает как слабые ее пункты, так и моменты, согласующиеся с естествознанием. На протяжении всей своей работы Ленин неоднократно отмечает, что качества, свойства вещей не могут быть чисто физически «перенесены» в виде дубликатов в наш мозг как орган их отображения. В терминах современной теории подобия и моделирования это означает, что нет физического (субстратного) подобия между свойствами вещи и их ощущениями. Наши ощущения могут соответствовать, согласовываться с ними, а не «совпадать» (в смысле: быть тем же самым) [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 114, 115]. Качество ощущений, подчеркивал Ленин, зависит не только от качества вещей, но и от мозга, нервов, сетчатки, от строения и деятельности органов чувств; «ощущение есть результат воздействия материи на наши органы чувств» [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 50, 52, 320 и др.]. Таким образом, в модальностях ощущений (цвета, вкуса, звука, запаха и т. д.) не раскрывается еще природа свойств, качеств вещей; в них выражаются отличия между свойствами, т. е. последние отображаются в ощущениях с точностью до «узнавания», как принято говорить в современной кибернетической теории опознавания образов. Такое отображение свойств, несомненно, имеет ориентировочно-приспособительное значение как для животных, так и для человека.

С внешней, чисто формальной стороны чувственное отображение качеств вещей с точностью до соответствия сходно с обозначением этих качеств «атомарными» зна-

ками. При этом материал и структура знаков, как правило, отличны от субстрата и структуры объективных свойств. Исходя из этих соображений, Гельмгольц и объявил ощущения условными знаками, иероглифами свойств вещей.

Почему В. И. Ленин увидел в этом «ненужный элемент агностицизма»? В чем несостоятельность признания ощущений знаками?

Отношение знака к своему денотату, т. е. к тому, что он обозначает, имеет характер условного соглашения, «договора», конвенции. Для обозначения данного объекта в принципе, абстрактно говоря, может быть произвольно выбран любой предмет, явление (различное по субстрату, пространственной форме и т. п.). Существенное условие ограничения выбора — удобство оперирования этим предметом в функции знака.

Исходя из естественноисторического характера органов чувств и их деятельности, отвечающей материалистическому принципу детерминации, Ленин выдвигает следующее положение: «Если ощущения не суть образы вещей, а только знаки или символы, то... подвергается некоторому сомнению существование внешних предметов, ибо знаки и символы вполне возможны по отношению к мнимым предметам» [*В. И. Ленин*. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 247, 248]. Такими мнимыми предметами, которыми можно обозначить символами, могут стать «лешие», «ведьмы», «домовые» и другие продукты человеческих заблуждений. А поскольку возникновение ощущений причинно обусловлено воздействием вещей на органы чувств, постольку ощущение той или иной модальности неизбежно предполагает объективную реальность того, что «отображается» [Там же, стр. 223]. В ощущениях нет таких элементов знаковости, как конвенциональность, известная свобода выбора способа отображения, поскольку строение и деятельность органов чувств имеют естественноисторический характер. Остается лишь один элемент знаковости (вернее, сходства со знаком) — факт качественной разнородности ощущения и отображаемого в ощущении свойства. Но эта «кодовость» ощущений имеет характер «естественного кода», который в процессе эволюции организмов выступил как результат естественного выбора (отбора) и закреплен в наследственной организации органов чувств.

Но и этот естественно-кодовый характер чувственного отображения свойств (качеств) вещей снимается, элиминируется на ступени теоретического познания. Как известно, исходные «феноменологические» свойства, выступающие неразложимыми, нерасчлененными на уровне чувственного отражения, на теоретическом уровне познания расчленяются на составляющие их компоненты и выражаются в виде структур (формул, уравнений, графиков и т. д.). Например, такие чувственно воспринимаемые феноменологические свойства, как вязкость, текучесть, поверхностное натяжение, в теоретической физике выражаются различными формулами, в частности набором функций распределения положений групп частиц.

Понятие модальности специфично для ощущений как *элементов* целостного расчлененного чувственного образа (восприятия и представления). Целостный образ предмета полимодален, так как включает в себя ощущения различных модальностей. Даже тогда, когда объект воспринимается только зрительно, в оптический образ входит в качестве базисного кинестетический, осязательный компонент.

5. Проблема «вторичных качеств». Наиболее уязвимой для понимания сходства образа и предмета оказалась проблема отображения качественной разнородности вещей в исходной, чувственной форме познания. В истории философии эта проблема именовалась, начиная от Дж. Локка, проблемой первичных и вторичных качеств (свойств). Центральным для ее уяснения является вопрос, в каком отношении находятся качество (природа) объективных свойств и качество ощущений как элементов целостных чувственных образов (восприятий, представлений).

Внешние воздействия в рецепторах превращаются из одного вида сигналов в другой, кодируются и посредством нервных сигналов-импульсов передаются в соответствующие мозговые центры, где перекодируются на «язык» нейродинамических отношений, подвергаются дальнейшей переработке, взаимодействуя с прошлыми следами. Благодаря этим преобразованиям продукты деятельности органов чувств — ощущения — отличаются по качеству от отображенных свойств. Этот факт нетождественности качества ощущений и природы отображаемых свойств давно служил поводом для сомнений в достовер-

ности ощущений и аргументом для различных идеалистических и агностических концепций.

Другой объективный факт заключается в следующем. Кроме свойств, зависящих от внутренних взаимодействий, внутренней структуры вещей, существуют свойства, которые являются результатом взаимодействия данной вещи с другой вещью (внешние свойства вещи). Таковы, например, свойства сахара или соли растворяться в воде, хрупкость металла, свойства химических элементов давать определенные соединения и т. д. Подобного рода специфические свойства могут обнаруживаться, актуализироваться и при взаимодействии вещей с нашими органами чувств. Например, электромагнитные волны различной длины и частоты, избирательно излучаемые телами, в результате взаимодействия с органами чувств порождают, актуализуют качественно новое свойство, которое переживается субъектом в виде ощущения того или иного цвета, окраски самого предмета. Аналогично обстоит дело с ощущениями вкуса, запаха, звука.

Итак, все тела имеют ряд свойств, которые обнаруживаются лишь в их взаимодействиях с другими вещами, т. е. обладают этими свойствами потенциально, в предрасположении, или в диспозиции. Такого рода свойства являются зависимыми, вторичными по отношению к внутренним свойствам, которые служат для них источником, причиной, вызывающей при определенных условиях эти вторичные свойства. Указанные вторичные свойства Р. Карнап назвал диспозиционными свойствами, а предикаты, с помощью которых они выражаются в суждениях, — диспозиционными предикатами. Используя идею о диспозиционных свойствах и предикатах, И. С. Нарский [1965, 1969] убедительно показал объективный характер диспозиционных свойств и познавательное значение ощущений цвета, вкуса, запаха, звука.

Описанные факты с позиций метафизического понимания отношения образа и предмета до сих пор в зарубежной литературе нередко трактуются как «психофизиологические парадоксы». И под влиянием соответствующего толкования этих фактов вновь возрождаются идеалистические и агностические течения. Так, по сей день не сошла со сцены концепция «вторичных качеств», согласно которой первичные свойства, данные нам в ощущениях, объявляются объективными, а вторичные свой-

ства (качества) — такие, как цвета, звуки, запахи и вкусы, — чисто субъективными. Физиологический идеализм заключается в том, что качество (модальность) ощущений признается выражением «специфической энергии» органов чувств, а не способом отображения различных объективных свойств.

В работе «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин сформулировал ряд положений, направленных против агностических субъективно-идеалистических и вульгарно-материалистических трактовок природы ощущений.

Прежде всего, Ленин подчеркнул, что свойства вещей не могут быть чисто физически «перенесены» в наши органы чувств; ощущения могут *соответствовать им, а не совпадать* в смысле «быть тем же самым». Качество ощущения, указывал Ленин, зависит не только от качества вещей, но и от мозга, нервов, сетчатки и т. д. — иными словами, от определенным образом организованной материи. По поводу цветовых ощущений он писал: «Вне нас, независимо от нас и нашего сознания существует движение материи, скажем, волны эфира определенной длины... которые, действуя на сетчатку, производят в человеке ощущение того или иного цвета. Так именно естествознание и смотрит. Различные ощущения того или иного цвета оно объясняет различной длиной световых волн, существующих вне человеческой сетчатки, вне человека и независимо от него» [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 50].

Таким образом, ощущения цветности хотя и зависят от строения и свойств субъекта и его органов чувств, однако объективны по своему источнику, по своей причине. Это значит, что первичные свойства (в данном случае — способность поверхности макротел излучать и отражать электромагнитные волны) вызывали при их действии на сетчатку вторичные свойства, как эффекты этого взаимодействия. Но эти вторичные свойства не являются чисто субъективными, как считали сторонники философии Дж. Беркли.

В современной марксистской литературе существует точка зрения, согласно которой вообще нет оснований делить свойства вещей на первичные и вторичные, так как все они объективны (см., например, [А. М. Коршунов, 1967]). Выше мы показали, что эти два рода свойств от-

личаются по характеру своего объективного существования. Тем свойствам, которые согласно историко-философской традиции были названы первичными, в современной науке соответствует понятие о собственных свойствах вещей, являющихся эффектом внутренних взаимодействий данной вещи. А понятию о «вторичных свойствах» соответствует понятие о внешних диспозиционных свойствах, которые, во-первых, являются эффектом внешних взаимодействий данной вещи с другими и, во-вторых, становятся актуально существующими во время этих взаимодействий. А в те промежутки времени, когда вещь не взаимодействует с другими вещами, эти свойства носят потенциальный характер. Актуализация внешних свойств, кроме того, может рассматриваться, как своеобразное отражение внутренних свойств вещи в других вещах.

6. Количественная характеристика. К этой второй важнейшей характеристике образа, содержания знания об объекте относятся все те отображенные свойства и отношения вещей, которые на данном уровне развития познания поддаются прямому или косвенному измерению. Такое измерение означает в общем виде определение числа элементов и подсистем объекта, степени, величины, интенсивности тех или иных его свойств, связей, отношений. Показания органов чувств, как доказано впервые Г. Гельмгольцем, имеют, по существу, измерительный характер, отображая, например, насыщенность и яркость цвета, высоту и громкость звуков, вес и др., а также пространственные и пространственно-временные отношения (расстояния, углы, скорости движения и т. п.) в интенсивностях соответствующих восприятий. Искусственные измерительные устройства расширяют возможности (чувствительность, разрешающую силу, пропускную способность) органов чувств, повышают точность их показаний.

Отображение, знание количественных оценок свойств является предпосылкой для построения структуры системного объекта, его математической модели.

7. Структура. В современной науке, и особенно в естествознании, любой познаваемый объект рассматривается как система, представляющая собой комплекс взаимосвязанных компонентов и обладающая относительно устойчивой упорядоченностью и той или иной степенью целостности, а следовательно — и относительной автономности своего существования и поведения в окружающей среде.

Понятия компонента (элемента) и системы относительны в том смысле, что система может выступить компонентом более широкой системы, а компонент, в свою очередь, может быть системой иного, более узкого масштаба. Например, атомы и молекулы являются компонентами кристалла как системного объекта; в свою очередь, в атомной физике атомы и молекулы раскрываются как сложные системы. Эта многоуровневость, иерархичность систем позволяет все свойства и отношения системы делить на внутренние, являющиеся эффектом взаимодействия ее компонентов, и внешние, определяемые взаимодействиями системы и ее компонентов с внешними объектами. Поэтому внутренние, или собственные, свойства системного объекта, как показано в § 1.2, зависят от свойств самих компонентов, их числа и главное — от законов их взаимодействия (взаимной связи) между собой, т. е. от структуры системы. А поскольку компоненты системы суть системы микроуровня, то и их свойства, будучи эффектом их внутренних взаимодействий, также зависят от их структуры, законов взаимодействий, выражаемых математически с помощью уравнений связи и движения, графиков, таблиц и т. п. Аналогичное относится и к внешним свойствам, которые выразимы через законы внешних взаимодействий данного объекта. Как показала история научного познания, в особенности история естествознания, главная цель познания системных объектов заключается прежде всего в том, чтобы раскрыть их структуру, т. е. законы строения, функционирования и развития, выразить все свойства и функции на языке этих законов.

Структуры, отображающие системные объекты, принадлежат к разным уровням и имеют различную степень адекватности. В чувственных образах (восприятиях и представлениях) отображаются макроскопические структуры вещей и их свойств. Таковы константные образы восприятия геометрической формы и распределения цвета тел, восприятия мелодии музыкального произведения и т. д. На теоретическом уровне познания открываются более глубокие структуры, не данные в чувственной форме. Наиболее важны объективно устойчивые структуры, или закономерности, объектов, выраженные в виде законов той или иной науки. Наилучшим языком для адекватного отображения этих законов является математический язык формул, уравнений, графиков, таблиц, схем и т. д.

В теоретическом познании существуют свои уровни адекватности (точности, полноты и глубины) в отображении структур объектов. Эти уровни соответствуют познанию сущности объекта первого, второго и более высоких порядков.

Детальное обоснование положения о том, что структурная характеристика составляет главную характеристику содержания образов, знаний (особенно теоретических), мы дали в § 1, а также в статье «Категории «форма» и «содержание» и их структурный анализ» [1971a]. Здесь еще раз подчеркнем факт расширяющегося и все более интенсивного проникновения математических понятий и методов во все области теоретического знания, во все науки. Математические методы, или математические структуры (по [Н. Бурбаки, 1963, стр. 251]), являются наиболее адекватным средством описания, познания структур объектов качественно многообразных областей действительности. Поэтому возражения против положения о структуре как главной характеристике содержания знания [В. В. Орлов, 1970, стр. 21] основаны на полном непонимании роли математики и системно-структурных исследований в современной науке и представляют собой типичный пример догматизма в науке.

8. Соответствие структур образа и оригинала. Эта характеристика отображения объекта органически связана с предыдущей. Характеристика структурного соответствия имеет самостоятельное значение: без указания определенного вида соответствия между структурой образа и структурой оригинала лишаются смысла понятия гносеологического образа и его сходства с оригиналом, ибо тем самым снимается проблема перехода от образа к оригиналу, характера зависимости первого от второго.

Против введения отношения соответствия как важнейшего для понятия отражения выступал в свое время Мальбранш, а в наше время — представители презентационизма (абсолютной непосредственности чувственного познания). Существо их возражений сводится к следующему. Для того, чтобы открыть такое соответствие, следует в свою очередь воспринять (отобразить) объект и его отображение с помощью отображения более высокого порядка (метастображения), а последнее также нуждается в аналогичной процедуре, и т. д., и т. п.

Однако в действительности «дурная бесконечность» и парадоксальность являются здесь мнимыми. В этом можно убедиться, обратившись к реальным познавательным задачам. Многие познавательные задачи сводятся к тому, чтобы по структуре отображающего тела найти структуру воздействующего (оригинала), зная закон их взаимодействия как функцию преобразования структуры оригинала в структуру отображения, т. е. зная конкретное соответствие между ними. В тех же случаях, когда эта функция нам неизвестна, мы ориентируемся на более общий характер, вид соответствия, поскольку он определяется уже самой постановкой задачи, в частности выбором тех свойств, которые нам важны в данном случае. Например, если при отображении пространственных свойств нам важно сохранение величины предмета, то мы имеем дело с геометрическим соответствием в виде ортогональных отображений и преобразований. Если нас интересует сохранение формы, то мы имеем дело с отображениями геометрического подобия; если в отображении преобразуются и величина, и форма предмета, то мы имеем дело с аффинными отображениями и преобразованиями (в случае евклидовой метрики) или с проективными отображениями (в случае проективных свойств). Если же нас интересуют топологические свойства оригинала, т. е. те, которые сохраняются при любом взаимно-однозначном и взаимно-непрерывном отображении, то мы будем иметь дело с топологическим соответствием (например, с гомеоморфизмом).

Соответствие между структурой отображаемого предмета и его отображением имеет объективный характер, поскольку оно, как было показано выше, основывается на законах взаимодействия вещей; это в равной мере относится и к взаимодействию оригинала с органами чувств субъекта. Поэтому все виды соответствия чувственного отображения оригиналу и их конкретные разновидности (функциональные зависимости) имеют не формальный и внешний, а внутренний, имманентный характер, вопреки заявлениям презентационистов и тех, кто разделяет аналогичную точку зрения.

В нашей литературе точку зрения, близкую к презентационизму, развивает С. Л. Рубинштейн [1957, стр. 31—40]; критика ее дана в статье С. Петрова [1969, стр. 330]. Выскажем дополнительные критические замечания.

С. Л. Рубинштейн, выступая против элементов дуализма образа и предмета у репрезентативного реализма, вместе с тем впадает в другую крайность. Он отрицает характеристику структурного соответствия образа и предмета на том основании, что оно, по его мнению, может быть только внешним, дающим повод для дуализма. Однако еще И. М. Сеченовым [1952, стр. 450—451 и др.] было показано, что такое соответствие имеет причинно обусловленный характер, как результат взаимодействия объекта и субъекта.

Другое ошибочное положение С. Л. Рубинштейна заключается в отождествлении (смешении) структурного соответствия с другой характеристикой образа — семантическим отношением («проекцией») структуры образа к предмету. При этом семантическое отношение также трактуется им как внешнее соотношение уже сформированного образа с предметом, тогда как в действительности (подробнее см. ниже) семантическое отношение (в частности, предметное значение чувственного образа) есть не производное отношение, а имманентная характеристика, без которой не существует образ. Вместо указанных двух различных характеристик образа, Рубинштейн вводит нерасчлененное «отношение отражения», близкое к презентационистской трактовке. Последователь С. Л. Рубинштейна А. В. Брушлинский доводит его точку зрения на природу образа до логического конца, где отмеченные моменты выражены в явной форме [1970, стр. 143—145].

Указание вида (типа) соответствия структуры отображения, образа со структурой оригинала позволяет, как мы видели выше, выявить последнюю; позволяет строить математические модели объектов, искусственные модели и моделирующие устройства человеческой психики и т. д. Соответствие между структурами также должно иметь, как показано в гл. I, структурный характер, т. е. выражаться математическими средствами.

Математическим аппаратом для выражения качественно различных соответствий является аппарат общей теории функций, математических отображений и преобразований, теории групп преобразований и инвариантов.

Наиболее абстрактным и универсальным видом (точнее, типом) соответствия являются математические отображения — изоморфизм и гомоморфизм. Без них невоз-

можно сформулировать, установить ни одного соответствия. Так, в приводившихся примерах ортогональные, аффинные, проективные, топологические отображения и преобразования представляют собой изоморфные отображения (или преобразования) по отношению к различным геометрическим свойствам, которые сохраняются, выступая как инварианты. К этим свойствам соответственно относятся: равенство длин и углов, параллелизм, совпадение точек и прямых, связность.

Примечательно, что все отображения, за исключением многозначных (отношений полиморфизма), представляют частные случаи (конкретизацию) отношений изоморфизма и гомоморфизма. Так, в различных видах подобия оказываются тождественными соответственно элементы или отношения сравниваемых систем (см., например, определения понятий геометрического, кинематического и динамического подобий у М. В. Кирпичева [1953]).

Изоморфные и гомоморфные отображения выражают абстрактный и качественный характер соответствия структур образа и оригинала. Что это означает?

Во-первых, воссоздавая структуру оригинала, эти математические отображения безразличны к природе элементов и связей оригинала, т. е. допускают множество реализаций отображения данной структуры. Это математическое свойство изоморфизма (гомоморфизма) отвечает тому, что в общем случае природа носителя отражения и отражаемого объекта, как правило, различна. Например, физическая природа внешних раздражителей изоморфно отображается нервными процессами соответствующих центров головного мозга (зрительного, слухового, вкусового и других центров). А в субъективном плане раздражителям разной природы соответствуют ощущения разных модальностей (цветовые, звуковые, тактильные и другие ощущения).

Во-вторых, изоморфные и гомоморфные соответствия между оригиналом и его образом раскрывают абстрактную структуру оригинала. Но они не затрагивают самих механизмов (психических и физиологических) упорядочивания процессов, которые разыгрываются в анализаторах, начиная от периферии до мозговых центров. Это следует из чисто математических свойств изоморфизма и гомоморфизма: отображения такого рода не предпола-

гают каких-либо конкретных математических функций, которые раскрывают характер, вид (структуру) самого перехода от оригинала к образу, являющемуся результатом сложнейших преобразований воздействий оригинала-объекта. Лишь на основе экспериментального изучения механизма этого перехода последний можно выразить в виде определенных функций, которые будут содержать в себе элемент изоморфизма (гомоморфизма) как весьма абстрактный момент. А из изоморфного (гомоморфного) отношения предмета и образа как крайних членов причинного ряда не вытекает конкретная функция, определенный вид преобразований внешних воздействий, хотя «непрерывный причинный ряд» от воздействий на рецепторы до мозга включительно лежит в основе отношения образа и предмета. Сказанным легко объяснить неудовлетворенность психофизиологов понятиями изоморфизма и гомоморфизма. Эти математические отображения наиболее плодотворны для описания гносеологического, а не психофизиологического отношения между предметом и образом.

При построении, формировании понятийных образов промежуточные операции, как указывалось в § 5, имеют свою специфику, и лишь конечной целью и продуктом является тот или иной вид соответствия структур образа и оригинала. Иначе говоря, эти виды соответствия относятся к результатам познания, а не к процессуальной стороне.

Рассмотрим, наконец, одно возражение против применения математических понятий (изоморфизма, гомоморфизма и др.) в логико-методологических и специально гносеологических исследованиях. Сторонники данной точки зрения квалифицируют это, как смешение философских и специальнонаучных понятий.

На наш взгляд, авторы этих возражений не учитывают природу специально гносеологических понятий и состояние современного познания в целом. Дело в том, что понятия гносеологии (в узком смысле), раскрывающие специфику познавательной деятельности и ее результатов (в частности, понятие адекватности образа и оригинала), характеризуются ограниченной качественной общностью. Это означает, что эти понятия относятся не ко всей действительности, а к ее фрагменту — к области познавательного взаимодействия субъекта и объекта. Тем самым они

отличаются от всеобщих философских категорий, относящихся и к природе, и к обществу, и к познанию. А отсюда следует, что качественные структуры содержания специально гносеологических понятий могут быть конкретизированы, непосредственно стыкуясь с некоторыми математическими понятиями и методами.

В данном случае гносеологическое понятие о соответствии структур образа и оригинала конкретизируется и преобразуется в понятия о видах математических отображений и преобразований. А указание на вид соответствия (сходства) образа и оригинала важно потому, что образ сходен с оригиналом в одних отношениях и не сходен в других (например, сходен по топологическим свойствам и не сходен по метрическим свойствам и отношениям).

Это означает, что гносеологическое учение об адекватности образа и предмета имеет свой подсобный математический аппарат, схватывающий структурные отношения образа и оригинала, математические отображения и преобразования. Наконец, следует учитывать тенденцию превращения учения о специфике познания в специальнонаучную комплексную дисциплину, выполняющую более частные методологические функции, чем система общефилософских категорий.

9. Семантическое отношение. Наконец, пятой базисной гносеологической характеристикой образа, знания, как психического отображения, является семантическое отношение, которое отличает психическое отражение (как собственно отражение) от отражения в неживой природе. Семантическая характеристика образа имеет две модификации в зависимости от того, является ли образ чувственным или мысленным.

Чувственному образу присуща предметность (предметное значение), или, по другой терминологии, «объективированность» (объективация), «психическое проецирование», «экстериоризация». Свойство предметности заключается в следующем. В упорядоченности (структуре) нейродинамических состояний головного мозга субъекта закодирована упорядоченность (структура) воздействовавших объектов. Для субъекта эта упорядоченность состояний его анализаторов выступает в качестве структуры внешнего объекта; иначе говоря, субъект как бы соотносит, проецирует обратно (но не физически) структуры состояний своих анализаторов на внешние предметы.

О предметности зрительного образа К. Маркс писал, что «световое воздействие вещи на зрительный нерв воспринимается не как субъективное раздражение самого зрительного нерва, а как объективная форма вещи, находящейся вне глаз» [К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, стр. 82].

Предметность чувственного образа как особое свойство субъектом не осознается. Поэтому для иллюстрации реальности этого свойства обратимся к нарушениям нормальных условий деятельности органов чувств, когда возникают, так сказать, вторичные эффекты свойства предметности.

Факты появления зрения у слепорожденных людей в результате операции показывают, что человеку, которому сообщили способность глаза оптически воспринимать свет, внешние предметы вначале кажутся плоскими, находящимися одинаково близко к глазам. И лишь после многократных ощупываний предметов и промериваний шагами расстояний до них, т. е. на основе накопления опыта двигательно-контактной рецепции, к человеку приходит способность пространственного видения — отображения вещей объемными и как бы вынесенными на разные расстояния от субъекта. Интересны также факты так называемых фантомных ощущений у людей с ампутированными конечностями. Человек смотрит на нагретый предмет и ощущает тепло от «прикосновения» ладонью ампутированной руки. Субъективная реальность такого ощущения связана с участием («актуализацией») прошлого опыта тактильно-двигательной рецепции.

Вопрос об условиях, факторах и механизме реализации свойства предметности представляет, по существу, вопрос о реализации психического образа, т. е. о переходе сигналов-раздражителей в образ предмета. Конкретно научные исследования этой проблемы представляют и методологический, гносеологический интерес.

Этот вопрос ставился Аристотелем («О душе»), Кондильяком («Трактат об ощущениях»), Гельмгольцем [1899]; но ближе всего к его решению подошел И. М. Сеченов.

В работах «Рефлексы головного мозга», «Кому и как разрабатывать психологию» и «Элементы мысли», написанных в период с 1863 по 1878 г., И. М. Сеченов пытался объяснить предметный характер зрительных восприятий

за счет мышечного чувства глаз, приписывая им «способность выносить впечатления наружу». Позже Сеченов убедился в том, что этого совершенно недостаточно. И в работах 1898—1901 гг., где он приступил к изучению «рабочих движений человека», Сеченов вплотную подходит к решению проблемы предметности. Так, во втором издании «Физиологических очерков» в статье «Осязание как чувство, соответствующее зрению» Сеченов проводит глубокую аналогию между работой глаз и рук. А в статьях «Участие нервной системы в рабочих движениях человека» и «Участие органов чувств в работах рук у зрячего и слепого» Сеченов проводит идею о ведущей роли контактной рецепции, предметных действий в формировании предметного чувственного отражения в противоположность тезису И. Мюллера о том, что «орган чувств ощущает сам себя».

В последнее время эта проблема вновь обрела свою актуальность. Достаточно указать на следующие работы: Б. Ананьева, Л. Веккера, Б. Ломова, А. Ярмоленко [1959], Н. Мансурова [1959], Б. Ананьева [1960], И. Бериташвили [1963], С. Петрова [1959], а также наши работы [1957, 1960, 1963] и др.

Современные данные показывают, что психофизиологической основой свойства предметности является непосредственный контакт с предметом, процесс его осязания. Большинство исследователей сходится в признании решающей роли прошлого осязательного опыта, который актуально включается в наличное восприятие предмета, в признании роли взаимодействия дистантных и контактных анализаторов между собой.

Механизмом реализации свойства предметности считается система условных рефлексов вместе с системой обратных связей.

Но, на наш взгляд, указанных факторов еще недостаточно для решения вопроса; следует указать еще, по крайней мере, на два фактора [В. С. Тютин, 1963, гл. 6].

Это прежде всего *активная направленность* субъекта *вовне*, в мир вещей, в основе которой лежат *состояния* нужды, потребности и, в особенности, ориентировочной потребности. Ориентировочные потребности выражаются в ориентировочно-исследовательских рефлексах, а психически переживаются как «бескорыстное любопытство»

(у животных), как познавательные интересы (у людей). Благодаря вектору ориентировочной направленности во-вне, предметная, практическая и сенсорная деятельность имеет характер целенаправленной, устремленной на мир вещей. На основе и в ходе предметной деятельности структура нейродинамических состояний мозга функционально выделяется, «проецируясь» на объекты.

Другой дополнительный фактор реализации свойства предметности, а тем самым и образа в целом, состоит в следующем. Прошлые и настоящие воздействия на рецепторы кодируются в мозгу на *едином (однородном) «языке» элементарных нервных процессов* — динамики состояний возбуждения и торможения. Вследствие этого прошлые, настоящие и будущие воздействия становятся «равноценными» (по выражению И. М. Сеченова) в своей ориентировочной функции. Поэтому возможна актуализация прошлого опыта, особенно осязательного, его включение в наличное восприятие.

Эквивалентность (с точки зрения нейродинамического кодирования) настоящих воздействий прошлых следов и будущих воздействий позволяет субъекту строить «модели потребного будущего» [Н. А. Бернштейн, 1963], которые включают в себя цели — будущие результаты действий — и программы действий по достижению целей. А это означает, что предметный и, вместе с тем, идеальный характер образов обеспечивает особый предваряющий план действий, т. е. реализует их опережающую функцию. Наконец, предметное содержание образов непосредственно выступает для его носителя-субъекта в субъективно-идеальной форме: в образе как таковом нет ни грана вещества ни объекта, ни субъекта. Это означает, что способность соотнесения структур, заключенных в нейродинамических процессах, с внешними объектами есть вместе с тем способность активного выделения, извлечения практически действующим субъектом этих структур, которые в совокупности образуют его идеальный, субъективный мир.

Остановимся специально на трактовке предметности в плане преодоления двух крайностей — репрезентационизма и презентационизма.

Свойство предметности чувственных образов есть их имманентная характеристика, а не внешнее отношение уже сформированного образа с внешним предметом-ори-

гиналом, как считали сторонники репрезентативного реализма. Дуализм образа и предмета был неизбежным дополнением такого понимания свойства предметности, даже если исходным пунктом было материалистическое решение основного вопроса философии. Обратимся для пояснения к классической постановке этой проблемы Э. Кондильяком в его «Трактате об ощущениях». Он писал, что все наши чувственные показания представляют собой «чисто субъективные модификации души», и только действия осязающего органа — руки — придают им предметное значение, внешне связывают их с объектами [Э. Кондильяк, 1935, стр. 55—58]. У Г. Гельмгольца, как мы видели, предметный характер наших ощущений является результатом истолкования их «актом сознания» [Г. Гельмгольц, 1899, стр. 111, 112], т. е. внешним для ощущения отношением, ибо ощущение было для него чисто условным чувственным знаком.

Во всех наших работах, посвященных природе образа, психического отражения в целом, мы старались показать, что предметность, семантическая характеристика образа представляют собственные, имманентные характеристики образов (чувственных и мысленных), т. е. без этих характеристик нет образа. И из того факта, что нет еще полной ясности, как именно структуры нейродинамических процессов субъективно переживаются в виде образов предметов, отнюдь не следует ни отрицание семантического отношения в духе презентационизма, ни трактовка его как чисто внешнего отношения в духе репрезентационизма (как отношения знака к своему референту).

Однако А. Н. Леонтьев, не вникая в контекст наших работ, чисто номинально отнесясь к тому или иному высказыванию, приписал нам репрезентационистскую трактовку образа [А. Н. Леонтьев, 1970, стр. 38]. Между тем в критикуемой им нашей статье написано, что «активные практические действия субъекта с вещами лежат в основе «опредмечивания» тех нейродинамических структур, которые составляют материальный субстрат образа» [В. С. Тьюхин, 1967, стр. 49]. Иначе говоря, соотносен с предметом не образ, а структура его нейродинамического субстрата, благодаря чему субъекту в его непосредственном переживании дано содержание предмета, а не состояний его мозга.

Ошибки в трактовке существа свойства образа «быть идеальным» в значительной степени коренятся в непонимании свойства предметности чувственного образа или же семантической характеристики мысленного образа.

Мысленным образам (содержанию понятий, любых теоретических построений) присуща характеристика эмпирической или теоретической интерпретации, т. е. их смысловое значение.

Эмпирическая интерпретация заключается в соотнесении структуры, заключенной в содержании понятия, теории и т. д., с тем или иным классом эмпирических объектов. Она осуществляется с помощью менее абстрактных и опосредованных понятий и, в конечном счете, при посредстве чувственных образов и приборов, являющихся своеобразным продолжением рецептов.

Теоретическая интерпретация состоит в том, что структура, заключенная в содержании абстрактного понятия или формальной системы, истолковывается, соотносится с другим понятием или формальной системой, которые в данный момент познаны, объяснены более глубоко (например, такова геометрическая интерпретация отрицательных и мнимых чисел).

Интерпретация формальных систем носит взаимный, обратимый характер, т. е. несет в себе элемент условности, соглашения: любая из двух соответствующих друг другу систем может быть принята за образ или прообраз (оригинал) в зависимости от поставленной задачи. В отличие от формальной интерпретации предметность чувственных образов имеет необратимый характер: оригиналом всегда выступает эмпирический объект.

Следует подчеркнуть, что семантическая функция (предметное или смысловое значение) любого образа неотждественна предыдущей характеристике образа — структурному соответствию образа своему оригиналу. Семантическая функция, т. е. способность обратно проецировать структуры отображения на оригинал, присуща живым высокоорганизованным системам. С точки зрения кибернетики такой способностью обладают подлинно самоорганизующиеся системы. Существующие технические системы управления еще не находятся на уровне самоорганизации, эквивалентном уровню живых существ. У самоорганизующихся живых систем внешние сигналы-раздражители играют прагматическую роль для организ-

ма-субъекта, выполняют ориентировочную функцию. А это означает, что физические сигналы-раздражители становятся сигналами в смысле учения И. М. Сеченова и И. П. Павлова, что обусловлено способностью самоорганизующихся систем к активно-побудительным состояниям, к целенаправленности, к высокой степени автономности или «самостоятельной силе реагирования» [Ф. Энгельс].

§ 8. Характеристики образа и понятие об их оценках

Основные (базисные) характеристики образа, рассмотренные в § 7, являются вместе с тем интегральными, т. е. они обобщают и объединяют в единый комплекс другие, более частные характеристики. Поэтому нам предстоит раскрыть весь спектр характеристик, что позволит подойти к понятиям об их оценках и сформулировать задачи, возникающие при определении способов этих оценок.

Как было выяснено в § 7, ценность, значимость отображения для его носителя имеет две модификации: во-первых, субъективную ценность, зависящую от духовных потребностей, интересов, целей и задач, опыта, уровня развития индивида или группы индивидов; во-вторых, объективную, научную ценность отображений, знаний. При рассмотрении здесь объективной стороны образа как элемента и итога познания нас, естественно, интересует лишь объективная, научная ценность отображений, образов.

Научную ценность полученных сведений, выводов, знаний в практике научных исследований дифференцируют, как мы уже отмечали, по той роли знаний, отображений, которую они играют при решении определенного класса задач, для обогащения той или иной области знания, научного направления, для системы знаний в целом. Эту градацию значимости полученного знания можно отнести и к прогнозированию развития той или иной проблемы, теории, области знания или системы научных знаний. Естественно, с научной ценностью отображений объектов коррелируют и их объективная полезность, их роль для развития материального производства, материальных условий жизни общества в целом. Например,

открытие химической структуры (формулы) легкого и энергетически емкого горючего материала имеет не только узкое значение для соответствующей отрасли химии, но и для аэродинамики (меняется конструкция летательных аппаратов), космонавтики, приборостроения и т. д. Поэтому понятие объективной ценности и полезности образов, знаний должно в каждом отдельном случае отвечать на вопрос: ценность (полезность) по отношению к каким факторам, задачам научного познания и его приложений?

Соответственно этому вопросу должна формулироваться и количественная или качественная оценка ценности отображения, знания (подчеркнем, что не следует отождествлять понятие «ценность отображения, информации» с понятием «оценка, как величина, ценности» знания. О возможностях и существующих способах количественных и качественных оценок некоторых характеристик отображения, в том числе его ценности, см. § 14).

Перейдем к анализу характеристик, раскрывающих объективное содержание образов и помогающих выяснить смысл их оценок.

Понятие разнородности объектов и, соответственно, знаний о них, по существу, представляет собой сравнительную характеристику, фиксирующую качественное различие данного объективного содержания по отношению к другому содержанию. Качественные различия могут классифицироваться в полной аналогии с различиями систем по их координации и субординации, т. е. по горизонтали и вертикали. В первом случае различные качества (или разновидности систем) могут рассматриваться как подкачества более общего (по объему) качества (или, соответственно, как подсистемы более широкой системы). По вертикали имеют место иерархия качеств и систем, их различие по уровням. Предметная область того или иного образа (понятия, теории), как правило, относится к одному определенному уровню организации материи или ветви ее развития. Поэтому смысл оценки разнородности содержания знаний (отображенных объектов) по существу сводится к определению места данного отображенного объекта в той или иной классификационной схеме. При этом основание классификации может стать параметром оценки степени

близости друг к другу сравниваемых отображений объектов или же их «расстояния» друг от друга.

Важно также оценивать и внутреннюю разнородность: поскольку существует градация качеств, возникает необходимость определения разнородности (или однородности) элементов и подсистем познаваемого системного объекта. Возьмем простейший пример: целостный чувственный образ предмета, как правило, полимодален — он может включать в себя различное число разнородных элементов, т. е. ощущений разных модальностей (световых, звуковых, вкусовых, тактильных, температурных и т. д.). А от разнородности элементов и подсистем отображения (особенно в теоретических построениях) зависит ряд познавательных свойств и функций данного образа (понятия, теории) — возможности его преобразования, его комбинаторно-операциональные возможности и т. д.

Как показывает опыт, научные исследования нуждаются в точных критериях и оценках разнородности отображений, информации. Поскольку эти критерии и оценки важны прежде всего для сопоставления разнородных сведений с целью получения новых знаний, их лучше именовать *критериями и оценками относительной сопоставимости (несопоставимости) сравниваемой информации*. За этими терминологическими различиями понятий «оценка» и «критерий» скрывается различие в специалонаучном и гносеологическом подходах к соответствующим оценкам. Поясним это примером.

При переходе от макромира к познанию микромира физика столкнулась с фактом качественного различия, разнородности этих областей. И степень их разнородности раскрывалась по мере обнаружения новых принципов и понятий (дискретность, квантованность действия, дуализм волны и частицы, принцип неопределенности), по мере преобразования содержания старых понятий (например, понятия «частица») или существенного ограничения применимости старых классических понятий (траектории, непрерывности, динамической закономерности и др.) и даже отказа от некоторых понятий и принципов (макропричинности, изолированной системы, отвлечения от воздействия прибора и др.). Как видно из этого примера, степень разнородности макро- и микро-явлений мы оцениваем по существенности и числу отли-

чительных признаков содержания этих двух областей знания.

Одной из задач гносеологии является формулирование некоторых *критериев, формальных показателей*, правил сопоставимости, которые бы относились к *форме знания*, соотносительной с его содержанием. О необходимости определения сопоставимости научной информации упоминал А. Н. Колмогоров (1956) в связи с обсуждением проблем развития теории информации. Пока эта задача не решена. При ее решении следует учесть следующие методологические требования и рекомендации.

Прежде всего, надо учитывать относительный характер оценки сопоставимости, разнородности: сопоставимость не вообще, а *относительно данного этапа познания* отображаемых объектов. А это открывает возможности для определения величины (степени) сопоставимости по числу факторов, познанных в данное время. Здесь в первую очередь необходим учет числа существенных факторов, которые общи обоим сравниваемым системам.

Важно отличать *разнородность по вертикали и горизонтали*; оба вида разнородности имеют свои способы оценок. Обратимся к уже приводившемуся примеру со сравнением знака и образа в связи с оценкой знаковой концепции ощущений. Между знаком и образом имеется отношение субординации (уровень элементов и уровень систем). Между тем нередко, вместо сравнения атомарного знака с ощущением, а структуры системного знака — с восприятием, сопоставляются знак и целостный образ как одноуровневые образования. Такие неэквивалентные сопоставления, к сожалению, отняли много времени и сил у спорящих сторон.

Проблема сопоставимости отображения того же уровня и разных уровней в абстрактном виде была, по существу, поставлена при обнаружении парадоксов наивной теории множеств и разрешена в теории типов Рассела, в аксиоматических построениях теории множеств Цермело, Неймана — Бернайса, Куайна и др. [*Ван-Хао и Р. Мак-Нотон*, 1963; *А. Френкель и И. Бар-Хиллел*, 1966].

Если учесть, что те или иные сведения сопоставляются по разным признакам и применительно к разным задачам, то можно ожидать и разных способов оценок разнородности, разных единиц для определения «расстояния» от одной предметной области до другой.

Количественная, экстенсивная сторона отображения имеет ряд частных характеристик и, следовательно, подзадач, связанных с ее выявлением. Это прежде всего количество компонентов системного объекта. Оно задается или числом, или указанием порядка величин. Например, квантовая теория многих тел описывает динамику систем, состоящих из числа объектов порядка 10^{24} . Гораздо реже указывается число свойств познаваемого объекта. Обычно указывают на число свойств, которые достаточно (недостаточно) познаны, измерены, объяснены и т. д. Аналогично числу свойств можно говорить о числе внутренних связей и отношений данного объекта с другими объектами.

В силу неисчерпаемости внутренних и внешних свойств, связей и отношений познаваемого объекта имеет смысл говорить об отношении числа познанных свойств и связей объекта (по состоянию на данный период времени) к числу свойств и связей, познанных на предшествующем этапе. Если внутренние и внешние связи познаваемого объекта интерпретировать в виде векторов, то тогда «плотность векторов» отображения даст представление об экстенсивной стороне познания объекта. Важнейшей характеристикой количественной стороны любого отображения является определение интенсивности тех или иных свойств и связей и, соответственно, определение оценок, т. е. величин этой интенсивности. Известно, что исходной предпосылкой для теоретического естествознания служат данные об измерении различных величин объектов. Если системный объект рассматривать на уровне его структурного анализа, задача которого состоит в выявлении частных структур, входящих в совокупную или интегральную структуру системного объекта, то компоненты, свойства и связи системы выступают в виде элементов соответствующей структуры. Например, такие величины в уравнениях состояния реальных газов, как давление, удельный объем, температура, число молекул (атомов) в грамм-молекуле (грамм-атоме), т. е. число Авогадро (N_A), являются элементами термодинамических структур или законов. В итоге экстенсивная, количественная характеристика сводится к определению числа элементов и величин их интенсивностей.

Экстенсивная характеристика, по-видимому, может иметь две основные оценки: *степень точности* измерения и

выражения тех или иных величин и *степень полноты* их изученности (т. е. какая часть из известных параметров изучена и т. д.). О важности первой оценки свидетельствует существование специальной научной дисциплины — метрологии и ее разновидностей: теории измерения электрических, термодинамических величин и т. п. Прогресс в направлении все большей точности измерения и выражения величин имеет прямое отношение и к интенсивной стороне познания — к открытию и подтверждению законов, структур. Известно, например, что более точное измерение французским ученым Пикаром радиуса Земли послужило экспериментальным подтверждением второго закона динамики Ньютона. И противоположный пример: неточное измерение ученым Тихо де Браге отклонения падающего с высоты камня привело его к выводу об отсутствии вращения Земли. В истории естествознания имеется немало примеров, когда уточнение данных измерения приводило к глубоко качественным выводам. Так: высказание предсказания существования планеты Нептун Кеплером, открытие В. Паули нейтрино при объяснении явления бета-распада. Более точные измерения связей между объектами, их силовых взаимодействий существенны для понимания их структуры. Так, для объяснения и расчета механизма ядерных сил японский физик Юкава в 1935 г. предположил существование новой частицы — мезона, обнаруженного Андерсоном в 1937 г.

В работе отражательных (в частности, измерительных) систем показатели точности и полноты находятся в обратном отношении (см. [Б. С. Украинцев, 1969, гл. IV]). Повышение точности измерительных систем связано с их избирательностью, т. е. сужением диапазона измеряемых величин и количества измеряемых свойств. Проблема точности измерения интенсивности свойств и связей объектов является проблемой номер один современного естественнонаучного эксперимента и техники автоматического регулирования и управления. И здесь на первом месте стоит измерение пространственных, временных и энергетически-импульсных величин.

Характеристика структуры познаваемых объектов включает две разновидности — количественные структуры и качественные.

Количественными являются структуры, у которых элементы обладают интенсивностью (количественной

градацией) и поэтому могут быть измерены и (или) выражены численно. Такими структурами являются в большинстве своем (если не почти все) уравнения математической физики. В такие структуры целиком входит описанная ранее экстенсивная характеристика отображения.

Качественные структуры — это те, элементы которых не имеют интенсивности и не могут быть измерены и выражены численно. Отсутствие у элементов интенсивности может носить абсолютный, принципиальный характер (таковы, например, логические формулы, раскрывающие строение суждений и выводов, структурные формулы в органической химии), а может быть и относительным, связанным, в частности, с тем, что на данном этапе познания мы еще не имеем способов измерения, выражения интенсивности того или иного свойства или связи. В таких случаях мы вынуждены пользоваться качественным анализом с помощью качественных структур. Но и для качественных структур и методов сохраняет значение (и, по крайней мере, может использоваться) учет количества элементов и подсистем. Большую роль в этом типе структурного анализа играют методы комбинаторной математики (см. [Ю. А. Урманцев, 1968]), теории множеств, топологические методы (в частности, методы теории графов). Весьма эффективен метод формализации, в частности аксиоматизации, когда строятся абстрактные структуры с исчислением качественных отношений. Это, прежде всего, метод логической формализации, широко применяемый в вычислительной технике, в анализе и синтезе УЦВМ (см. [В. М. Глушков, 1964]).

Для современной науки, и особенно для естествознания, характерны две тенденции: с одной стороны, расширение сферы количественно-структурного исследования объектов; с другой стороны, повышение роли качественно-структурного анализа, особенно при изучении фундаментальных свойств той или иной области явлений (такова, например, роль топологических методов в биохимии).

В количественных и качественных структурах учитывается (но в разной степени) качественный состав, т. е. набор качественно различных компонентов системы, ее свойств и связей. В уравнениях связи и движения об этом качественном составе судят по набору переменных и по их размерностям.

Главная составляющая структурной характеристики— это способы упорядоченности или законы композиции элементов (компонентов, свойств, связей и отношений). Например, в кристаллографии изучаются пространственные отношения элементов и прежде всего такие виды упорядоченности этих пространственных отношений, как группы симметрии. С помощью различных типов, классов, подклассов математической упорядоченности и их сочетаний описываются реально наблюдаемые структуры системных объектов. При этом структурное описание содержания объектов связано с выделением (иногда чисто условным) внутренних и внешних свойств, связей и структуры объектов: соответственно этому параметры (свойства и связи) системы разделяются на внешние и внутренние. Так, в термодинамике к внешним параметрам состояния относятся объем газа, зависящий от стенок сосуда, напряженность электрического или гравитационного поля, в котором находится газ. К внутренним параметрам относятся плотность и энергия системы.

В общем случае полная структура объекта складывается из упорядоченности внутренних и внешних свойств и связей; и о содержательности той или иной теории объекта можно судить по богатству этих связей.

Кроме отношений упорядоченности, другой важнейшей характеристикой структур является инвариантность этих отношений порядка относительно определенных изменений, преобразований. В инвариантности выражаются, как известно, устойчивость и целостность системы, ее относительная автономность, независимость от окружения.

С инвариантностью структур тесно связана характеристика их общности, которая специфична для образа в целом. Изменение общности обуславливается расширением или сужением предметной области, к которой относится данная структура. Для научного познания существенную роль играет качественная общность, т. е. объединение нескольких качественно разнородных областей явлений в более широкий класс, имеющий тот или иной общий признак. Таково, например, объединение систем живой природы, общественной жизни и технических устройств по признаку (свойству) «обладать способностью к управлению на основе переработки информации». Связь инвариантности и общности состоит в том,

что общий признак некоторого класса явлений или состояний можно рассматривать как инвариант преобразований, которыми являются сами явления и состояния.

Перечисленные частные характеристики, входящие в совокупную или интегральную структурную характеристику объекта, относятся и к чувственным, и к мысленным образам (понятиям, модельным представлениям, гипотезам, теориям). Но познание на основе мысленных образов структур имеет более интенсивный характер, нежели при помощи чувственных. Опираясь на теоретическое познание, наука открывает непосредственно не данные свойства и отношения, постигает законы (структуры) все более глубокого порядка; иными словами, познание выявляет качественную определенность вещей, переходя к их сущности первого, второго и других более глубоких порядков.

Для обеспечения такого процесса недостаточно обобщений на основе внешних, чувственно данных признаков. Для этого необходимо операции абстрагирования и обобщения осуществлять совместно с операциями опосредствования (вывода). Поэтому образы как результаты и исходные единицы дальнейшего познания несут на себе характеристики отвлеченности и опосредованности, ибо каждая найденная познанием структура представляет какую-либо отдельную, абстрактно выделенную сторону объекта и «удалена» от опытных данных рядом посредствующих звеньев.

Именно благодаря этим двум дополнительным характеристикам образов их структуры приобретают статус существенных структур, или законов, объекта. Сущность объекта выражается через совокупность (точнее, системе) таких «сущностных» структур или же интегрально — через основной закон, обладающий огромной обобщающей силой и структурной эффективностью, конструктивностью. Таковы, например, уравнения Максвелла для электродинамики, уравнение Шредингера для квантовой механики, принцип и уравнения Гамильтона для аналитической механики, закон (принцип) энтропии для термодинамики и статистической физики.

Исходя из рассмотрения составляющих элементов структурной характеристики, а также из потребностей научного познания, можно выделить следующие типы оценок этой характеристики.

На первом месте стоит задача нахождения способов (количественных или качественных) оценки уровня структурной организации, или уровня организованности, одной системы по отношению к другой. В частном случае — это относительная оценка уровня самоорганизации (этого вопроса мы уже касались в первой главе). Более абстрактной и менее содержательной оценкой структурной организации систем является величина их относительной сложности (подробнее об этом см. гл. V); частными по отношению к этой оценке сложности будут: относительная сложность состава, свойств и связей отображаемой системы. Для структур на уровне сущности необходима оценка степени существенности структур, описывающих тот же объект. Аналогичное относится и к оценке качественной общности.

Характеристика структурного соответствия образа и оригинала включает в себя некоторое множество соответствий между ними по их различным свойствам и отношениям. При этом соответствия структур по одним свойствам или отношениям описываются одним видом математических отображений и преобразований, для других свойств более применимы иные «морфизмы».

К оценке характеристики соответствия структур можно, пожалуй, отнести лишь оценку точности задания конкретной функции, реализующей переход от образа к оригиналу, от модели к образцу. При этом особо подчеркнем следующее: можно верно выбрать ту или иную разновидность, тип математического отображения, но если неточно определить конкретную функцию перехода, то применение того или иного теоретического расчета на практике не даст желаемых результатов. Например, если мы неточно определили масштабный коэффициент в функции для пересчета времени с модели на оригинал, то вместо ожидаемых результатов получим иные.

Для того чтобы подойти к понятию об интегральной оценке смысла, содержания образа, т. е. к понятию о величине «семантической информации», необходимо выяснить соотношения семантической функции с характеристикой разнородности (модальности) образа, его структурой и характеристикой соответствия структур образа и оригинала.

Разнородность образа и его семантическая сторона указывают на предметную область, на класс объектов.

но осуществляется это различным способом. Первая характеристика схватывает само качественное различие между отображаемыми классами объектов путем указания на место, занимаемое данным классом в некоторой совокупности или системе классов, а также на уровень данного класса в иерархической лестнице познанных структурных уровней материи. Например, модальность данного ощущения выделяет его среди всех ощущений других модальностей. Мысленный образ объекта мы также относим к определенному классу, предметной области, отмечаем его качественное отличие от других, указываем, что он относится к определенному уровню либо структурно-масштабной лестницы (например, физические объекты), либо структурно-генетической иерархии (например, биологические и социальные объекты). Посредством семантического отношения явно не фиксируется место данного образования в системе классов, а происходит соотнесение структуры отображения с объектами данной конкретной области. Из этого различия вытекает, что первая характеристика связана с определением сопоставимости сведений, тогда как к семантической функции этот вопрос не имеет отношения. Другое отличие можно выразить следующим образом: если характеристику разнородности принять за скалярную величину, то тогда семантическая характеристика будет выступать в виде вектора, идущего от структуры образа к оригиналу и представляющего собой своеобразное проецирование структуры отображения на оригинал.

Отличие структурного соответствия образа и оригинала от их семантического отношения заключается, во-первых, в противоположной направленности их векторов. Структура оригинала определяет структуру отображения. Для структурного соответствия отношение функциональной зависимости можно обозначить как $S_x \rightarrow S_o$, или $S_o = F(S_x)$, где S_x — структура оригинала, S_o — структура образа, стрелка — отношение первичного и вторичного, F — функциональное отношение. Указанное отношение имеет в качестве своей материальной основы причинную связь («обуславливание») между оригиналом и изменением отображающего объекта. Семантическое же отношение имеет противоположную направленность: $S_o \rightarrow S_x$. Такая направленность обусловлена тем, что субъект познания на основе своей активной направленности во

внешний мир соотносит, проецирует отображенную структуру обратно на оригинал. Это, конечно, не отменяет вторичности, зависимости образа от оригинала.

Во-вторых, эти две характеристики отличаются тем, что семантическое отношение само по себе не ответственно за соответствие («тождество») структур и за правила их синтаксического преобразования. В простейшем случае при исходном семантическом отношении именования (называния) структура имени или атомарного знака, как правило, не имеет сходства со структурой денотата (предмета имени). В случаях сложных структур (например, состоящих из комплекса знаков) семантическое отношение «отсылает», «адресует» структуру к той предметной области, где данная структура и ее преобразования используются. Другое дело, что в реальном процессе познания структурные соответствия объединяются с семантическим отношением, представляя единое структурно-семантическое отношение (связь), специфическое для познавательного образа. Исходное положение о том, что образы вещей по своей главной функции служат орудием ориентировки в окружающем мире, указывает на определяющее значение и единство этих двух отношений.

Поэтому значение терминов «содержание» и «смысл» применительно к чувственным формам, понятиям, теоретическим построениям, моделям и т. д. включает в себя структурное и семантическое отношения. Семантический анализ языка науки также свидетельствует о едином синтаксически-семантическом характере его построений.

При анализе реальных продуктов познания следует в соответствии с этим выделять две стороны: структурную, синтаксическую и структурно-семантическую смысловую сторону. В силу относительной самостоятельности этих сторон возникает вопрос: какие реальные задачи встают на стыке чисто синтаксического анализа и синтаксически-семантического, смыслового анализа продуктов познания; с другой — в чем конкретно выражается их относительно самостоятельная роль?

В теоретическом познании, особенно опирающемся на специализированный искусственный язык, нередко возникает необходимость в решении такой типичной задачи: по виду и характеру структуры (например, формулы, уравнения), путем ее чисто синтаксического, структурного анализа определить ее смысл (физический, биологиче-

ский и пр.), ее предметную область без предварительного и специального установления семантического отношения между этой структурой и объектами данной предметной области.

В настоящее время найдены алгоритмы распознавания классов осмысленных и бессмысленных предложений из общей их совокупности (см. [В. М. Глушков, 1964]). Но определить, какой именно смысл имеют те или иные конкретные предложения, какова их предметная область,— такая задача пока не поддается решению. Возможно ли в принципе ее решить? Какие трудности и ограничения стоят на этом пути?

Опираясь на системно-структурный подход к познанию объектов, следует признать, что в принципе все свойства, все их содержание могут быть выражены на языке отношений, на системно-структурном языке. При этом совокупная (интегральная) структура объекта включает частные структуры (законы) двух родов: во-первых, структуры, специфичные для данного класса объектов; во-вторых, общие, сходные, одинаковые для нескольких областей явлений. Сходство, аналогичность структур представляет собой проявление материального единства мира — точнее говоря, выражение его системности как универсального принципа его строения и функционирования.

Сходство структур разных классов объектов указывает на неоднозначность определения того или иного класса объектов на основе этих сходных структур. Поэтому определение специфики объекта требует выявления дополнительной специфической (непохожей на другие) структуры. Но эта специфичность, действительная при сравнении данного класса объектов со вторым, третьим и т. д. вплоть до n -го класса, может быть утрачена при сравнении с $(n+1)$ классом объектов. В тенденции лишь очень большое (в пределе — бесконечное) число таких структур (уравнений, формул, графиков и т. д.) способно достаточно точно (в пределе — однозначно) описать специфику объектов данного класса.

Представим себе такую идеализированную фантастическую модель познания. Предположим, что мы знаем достаточно исчерпывающе все основные классы явлений и можем составить абсолютную иерархическую схему их структурного описания. Пусть, далее, нам дается какая-

то частная структура (например, безразмерное уравнение) и ставится задача определить, какой класс и уровень объектов она характеризует. Даже имея перед собой эту фантастическую «абсолютную» структурную схему мира, нельзя чисто синтаксически решить эту задачу, в силу неопределенности, недостаточности ее исходных данных. Компенсацией такой неопределенности чисто синтаксического анализа данной структуры и является семантическое отношение, которое адресует эту структуру к объектам данного класса. Когда мы имеем дело с реальными познавательными ситуациями, характеризующимися неполной текущей и «априорной» информацией (а не абсолютной структурной схемой), то необходимость в семантическом отношении является бесспорной. Таким образом, дополнительность чисто структурного анализа семантическим анализом есть следствие неисчерпаемости внешнего мира, своеобразный способ компенсации недостаточности теоретических структурных сведений (структурной информации) семантическими компонентами, интерпретацией, основанной на эмпирическом, практическом контакте с объектами.

Как же в свете всех этих соображений рационально ввести понятие об интегральной оценке «смысла», содержания того или иного вида отражения?

Во-первых, относительная оценка «смысла», «содержательности» образа должна относиться к однородным объектам, т. е. к объектам одного определенного уровня, класса, подкласса и т. д. (иначе говоря, оценка должна производиться относительно некоторой общности в рамках соизмеримости, сопоставимости объектов); во-вторых, по богатству — полноте и существенности — структурно-семантических связей, зависимостей, характеризующих данный образ.

Итак, оценка степени «содержательности», или смысловой информации, есть оценка не «чисто» семантического отношения, а *всех характеристик образа, в центре которых — структурная и семантическая характеристики*. Поэтому точнее здесь говорить о смысловой оценке.

Наконец, последняя характеристика образа — предвещающая, прогнозирующая функция — является своеобразной разновидностью объективной ценности; обсуждение ее требует специального исследования, выходящего за рамки задач настоящей работы.

§ 9. Гносеологическое сходство (адекватность) образа и оригинала

1. Сущность адекватности и ее элементы. В проблеме адекватности (гносеологического сходства) образа-оригиналу, знания-действительности концентрируются, как в фокусе, важнейшие проблемы теории познания — такие, как отношение объективного и субъективного, истины и ее критериев, содержания и формы, вопросы языка науки, эффективности знания и его приложений и др.

Ленинские мысли, углубляющие и развивающие марксистское учение об истине и роли практики в познании, ленинская критика махистского варианта позитивизма, знаковой концепции ощущений — все это имеет прямое отношение к проблеме адекватности образа и его оригинала.

Чтобы раскрыть отношение сходства, адекватности между образом и оригиналом, следует обратиться к типичным познавательным задачам, через которые и может легче всего обнаружиться характер этого отношения. К таким типичным задачам можно отнести следующие.

1. Зная результат взаимодействия объекта-оригинала с отражающим объектом (реципиентом), следует найти структуру той или иной стороны оригинала. Эта задача требует дополнительных знаний о структуре реципиента до взаимодействия (о его свойствах и состояниях), об условиях и законе взаимодействия. Закон взаимодействия определяет конкретную функцию перехода от структуры следа-отпечатка к структуре воздействия оригинала, т. е. вид соответствия структур. Знание условий применимости данного соответствия (закона взаимодействия) указывает на семантическую сторону задачи, которая предполагает знание о классе объектов, включающем данный объект-оригинал, структуру воздействия которого мы ищем.

2. Следует найти отображение, зная свойства оригинала, реципиента и закон их взаимодействия. Например, в радиосвязи по заданному воздействию $x(t)$ требуется найти отклик $y(t)$, зная свойства системы связи. Другой пример: зная событие и свойства реципиента, предсказать реакцию последнего на это событие.

3. По заданному воздействию оригинала и его отображению в реципиенте, зная условия взаимодействия, надо

определить закон взаимодействия и (или) свойства отражающей системы (реципиента). Третья задача, по существу, есть задача синтеза системы с заданными свойствами (например, системы связи и управления в кибернетике).

Детальное рассмотрение этих трех типичных, а также производных от них задач показывает, что при анализе отношений отображения и оригинала важно учитывать не только их структурное соответствие, но и все остальные характеристики, указанные ранее.

В зависимости от требований (точности, полноты, глубины), характера познавательных задач, их сложности и конкретности, от природы отображаемых объектов некоторые характеристики образа могут оказаться выражены в слабой степени или неявно, а в предельных случаях — иметь вырожденный характер. В науках с развитым эмпирическим базисом целостный образ объектов включает, как правило, в явном виде все пять основных и кроме того — ряд дополнительных характеристик.

В дедуктивных науках — в математике и логике — и в аксиоматических построениях других наук при отображении абстрактных объектов, формальных систем бывает достаточно их структурного соответствия и семантического отношения в виде формальной интерпретации. А модальность (разнородность) отображения имеет здесь вырожденный и в то же время потенциальный характер. Последнее заключается в том, что при другой постановке задачи, когда возникает вопрос о приложениях данной формальной системы, об ее эмпирической интерпретации, встает и вопрос о ее соответствии качественно определенным объектам того или иного класса. При этом оказывается, что найденная (или сконструированная) абстрактная формальная система имеет преимущественную, более адекватную ей, сферу приложения.

Рассмотрим противоположный случай, когда на первое место выступает не структура, а модальность, качественная характеристика элементов системного объекта. Если для зрительного восприятия формы объекта существенна пространственная структура восприятия, то для ощущений цвета, вкуса, запаха существенной характеристикой является их модальность, находящаяся в однозначном соответствии с природой отображаемого свойства.

В общем случае понятие *конкретного сходства* целостного образа с оригиналом содержит *все характеристики образа*.

Существо понятия адекватности, или гносеологического сходства, образа и оригинала составляют следующие отношения: 1) *соответствие качественной характеристики образа (и его элементов) природе оригинала (и его элементам)*; 2) *соответствие структуры образа структуре оригинала*; 3) *соответствие количественных характеристик образа и оригинала*; 4) *семантическое отношение*. При этом понятие структуры относится не только к внутреннему строению и функционированию отображаемого объекта, но также к его внешним связям и развитию (см. § 1). Эти гносеологические отношения в своем единстве характеризуют гносеологическое сходство образа и объекта, а также сам образ как результат психической деятельности субъекта. В свою очередь, указанные отношения *объединяются гносеологическим отношением* оригинала как первичного и образа как вторичного, функционально зависимого от него. Адекватность образа предмету в области теоретического познания, т. е. применительно к понятиям, теориям, конкретизируется в понятии истинности как высшей формы адекватности. А применительно к ощущениям и восприятиям мы говорим, например, не об истинности ощущений, восприятий, а об их адекватности. По отношению же к теоретическим построениям применимы термины и «истинность», и «адекватность». Некоторые логики считают, что по отношению к понятиям логическую оценку истинности или ложности применять нецелесообразно. Однако в гносеологическом плане вполне правомерна оценка адекватности.

Анализ степени сходства, адекватности мысленных образов их оригиналам должен проводиться на основе их сопоставления по *всем* гносеологическим характеристикам содержания образа (см. § 8). В противном случае адекватность образа предмету, а следовательно, и содержание, смысл образа раскрываются не полно, односторонне. А это означает, что понятия адекватности и истинности, а также смысла, содержательности являются предметом не столько семантического, сколько гносеологического анализа. Те, кто анализ истинности целиком сводит к логической семантике, отдают известную дань неопозитивизму, согласно которому задачи гносеологии и мето-

дологии науки целиком поглощаются анализом «языка науки». Подчеркнем во избежание недоразумений, что свойство истинности может изучаться на уровне семантического анализа, но не сводится к нему целиком.

Чтобы пояснить сказанное, рассмотрим роль основных отношений адекватности, или сходства, и их материальную основу.

Взаимодействие и причинная связь между оригиналом и носителем отображения служат материальной основой всех трех типов отношения сходства. Причинная связь, обусловленность изменений реципиента воздействиями оригинала лежит в основе гносеологического отношения первичности оригинала и вторичности образа, в основе функциональной зависимости структуры образа от структуры оригинала и соответствия этих структур, а также в основе соответствия модальности образа природе оригинала. Перечисленные отношения присущи также и следам-отпечаткам в неживой природе. Однако семантическое отношение присуще лишь живым, самоорганизующимся системам. Его материальной основой является активная деятельность, направленность субъекта поведения во внешний мир, т. е. такое взаимодействие, где субъект — активный член отношения, а объект — пассивный: субъект «проецирует» структуру, соответствующую объекту, на этот объект. Однако это обстоятельство отнюдь не отменяет гносеологической вторичности продукта отображения и первичности его оригинала.

Структурное соответствие образа и его оригинала — главное отношение сходства, поскольку структура отображаемого объекта есть, как было показано, центральная характеристика его содержания. Соответствие структур обеспечивается не только последовательным рядом причинных связей от воздействия оригинала на рецептор до мозга включительно; в этом соответствии решающим условием детерминации является активное взаимодействие познающего субъекта с объектом: субъект активно «уподобляет» свою деятельность объекту, подчиняет ее его структуре, со всех сторон как бы «ощупывая» предмет в ходе взаимодействий с ними. На основе отдельных результатов взаимодействий он строит, конструирует образ объекта, выделяя инварианты его многообразных активных преобразований. Поскольку в нашу задачу не входит анализ процессуальной стороны образа, нам в данном

случае важно лишь констатировать, что образ есть не пассивный отпечаток, соответствующий по своей структуре объекту, а продукт взаимного обусловливания, взаимодействия субъекта с объектом. Активное выделение, извлечение структуры, соответствующей оригиналу, из продукта взаимодействия субъекта с оригиналом-объектом есть главнейший момент в изучении механизма, обеспечивающего такое соответствие.

В трактовке условий соответствия оригинала и его отображения встречаются некоторые предрассудки.

Первый из них формулируют так: «Подобное познается подобным»; он уходит своими корнями в представления Эмпедокла и Платона (см. [Аристотель, 1937, стр. 11]). Этот принцип сводится к утверждению однородности оригинала и носителя отображения по их природе, субстрату. В нашей литературе фактически такую же позицию разделяет В. В. Орлов [1962, стр. 20]: «Тело адекватно воспроизводит те качества воздействующего предмета, которые присущи самому отображаемому телу. Значит, отображение адекватно лишь постольку, поскольку тела сходны по своей природе, и не адекватно, поскольку они различны». Этот тезис аргументируется тем, что при взаимодействии разнородных вещей возможен переход движения из одной формы в другую, а при таком переходе теряется внутреннее сходство отображения с оригиналом (см. [В. В. Орлов, 1962, стр. 15]).

Такое понимание адекватности, сходства является слишком узким; оно покоится на трактовке гносеологического сходства как физического (или шире — субстратного) подобия и структурного подобия. При взаимодействии однородных по своей природе тел соответствие структур и количественное отношение параметров оригинала и отображения, действительно, передаются не только в виде изо- и гомоморфизма, но и в виде их частного случая — подобия, когда имеет место тождество элементов и связей структур образа и его прообраза. Если ограничиваться только отношениями подобия между образом и оригиналом, то многие познавательные задачи оказались бы в принципе неразрешимыми. Так, по показаниям макроприборов и прочих макроэффектов нельзя было бы адекватно познавать объекты микромира, воздействующие на макрообъекты, изменения которых воспринимаются нашими органами чувств.

В действительности качественная разнородность оригинала и носителя отображения лишь усложняет процесс познания, но не является агностическим препятствием к постижению качественно новых объектов по сравнению с носителем отображения. Если мы знаем свойства носителя и закон их взаимодействия, в частности закон качественного перехода от одного объекта (например, химического вещества) к другому, то тогда в принципе возможно определить структуры оригинала, его количественные характеристики.

Менее очевидный вариант сужения понятия сходства можно встретить в литературе, посвященной анализу форм пространственного восприятия. На том основании, что пространственные свойства и отношения вещей кодируются в мозгу на «языке» пространственного кода, и делается иногда вывод о пространственном подобии и даже автоморфизме чувственного образа и оригинала (см., например, [Л. М. Веккер, 1964]). В действительности лишь проекция на сетчатке глаза может считаться изображением с сохранением геометрического подобия. А дальнейшие преобразования этого изображения, особенно сам процесс его переработки в коре головного мозга, хотя и носят характер пространственного (и пространственно-временного) кода, однако этот код имеет иную структуру и является более экономным, сокращенным, более гибким. Если бы субъект в мозгу оперировал образами как дубликатами объектов в пространстве трех измерений, находящимися с оригиналами в отношениях автоморфизма или подобия, то существующий объем человеческого мозга был бы для этого явно недостаточен. Мы пока не знаем точно вид центрально-мозгового кодирования, но многие опыты (в норме и патологии, психофизиологические и хирургические) свидетельствуют об отсутствии подобия (а тем более автоморфизма) между оригиналом и образом [«Экспериментальная психология», т. II, гл. XXII—XXXII].

Существует еще один предрассудок, заключающийся в том, что условием адекватности оригинала и его отображения считают сохранение качественной определенности носителя отображения (см., например, [А. Н. Ильяди, 1962, стр. 19—21]). Но это условие, если оно имеет место, лишь облегчает определение характеристик оригинала и отнюдь не является обязательной предпосылкой

решения проблемы. Конечно, датчики, измерительные приборы, следящие системы строятся таким образом, чтобы в допустимом диапазоне воздействий состояния приборов были обратимы, т. е. чтобы приборы сохраняли качественную определенность. Желательно также, чтобы изменения состояния прибора по отношению к воздействиям находились в линейной зависимости. Когда наблюдают какое-либо качественное превращение носителя отображения (прибора и т. п.) и могут его адекватно описать (пусть даже с помощью сложных нелинейных зависимостей), то в принципе это дает возможность получить относительно адекватные сведения об оригинале, если, конечно, имеются дополнительные сведения о самом взаимодействии и условиях его протекания.

Наконец, третий предассудок в понимании адекватности отображений заключается в том, что адекватность обычно явно или неявно рассматривают лишь применительно к отношениям внутренних структур образа и прообраза, к изменениям оригинала и реципиента. И если сходство внутренних структур отсутствует, то не признается и наличие адекватности. Однако существует немало познавательных ситуаций, когда на первый план выдвигается не внутренняя, а внешняя структура оригинала: его поведение в среде, его расположение относительно окружающих объектов, их роль относительно данной системы. Таково, например, так называемое функциональное моделирование. Применительно к отображению элементарных объектов, внутренняя структура которых различна, но одинакова структура внешняя, можно сказать, что они адекватны по своему поведению, положению в пространстве и т. п. Поэтому, например, если два атомарных знака, два слова отличаются по своей внутренней структуре, но имеют одинаковую функцию, роль, положение в двух соответствующих знаковых системах, в двух языках, то такие знаки и слова попарно сходны между собой. Нередко такое отношение называют эквивалентностью. Но это отнюдь не меняет существа дела.

В конечном счете можно сказать, что главный признак отношений адекватности отображения и оригинала (в частности, образа и объекта) заключается в том, что по характеру, виду их отношений можно определить их собственные характеристики. Основание такой возмож-

ности — законы взаимодействия оригинала и реципиента (законы причинности, в частности).

2. Основные оценки адекватности. Понятие «гносеологическое сходство» как характеристика объективности образа нуждается в определении критериев, формальных показателей и оценок адекватности образа предмету. А эти специфические задачи требуют, чтобы кроме основных характеристик образа, явно эксплицированных нами в основных отношениях сходства, были привлечены дополнительные характеристики. К таким дополнительным характеристикам, как показано выше, относятся: общность (степень общности), абстрактность (степень или уровень абстрактности), опосредствованность (выводимость), существенность, прогнозирующая функция. В связи с понятием о критериях и об оценках адекватности возникает необходимость и в таком специфическом понятии, как достоверность образа или, в частном случае, доказательность, обоснованность теоретического знания.

В свете перечисленных специфических задач общая синтетическая оценка гносеологического сходства, адекватности включает три следующие узловые характеристики и их оценки:

1. Достоверность любого отображения, образа. Для теоретических построений разновидностью оценки достоверности является их доказательность. Эта оценка тесно связана с критерием адекватности, ее подтверждением. Характеристика достоверности и доказательности раскрывает независимость содержания образа, знания от произвола субъекта, объективность этого содержания. Поэтому исследование условий достоверности, доказательности конкретизирует содержание понятия объективной истинности знаний.

Как известно, высшим и наиболее надежным критерием достоверности, объективности, истинности знаний является практика. Внутритеоретическими показателями достоверности, доказательности служат логические критерии последовательности, строгости рассуждений и доказательств, введения и элиминирования тех или иных абстракций и т. д. Естественно, в этой связи возникает вопрос о нахождении способов количественных оценок достоверности знаний.

Следующие две оценки связаны с процессом получения более адекватного отображения, знания; они со-

ответствуют диалектике абсолютной и относительной истин.

2. Оценка экстенсивной стороны адекватности: *точность и полнота отображения объекта*. Здесь на первое место выступает точность измерений, связанная с чувствительностью, разрешающей силой, пропускной способностью и быстродействием (скоростью переработки информации) органов чувств, измерительных приборов. Кроме точности, важны и «всесторонность» подхода, учет всех существенных сторон — свойств и отношений объекта. Но требования увеличения точности и полноты при отображении свойств и отношений объекта, как отмечалось выше, находятся между собой в обратном отношении. Как правило, для повышения точности работы информационной системы требуется ее специализация, ограничение полноты видов ее деятельности; и наоборот — расширение полноты ее функций ведет к снижению точности отдельных операций. Это относится в равной мере к естественным и искусственно создаваемым системам переработки информации. Например, повышение точности работы информационно-поисковых систем обеспечивается сужением полноты поиска, превращением его в узкопредметный поиск. Требование полноты означает также полноту гносеологических, методологических подходов к объекту под углом зрения всей системы гносеологических категорий; отсюда возникает задача выявления главных теоретических «рассечений» познаваемого объекта.

3. Наконец, интенсивной оценкой адекватности отображения является *существенность, глубина содержания образа, знания*, выражающаяся в фундаментальности открываемых законов, структур; эта характеристика имеет тем большее значение, чем больше выводится из полученного знания следствий, обладающих высокой предсказательной силой (прогнозирующей функцией), большей широтой приложений (обобщенностью), объективной научной ценностью, ценностью для познающего субъекта и другими показателями.

ФОРМА ОТОБРАЖЕНИЯ

Любой процесс и результат человеческого познания, любые процессы и результаты отражения в живой природе, в технике связи и управления имеют две соотносительные и взаимосвязанные стороны — содержание и форму. Не только использовать образы, знания в качестве средств ориентировки, но и сформировать, получить их было бы невозможно при отсутствии способов их объективного существования и выражения, а для человека и высших животных — также без наличия способов их субъективного выражения и существования (т. е. без объективной и субъективной форм).

Категории «содержание» и «форма» в истории философской мысли, пожалуй, в наибольшей степени привлекали внимание сторонников идеализма, создавшего широкую традицию в их истолковании. Вероятно, именно поэтому до сих пор в ряде работ философов-материалистов не вполне преодолены элементы идеалистической трактовки этих категорий. Значения слова «форма» различны не только в обиходном употреблении, закреплённом в толковых словарях, но и в различных науках и в философии. Можно без преувеличения сказать: сколько существует философских направлений и школ, почти столько же можно фиксировать определений или толкований категории «форма». Такая многозначность, конечно, отрицательно сказывается на понимании проблемы отношения содержания и формы и познавательной роли самих этих категорий.

Чтобы преодолеть наслоения идеалистической традиции в трактовке категорий содержания и формы, устранить многозначность и путаницу в их определениях, а также чтобы выявить их эвристически продуктивный смысл, отвечающий современному научному материалу,

необходимо, на наш взгляд, осмыслить значение этих категорий в свете системно-структурного подхода. Системный принцип рассмотрения любого объекта помогает раскрыть его объективную, а не мнимую диалектику и строго, точно выразить его содержание. С точки зрения системного принципа, попытаемся критически рассмотреть традиционные (вернее, широко распространенные, в том числе и в нашей литературе) толкование и определение формы и построить обоснование более адекватного определения и понимания этой категории.

§ 10. Категория «форма» и ее элементы (характеристики)

1. Критика традиционного понимания формы. Главный лейтмотив в идеалистических трактовках формы — стремление показать не только органическое единство, неразрывную связь содержания и формы, но и определяющую роль формы как чисто «идеального» начала, упорядочивающего «косную материю» и направляющего ее развитие. Во многих философских учениях, в том числе у Гегеля, форма отождествлялась с законом, с внутренней структурой самого содержания вещей. «Мы здесь имеем,— писал Гегель,— удвоение формы: во-первых, она, как рефлексированная внутрь себя, есть содержание; во-вторых, она, как нерефлексированная внутрь себя, есть внешнее, безразличное для содержания существование» [*Гегель. Соч., т. I, стр. 224*]. Нетрудно убедиться, что здесь проводится мысль о примате внутренней формы над содержанием.

Обращение к современной марксистской философской литературе (статьям, монографиям, учебным пособиям) показывает, к сожалению, что материалистическое переосмысление категории формы многими авторами проведено не до конца, они, так сказать, остановились на полпути. В чем же заключается эта непоследовательность?

С одной стороны, форму определяют как способ существования и выражения содержания. И это отвечает фактическому материалу науки и практики. Но, как правило, здесь же (или в ходе дальнейшего анализа) к этому положению присоединяют такое: «Форма есть организация, структура содержания». Эта часть определения формы иллюстрируется примерами такого рода: совокупность

элементарных частиц, образующих атом, представляет его содержание, а способ их связи, структура их взаимодействия есть форма; аналогично совокупность атомов составляет содержание кристалла, а строение кристаллической решетки — его форму [«Категории материалистической диалектики», 1956, стр. 215].

Но эта часть определения формы как организации, структуры содержания противоречит той части определения, где форма трактуется как способ существования и выражения содержания. В чем состоит это противоречие и в чем заключается несостоятельность определения формы как организации, структуры содержания?

Прежде всего возникает вопрос: что остается на долю категории «содержание», если из нее изъять внутреннюю организацию, структуру, т. е. упорядоченность составляющих данный системный объект компонентов, процессов? Легко видеть, что остается лишь состав, т. е. указание на то, из каких элементов (и подсистем) состоит данный системный объект. Состав познаваемого объекта действительно относится к его содержанию, однако далеко не исчерпывает его и не выражает его глубокую основу. Если сведения о составе объекта отождествить с его содержанием, передав организацию, структуру в поле действия категории «форма», то тем самым значительно обедняется категория содержания. Оговорки же в том смысле, что форма есть в то же время (в том же отношении) содержание, не спасают положения: этим форма просто отождествляется с содержанием или по крайней мере не отличается от него — и тем самым вносится полная неопределенность в значение термина «форма».

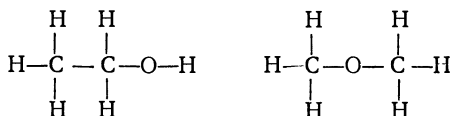
В действительности, по нашему убеждению, категорией «содержание» охватывается не только состав изучаемой вещи, но и упорядоченность ее компонентов, частей (подсистем), свойств и отношений, процессов и этапов развития. Эта упорядоченность включает в себя как неустойчивую упорядоченность с признаками уникальной индивидуальности, случайности, так и устойчивую упорядоченность, определяющую качество вещи и постигаемую как сущность первого, второго и т. д. порядков, т. е. в виде законов разной степени общности и фундаментальности. Если же из категории «содержание» исключить такой ее признак, как упорядоченность (организация, структура), то это означает, что мы, по сути

дела, вынимаем из нее «душу», ее главный момент, т. е. фактически ликвидируем эту категорию.

Далее. Если организацию, структуру объекта отнести к категории «форма» (определив форму как организацию, структуру содержания), то мы придем в прямое противоречие с некоторыми научными фактами. Ошибочность такой трактовки формы очень наглядно обнаруживается, если обратиться к явлениям аллотропии в физике, изомерии — в химии (особенно в органической химии полимеров) и кристаллографии, к многочисленным явлениям полиморфизма в биологии, к ряду данных кибернетики и системных исследований. Анализ этих явлений и вообще любых объектов как систем наглядно показывает, что при том же составе, т. е. том же количестве одинаковых или разнородных элементов, но при разных способах их связи, при разной их упорядоченности меняется само содержание, специфика объекта, возникают качественно новые организмы, новые целостные системы, которым присущи новые свойства. В общем, хотя и довольно абстрактном, виде эту идею формулировал уже М. В. Ломоносов: «Корпускулы разнородны, когда элементы их различны и соединены различным образом (разрядка наша.— В. Т.) или в различном числе» [1950, стр. 81].

Идея Ломоносова приняла более конкретный вид в теории химического строения А. М. Бутлерова, в которой учитывались непосредственные или опосредованные взаимные влияния атомов друг на друга, ограничения на их возможные соединения (валентные связи) и другие моменты (см. [А. М. Бутлеров, 1951, стр. 72]).

Проиллюстрируем сказанное на примере двух химических изомеров, имеющих одинаковый состав (C_2H_6O), но различающихся по своим физическим, химическим и другим свойствам. Приведем структурные формулы этилового спирта и диметилового эфира:



Эти два вещества резко различны по своим свойствам. Например, этиловый спирт — жидкость с температурой кипения 78°C , а диметиловый эфир кипит при -25°C ;

они различаются и по химическим реакциям, физиологическому действию и т. д.

В теоретической физике, кибернетике, бионике и в теории систем ведущим, ключевым является, на наш взгляд, следующий принцип: все свойства объекта можно выразить как функции его организации, структуры; различие в природе познаваемых объектов раскрывается здесь как различие в их организации, структуре.

Из сказанного об изомерии структуры, организации системного объекта можно сделать такой вывод: из принятия определения формы — как организации, структуры самого содержания следует, что не содержание определяет форму, а наоборот — форма определяет содержание. И никакие словесные оговорки не могут, по нашему мнению, устранить этого вывода.

Таким образом, рассмотренная трактовка формы не согласуется с действительным положением вещей; в ней вторая часть определения противоречит первой. А ведь именно первая часть, характеризующая форму как способ существования и выражения содержания, правильно указывает на зависимость формы от содержания, ее вторичный по отношению к нему характер (что, конечно, не отменяет ее активности, действительности, обратного влияния на содержание).

Какими гносеологическими причинами можно объяснить эту неверную трактовку категории «форма»?

Прежде всего это связано с полисемией слова «форма». Очень важно различать (если нет явного определения смысла, то это всегда можно сделать из контекста), когда то или иное слово является философской категорией, когда — специальным научным термином, а когда — просто словом обывденного языка. Некоторые философы оправдывают свое понимание формы как структуры содержания, ссылаясь на соответствующие высказывания основоположников марксизма. Но и Маркс, и Энгельс, и Ленин нередко употребляли слово «форма» не в качестве философской категории, а как слово разговорного языка или как специально-научный термин (геометрический, биологический и т. д.). Авторы же, не разграничивающие эти разные значения слова «форма» в соответствии с контекстом и пытающиеся «обобщить» эти значения в некоем «универсальном» определении, естественно, приходят к терминологической путанице. Характерный при-

мер такого путаного и даже эклектического, противоречивого определения формы содержится в монографии А. М. Минасяна [1962, стр. 268]: «Под формой мы понимаем соотносенную с содержанием философскую категорию, отражающую: внутреннюю организацию содержания; внешность явления; формы бытия материи; отдельное, выражающее общее; способ выражения одного явления другим; духовное, выражающее материальное». Комментарии здесь, конечно, излишни.

Есть и иные, помимо гносеологических, причины неверного понимания категории формы, в частности догматическое, нетворческое отношение к наследию великих мыслителей, нежелание учесть контекст, в котором находится используемое высказывание, и «контекст» исторических условий написания соответствующего произведения. Перейдем теперь к положительному определению категории «форма».

2. Определение категории «форма». Внутренняя и внешняя формы отображения. Давая определение формы, мы исходим из положений, сформулированных по этому вопросу К. Марксом в «Капитале» в связи с соотношением стоимости и меновой стоимости¹. Маркс писал, что «меновая стоимость вообще может быть лишь способом выражения, лишь «формой проявления» какого-то отличного от нее содержания» [*К. Маркс и Ф. Энгельс*. Соч., т. 23, стр. 45]. Отправляясь от этих положений, а также принимая в расчет историю познания и данные наук о природе и обществе, можно попытаться построить общее определение формы как философской категории с универсальной предметной областью (в соответствии с охарактеризованными нами в § 1 двумя аспектами философского знания) и затем конкретизировать это определение применительно к гносеологическому аспекту.

Форма есть способ (способы) существования, выражения и преобразования содержания. В онтологическом аспекте форма любого объекта (природы, общества и познания) есть разновидность его содержания, т. е. способ его существования и выражения в различных условиях при сохранении специфики, природы, качественной определенности данного объекта в отличие от другого. Напри-

¹ Детальный анализ этой проблемы см. в кандидатской диссертации А. А. Зиновьева [1954]. Аналогичной трактовки формы придерживается В. Н. Садовский [1962, стр. 254].

мер, формы диктатуры пролетариата есть ее модификации (разновидности) в различных конкретно-исторических условиях ее существования.

В специальном логико-гносеологическом аспекте, относящемся к специфике процессов и результатов познания, форма есть средство, способ (способы) существования выражения и преобразования содержания познания, мышления, а также отображения в живой природе, в технике связи и управления.

Какие элементы (стороны, характеристики) включает в себя форма любого отображения, в том числе психических образов?

В результате анализа многообразных форм можно выделить три основных характеристики, три составляющих элемента формы отображения.

1. Любое отображение (т. е. содержание образа, знания, гипотезы, теории и модели) существует не само по себе, не как таковое, а воплощенным в материальных носителях — вещах, процессах, различных по своей природе. Эти многообразные материальные агенты и представляют собой *способы, средства материального существования отображения.*

В области техники связи и управления такими материальными агентами являются сигналы, с помощью которых производятся прием, передача, хранение и переработка (преобразование) структуры отображений, или информации в обычном смысле. Сигналы могут существовать в виде электрического тока, электромагнитных волн, упругих колебаний воздушной среды, в виде состояний намагниченности магнитофонной ленты, механических деформаций грампластинки, колебаний мембраны микрофона и т. п. В организме животных и человека сигналами, носителями отображений служат нейрофизиологические процессы (и состояния), в основе которых лежат биоэлектрические и биохимические процессы, а также ферменты.

Способом материального существования мысленных образов является речевая деятельность человека, начиная от периферических процессов произношения и восприятия звуков речи до нейрофизиологических процессов в рече-двигательных центрах коры головного мозга.

В процессах передачи, приема и хранения структуры отображений («структурной информации») происходит

многократная смена носителей отображений или, как принято говорить в технике связи, преобразование носителей информации. Представим себе исполнение певцом какой-либо мелодии, ее передачу по радио и восприятие ее на выходе из радиоприемника другими людьми. Носителями информации в данном примере будут нейрофизиологические процессы, упругие колебания воздушной среды, колебания мембраны микрофона, колебания электрического тока, электромагнитные волны и т. д.

2. Второй элемент формы отображения тесно связан с носителем отображения; он определяется выбором того или иного свойства, множество состояний которого позволяет выражать и преобразовывать упорядоченность отображения, передавать ее получателю и т. д. Это значит, что существуют различные (в зависимости от выбора носителей и их свойств) способы материального выражения и преобразования свойств носителей отображений. В технических системах связи используются такие свойства электрических и электромагнитных колебаний (носителей информации), как амплитуда, частота, фаза; этим свойствам соответствуют способы (методы) выражения в виде амплитудной, частотной, фазовой модуляций. В нервной системе животных и человека преобладает частотная модуляция, наиболее соответствующая свойствам и организации нервной системы.

Смена носителей и преобразование их свойств характеризуют «субстратную» сторону существования и выражения информации. Поскольку материальный субстрат носителей отображения не входит в содержание отображения, функционально исключается из него (см. об этом подробнее в § 12), *первые два элемента формы можно отнести к внешней форме в отличие от внутренней.*

3. Наиболее действенным, эффективным по своей познавательной функции и потому главным элементом (характеристикой) формы отражения, т. е. *внутренней формой, непосредственно связанной с содержанием, являются способы выражения и преобразования² самой упорядоченности, структуры отображений.*

² Понятием «способ преобразования» особо подчеркиваются процессуальная сторона и роль формы, а понятие «способ выражения» относится и к процессу, и к результату познания, отражения. Сказанное относится и к определению второго элемента формы.

Именно потому, что отраженная структура служит центральной характеристикой образа, так велика в отражении роль «языка» (в широком смысле) — способ логико-математического выражения и преобразования, процедур переработки поступающей информации, способов ее кодирования и декодирования, различных знаковых систем, языков программирования и т. д. Для чувственных образов — это многократное и осуществляемое на разных уровнях «естественное» кодирование и перекодирование поступающих сигналов на «языке» отношений, присущих состояниям рецепторов, коммуникационным и нейродинамическим процессам коры головного мозга. Структуры мысленных образов, теоретических построений выражаются и преобразуются с помощью естественного (разговорного) языка и надстраивающихся над ним искусственных языков в виде математических и логико-математических знаковых систем.

Наше понимание внутренней и внешней форм, как нетрудно заметить, существенно отличается от их гегелевской трактовки. Согласно философии Гегеля, внутренняя форма есть, как мы видели, внутренняя структура содержания, а «в своей развитой определенности есть закон явлений». Такое тождество содержания и формы, основанное в конечном счете на идеалистическом тождестве мышления и бытия, выражает примат формы над содержанием и не позволяет раскрыть и обосновать подлинную (а не мнимую, спекулятивную) активность форм отображения в разных сферах познания и в явлениях отражения.

Наша трактовка форм отображения, основанная на данных современной науки, позволяет преодолеть идеалистическую диалектику формы и содержания и, как увидим ниже, дает возможность корректно поставить проблему активности формы, в частности проблему оптимизации формы, искусственных языков в науке.

Как мы видели, все три элемента формы (носители отображения, способы его материального преобразования, способы выражения и преобразования структур отображения) имеют, как и любые объекты, свою структуру, свою организацию. Иначе говоря, *не только содержание объектов, но и форма, или способ представления содержания, имеет свою структуру и организацию*. Именно различию категорий «содержание» и «форма»

соответствует и различие в их структурах. Это обстоятельство, как увидим в следующем параграфе, служит одним из оснований относительной самостоятельности, активности формы по отношению к своему содержанию. Изложенное нами понимание соотношения между категориями «структура», «содержание» и «форма» проводится нами почти во всех работах, начиная с 1959 г. Весьма близка к нашей трактовке этих категорий точка зрения В. В. Агудова [1970].

Рассмотренные нами три элемента, или три характеристики, формы можно положить в основание классификации форм отображений. В зависимости от преобладания роли одного из трех элементов можно классифицировать формы по разнообразию их носителей, обладающих различными информационными возможностями; по способам материального выражения и преобразования свойств носителей отображений (каждый конкретный способ имеет свои преимущества и недостатки по отношению к целям и критериям переработки отображений); по многообразию «языков» для выражения и преобразования самих структур отображения.

Данная в этом параграфе трактовка формы, основанная на системном подходе к познанию и соответствующая, на наш взгляд, материалу современной науки, имеет вполне ясный и однозначный смысл, позволяет применять положения материалистической диалектики о связи содержания и формы в различных областях исследования, а также эффективно использовать точные методы математики и логики в построении и выборе оптимальных форм отображения, соответствующих тем или иным познавательным ситуациям и задачам.

§ 11. Единство формы и содержания

Повышение эффективности познавательной деятельности тесно связано с разработкой проблемы связи содержания и формы. Такой анализ ведется в разных планах — в философском (категориальном), логико-гносеологическом, лингвистическом, психологическом, педагогическом, искусствоведческом и т. д. В кибернетике и теории информации специально исследуется ряд вопросов, тесно связанных с общей теорией форм отображения и познания.

1. Понятие оптимальной формы и кибернетика. Одно и то же содержание может быть выражено, представлено в различных формах. Но те или иные познавательные задачи могут наиболее эффективно решаться посредством выбора вполне определенных средств и способов выражения содержания, наилучшим образом соответствующих целям познания и характеру познаваемых объектов. Это выдвигает проблему выбора наиболее оптимальной по тем или иным показателям формы. Так, для решения задач, связанных с наибольшей надежностью хранения информации, выбираются материальные агенты, обладающие наибольшей стабильностью и необратимостью (например, механическая деформация твердых тел, «механическая запись» информации). Для достижения наибольшей скорости передачи и преобразования информации, а также для повышения пропускной способности каналов связи применяются иные физические агенты (электрический ток, электромагнитное поле), которые обладают большими информационными возможностями (скоростью распространения и преобразования воздействий, чувствительностью, разрешающей силой и пр.). Соответственно тем или иным задачам выбираются и способы модуляции, оптимальные по тем или иным критериям. Например, для увеличения помехоустойчивости и энергетической стабильности при передаче структурной информации посредством нервных импульсов наиболее подходящей оказалась частотная модуляция. Последняя явилась результатом естественного отбора в ходе эволюции нервной системы.

Несравненно большие познавательные возможности таят в себе способы кодирования информации, основанные на различных искусственных языках, знаковых системах. Их структурное разнообразие поистине неисчерпаемо, как неисчерпаемо и само структурное разнообразие вещей. Именно вследствие того, что различие любых объектов в их природе и внешних проявлениях сводится к внутренней и внешней (функциональной) структуре, способы кодирования и логико-математического выражения и описания этих структур играют столь большую эвристическую роль. Особое значение имеет выбор адекватного «языка» для процессов переработки информации. Компактность, гибкость и простота в оперировании содержанием с помощью данного языка или способа кодирования

ния — главные его достоинства и вместе с тем — требования к нему. Но в силу разнородности объективного содержания и задач его переработки в разных задачах требуются различные языки. В частности, выработаны разные языки программирования, преимущественно применяемые для разных типов задач: для решения вычислительных задач научно-технического характера эффективно используются «ФОРТРАН», «МАД», «АЛГОЛ-60»; для экономических задач — «КОБОЛ», «ТАБСОЛ», «АЛГЭМ» и «АЛГЭК»; для военных целей — язык «ДЖОВИАЛ»; для моделирования сложных систем — язык «СОЛ», допускающий параллельную запись информации, и т. д.

Нечто аналогичное имеет место и в сфере художественного творчества. В частности, очевидно, что главный источник действенности художественных произведений — в выборе художественных средств или элементов художественной формы, наиболее соответствующих выражаемому с их помощью содержанию. Поэтому-то в эстетике и искусствоведении центральное место занимает учение о художественной форме в ее единстве с содержанием.

Художественное мышление, художественное творчество в целом имеет свои «языки», свои элементы формы. Типы художественных языков в живописи, кино, балете, музыке, литературе имеют свои элементы и законы развития и функционирования. Если в музыке к основным элементам музыкальной формы относятся звуковой тон, ритм, метр, музыкальная гармония, тембр, динамика, агогика и др., то в живописи к аналогичным элементам формы относятся световой тон (его насыщенность), колорит и другие элементы. О специфике художественной формы (форм) в отличие от формальных языков в науке имеется оригинальное исследование А. С. Митрофанова [1971].

Если учесть сложный характер самих отображений объектов, познавательных задач и требований к их решению и другие факторы, то становится понятным, что на чисто интуитивном уровне произвести выбор оптимальной формы в целом ряде случаев оказывается весьма затруднительно, а иногда — и просто невозможно. В решении некоторых проблем такого рода приходят на помощь кибернетика и теория информации.

Идея оптимизации и выработка математических методов оптимизации — одна из центральных проблем кибер-

нетического изучения процессов передачи, переработки информации и ее использования в управлении. В этом смысле кибернетика, по существу, служит как бы переходным мостиком от гносеологических разработок к построению математических средств и языка в конкретной области познания.

Таким образом, гносеология и кибернетика тесно связаны в выборе и поиске оптимальных форм познания. Этот поиск должен удовлетворять следующим условиям.

1. Прежде всего необходимо учитывать весь богатейший спектр гносеологических характеристик отображения, выявленный теоретико-познавательными исследованиями. В частных случаях подлежат раскрытию те элементы этих характеристик, которые важны для решений той или иной задачи и должны быть выражены оптимальным кодом.

2. Для выбора оптимального кода важно знать оценки этих характеристик (подробнее об этом см. гл. V), а понятия о таких оценках являются результатом гносеологического анализа.

3. Необходимо также учитывать основные требования, предъявляемые к трем рассмотренным ранее элементам формы отображения.

4. Наконец, следует учитывать характер преобразований формы (прием, передача, хранение, переработка информации, ее использование в управлении и т. д.).

Лишь с учетом всех этих условий можно осуществлять их оптимальное согласование, или оптимизацию формы (кода, языка и т. д.). Специального пояснения требуют третье и четвертое условия оптимизации.

К каждому элементу формы предъявляются свои особые требования. Но конкретные способы выражения содержания обладают разными информационными свойствами и поэтому в разной степени соответствуют требованиям, предъявляемым к тому или иному элементу формы.

К носителям отображений в практике их использования предъявляются следующие требования: а) высокая чувствительность к воздействиям (максимальный «отклик» на минимальное воздействие); б) высокая разрешающая сила, различительная способность; в) скорость передачи и переработки информации; г) способность перехода к переносчику другой физической природы (операция «преобразование носителей»); д) удобство измери-

тельных процедур. Могут быть введены и другие, относительно второстепенные или производные от указанных требования. Большинству из них отвечают электрические и магнитные процессы и состояния. В основе перечисленных информационных свойств материалов, процессов и состояний лежат соответствующие физические и химические свойства: пластичность материалов, реактивность, теплопроводность, электропроводность, избирательность и т. д. С точки зрения теории отражения, важнейшей специально-научной задачей при изучении отражения в неживой природе является исследование информационных свойств и возможностей веществ, процессов, состояний тел. Результаты анализа могут быть зафиксированы в таблице, где для каждого вещества, процесса указываются их информационные свойства и степень их выраженности, т. е. соответствие предъявляемым требованиям.

Аналогичное относится и ко второму элементу формы — к способам модуляции и другим операциям материального преобразования информации. Среди требований, предъявляемых к методам модуляции, кроме чувствительности и разрешающей силы, важную роль играет высокая помехоустойчивость систем модуляции. Например, помехоустойчивость частотной модуляции в случае аддитивных помех выше, чем при амплитудной модуляции [А. А. Харкевич, 1965, стр. 57, 58], и еще выше при фазовой модуляции [там же, стр. 60].

Носителей отображения и способы его материального выражения и преобразования можно с полным правом отнести к элементам внешней формы, которая более важна для процессов приема, передачи и хранения отображений; к содержательной же переработке отображения внешняя форма более индифферентна. Наиболее действенная роль принадлежит здесь внутренней форме, т. е. способам выражения и преобразования самой структуры как внутреннего компонента отображений.

Для форм, приспособленных к процессам приема, передачи (хранение информации в этом смысле есть ее передача во времени), и эквивалентных преобразований информации важны по крайней мере такие требования, как лаконичность, компактность кода, т. е. максимальное количество информации, приходящееся на единичный символ; легкость различения знаковых комбинаций, простота и удобство оперирования; высокие комбинаторные

возможности кода, позволяющие наиболее гибко и лаконично оперировать содержанием. Например, введение таких средств математического языка, как понятие многомерных пространств, тензоров в теоретической физике, обобщенных координат в теории подобия, позволило более адекватно и просто выражать сложные связи и структуры объектов и более лаконично оперировать ими, более быстро приходиться к решению задач.

Для обеспечения максимальной скорости передачи информации (пропускной способности каналов связи) и максимальной помехоустойчивости ее передачи при решении определенных задач машинной переработки информации применяются соответствующие оптимальные коды, различные приемы и методы. По существу, статистическая теория информации дает критерии и методы количественной оценки оптимального кодирования и декодирования информации применительно к задачам передачи информации. При этом, оценивая информацию со стороны свойства разнообразия и сложности и отвлекаясь от оценки структурной и семантической сторон информации, методы теории информации не дают прямых и эффективных решений по структурно-семантической, смысловой переработке поступающих сведений. И если разработка узко специализированных способов кодирования и декодирования для передачи сообщений идет довольно успешно, то с выработкой более гибкого языка для смысловой обработки информации дело обстоит далеко не благополучно.

В разработке проблем так называемой семантической информации делаются лишь первые шаги. Смысловая информация включает в себя не только семантическое отношение, но и структурную сторону. Создание полноценной теории смысловой информации — дело более или менее близкого будущего.

2. Тенденции в развитии искусственных языков науки. В различных областях науки, и особенно в кибернетике, наметились две противоположно направленные тенденции в выработке искусственных языков. Первая тенденция — попытки объединения, унификации научных языков, расширение предметной области, увеличение классов задач, выражаемых и решаемых с помощью унифицированного языка. Примером такого языка в области вычислительной техники может служить универсальный язык программирования — «PL-1».

Вторая тенденция — создание все более специализированных языков, ориентированных на решение узкого класса задач, связанных преимущественно с одной или несколькими областями явлений. Такие языки учитывают специфику соответствующих областей и проблем в единицах кода, кодовых комбинациях, способах индексации, словаре базисных терминов и т. д.

Ясно, что универсальный язык, не учитывающий специфики содержания, малоэффективен, в то время как специализированные языки увеличивают операционные возможности в обработке информации. Но слишком большая специализация снижает познавательную функцию языков, создавая их проблемную разобщенность, некоммуникабельность и т. д. Поэтому выбор меры, оптимума между тенденциями к унификации и специализации языка представляет собой актуальную методологическую и специально-научную проблему.

В последнее время вопрос об унификации машинного языка начал ставиться на новой основе, в частности в связи с возникновением в вычислительной технике проблемы совместимости вычислительных машин. Как известно, программа, написанная для одного вида машин, не годится для других видов. А если бы ее попытались применить для другой машины, то скорость обработки информации была бы в десятки раз медленнее. Поэтому решить проблемы совместимости различного рода вычислительных машин значит создать некоторый унифицированный язык программирования, который был бы не «проблемно-ориентированным», а «машинно-ориентированным». Примером попыток в этом направлении может служить язык «АЛМО» (см. [С. С. Камынин, Э. З. Любимский, 1967]).

Вернемся, однако, к более общему вопросу: в каких пределах, для каких информационных задач можно максимально унифицировать язык?

Во-первых, можно ослабить требование целевого назначения языка. Конкретнее говоря, можно ограничить применение языка функциями передачи, хранения и активной выборки (приема) сведений с привлечением распознающих устройств и поисковых систем, т. е. задачами техники связи и информационно-логической службы по обеспечению творческого труда ученых. Роль же этого языка в самом творчестве можно исклю-

чить. Тогда отпадут существенные трудности, связанные с «сильными» требованиями к языку — гибкости, больших операционно-комбинированных возможностей по переработке содержания.

Во-вторых, можно ограничить предметную область языка. С выбором той или иной области объектов связан перечень достаточно однородных понятий, описывающих определенный структурный уровень и (или) определенную форму движения объектов.

В рамках этих двух ограничений возможно создать единый унифицированный и достаточно эффективный язык для указанных в первом требовании задач. Примерами таких служебных языков могут служить язык научно-информационной службы в химии, предназначенный для выборки нужных сведений о том или ином химическом объекте (элементе, соединении) с помощью информационно-логических машин [*Л. И. Гутенмахер*, 1960, стр. 141—175], машинный язык, созданный специально для использования в области металлургии [*М. Хислон*, 1966, стр. 114—126], и др.

Анализ таких языков позволяет обнаружить любопытную тенденцию, которая выражается в двух основных моментах: а) сближение (вплоть до тождества) грамматической и логической структур языка; б) максимальное соответствие структуры языка и структуры познаваемых объектов (их строения и связей). Это легко просматривается на примере информационного языка в химии, где за основу берутся аналитические (состав веществ) и структурные формулы, которые «обрастают» дополнительными членами и индексами, позволяющими выразить возможные соединения и их свойства, технологические характеристики процессов [*Л. И. Гутенмахер*, 1960, стр. 141—175]. По-видимому, математизация знаний и системный анализ познаваемых объектов позволят увеличить степень соответствия структуры формы (языка, кода) структуре содержания, степень «параллелизма» формы и содержания. Но, повторяем, такой непосредственный «параллелизм» возможен и эффективен лишь для передачи, хранения, выборки готовых, сформировавшихся знаний, сведений. Для процессов же переработки и получения новых знаний явно обнаруживается недостаточность таких языков с параллелизмом формы и содержания.

Поэтому возникает необходимость в специальных формах выражения и движения мысли; эти формы должны представлять собой такие фиксаторы и, главное, операторы, которые позволяли бы решать задачи, непосредственно не решаемые на уровне языка-объекта с параллелизмом формы и содержания.

3. Язык операций. Язык, обозначаемый таким образом, отличается от языка как средства выражения, описания готовых знаний. Отличие состоит в том, что в языке операций, кроме отдельных элементов непосредственного соответствия («параллелизма») формы и содержания, существенная роль принадлежит *опосредствованному соответствию*. Это означает, что если результаты, «узловые пункты» формальной переработки исходных данных имеют структурное соответствие с эмпирическими объектами, то сами процедуры, процессы получения результатов не имеют структурных аналогий со структурой изменения изучаемых объектов, не имеют эмпирической интерпретации.

В § 5 было показано, что принцип отражения представляет собой нормативное требование соответствия результатов познания объектам-оригиналам. Сам процесс достижения таких результатов лишь в элементарных случаях носит целиком отражательный характер, а структура сложных форм познания отличается от структур изменения объектов-оригиналов. Мы приводили примеры идеализации, «идеализированных конструкций» в физике (понятия «материальная точка», «абсолютно твердое тело», «несжимаемая жидкость» и т. д.), примеры математических абстракций («мнимое число», «многомерное пространство», «функциональное пространство»), которые не могут быть эмпирически интерпретированы, а имеют лишь опосредованную формальную интерпретацию. Приводился также пример из квантовой физики с введением понятия отрицательной вероятности, не имеющего прямого объектного аналога, физического смысла. В определенных «узловых пунктах» формальных преобразований такие понятия и операции с ними элиминировались, полученные результаты имели объективный смысл.

К таким же «операциональным» формам переработки знаний относятся в принципе и логические формы вывода, доказательства, математические приемы и

средства достаточно высокого уровня абстракции и опосредования, эвристические методы поисков в кибернетике. Приведем в подтверждение два простых примера.

Для решения дифференциальных уравнений в частных производных, не решаемых «в лоб» на основе существовавших процедур (алгоритмов), Лаплас ввел формальный прием их решения — способ замены переменных. Аналоги этого способа можно найти в любых разделах математической физики, в кибернетике. Идея этого формального приема, или операции подстановки, состоит в том, что некоторый символ или комбинация символов замещается другой комбинацией, отвечающей типу познаваемых объектов и (или) характеру познавательной ситуации (задачи); вследствие этого сокращается путь решения задачи, а иногда и описание самого результата.

Другой пример активной роли операциональной формы можно привести из области извлечения корней n -й степени. Как известно, с помощью тригонометрической формы записи комплексных чисел появляются новые операционные возможности: с помощью тригонометрических операций можно извлекать корни n -й степени (при $n > 3$), тогда как при алгебраической форме записи алгебраическими способами это делать невозможно.

Гносеологическая сущность «операциональных форм» познания в отличие от «описательных форм» готового знания состоит в том, что они представляют собой различного рода вмешательство субъекта в объективное содержание знаний, своеобразное «препарирование» этих знаний, т. е. выражают специфику взаимодействия субъекта с познаваемыми объектами. Но благодаря такому вмешательству субъекта, благодаря изменениям, преобразованиям отображения объекта в конечном счете полнее и глубже раскрывается само содержание познаваемого объекта. При этом для каждой «операциональной формы» существуют свои особые способы исключения этого влияния субъекта (например, способы элиминирования абстракций в математике и теоретической физике) и фиксации этого вмешательства в явном виде. Таковы явные формулировки основных допущений и ограничений, которые продиктованы характером поставленной задачи, а не природой объек-

та (например, формулировка условий того или иного мысленного эксперимента, той или иной идеализации).

Вопрос об открытии новых «операциональных форм» — новых способов, приемов, средств решения задач — тесно связан с психологией научного творчества, изучающей психологические факторы и основы этого процесса. Кибернетические модели познавательной деятельности, создание распознающих устройств, поисковых систем, самообучающихся, самоорганизующихся систем включают в себя не только психологический и психофизиологический аспекты творчества, но и гносеологические и логические аспекты операциональных и эвристических форм научного творчества и научного познания в целом. Их рассмотрение, как мы уже отмечали, не является задачей настоящей работы.

Сделанный нами вывод о разграничении так называемых описательных и операциональных форм познания позволяет уточнить смысл двух положений материалистической диалектики о связи категорий содержания и формы и роли этих категорий в развитии познания. Эти два положения (и вместе с тем требования, нормы) таковы: а) содержание отражения определяет его форму, а форма должна соответствовать своему содержанию, чтобы быть не тормозом, а средством движения и развития содержания; б) форма отражения имеет относительную самостоятельность по отношению к содержанию, положительной стороной этой самостоятельности является активность формы по отношению к своему содержанию.

Конкретный смысл этих двух положений раскрывается в их связи и в понятии «соответствие формы содержанию». Прежде всего второе положение не является внешним дополнением первого; оно раскрывает характер рассматриваемого соответствия в двух разновидностях формы. Активность «описательных форм», применимых в процессах передачи, хранения и приема (выборки) готового знания, основывается на прямом соответствии («параллелизме») формы и содержания. Активность, относительная самостоятельность «операциональных форм», т. е. форм движения и развития познания, базируется на опосредствованном соответствии формы содержанию, а элементы непосредственного соответствия играют здесь подчиненную роль. Специаль-

ные гносеологические исследования общих признаков, закономерностей описательных и операциональных форм на материале современной науки, особенно математического естествознания и самой математики, представляют собой чрезвычайно актуальную и благодатную задачу.

§ 12. Проблема идеального

1. Сущность идеального. Форма отображения, образа имеет не только объективные элементы, но и субъективную сторону. Это — способ субъективного существования и выражения, издавна именуемый как идеальность образа.

В истории борьбы между материализмом и идеализмом философский термин «идеальное» употребляется как синоним терминов «сознание», «образ», «идея», «мысль», «духовное», «психическое», «субъективное». Им противопоставлялись термины «бытие», «материя», «природа», «физическое», «физиологическое», «объективное» и др. Для формулировки основного вопроса философии такая терминологическая эквивалентность этих синонимов имела некоторое оправдание. Однако и в пределах основного вопроса философии для формулировки его онтологического аспекта применялись одни термины («природа — дух»), для гносеологического — другие («бытие — мышление», «объективное — субъективное», «материальное — идеальное»), а для психофизиологического — третьи («физиологическое — психическое»). Но для специальных наук о человеке термин «идеальное» не может отождествляться с указанными синонимами. Это относится прежде всего к психологии. И действительно, со времени отпочкования психологии от философии (вторая половина XIX в.) у психофизиологов и психологов-материалистов, например: у Сеченова, Павлова, Ухтомского, понятие психического не отождествлялось с понятием идеального.

В настоящее время трудности материалистического переосмысления сущности идеального возникают в конкретно-научном плане исследования психики, а не в философском (при этом одна из причин трудностей связана с тем, что нередко психофизиологическую проблематику отождествляют с философской). До сих пор, к сожалению, понятие «психическое» отождествляют с

понятием «идеальное», психическую деятельность в целом называют идеальной, психические процессы — идеальными процессами и т. п.

Развернутый вариант материалистического понимания свойства идеального был предложен нами в виде гипотезы об идеальном как функциональном свойстве (см. [В. С. Тютин, 1963]). В настоящем параграфе попытаемся сделать некоторые дополнения и уточнения методологической стороны этой проблемы. Мы сознательно опускаем здесь критику ряда современных концепций идеального, предлагая лишь схему конструктивного решения проблемы идеального как основу для такой критики. При этом мы исходим из освещения современного состояния психофизиологической проблемы в монографии Д. И. Дубровского [1971], с которым мы солидаризируемся по многим вопросам.

Ключевые методологические установки для решения проблемы идеального и психофизиологической проблемы в целом сформулированы В. И. Лениным в работе «Материализм и эмпириокритицизм».

Во-первых, это четкое разграничение гносеологического и специально-научного (в частности, естественно-научного аспектов рассмотрения психики и познания); во-вторых, абсолютное противопоставление сознания и бытия, идеального и материального в первом аспекте и относительность их разграничения во втором аспекте (см. [В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 151, 259]). Оба эти момента фактически снимают старую ложную постановку психофизической (и, в частности, психофизиологической) проблемы. Исходя из приведенных положений и других высказываний В. И. Ленина об отношении материального и идеального, физического и психического, из современных данных наук о человеке и переработке информации, предложим решение проблемы идеального в методологическом плане.

Исходным пунктом анализа этой проблемы может служить разделение всех свойств вещей на два типа — на *субстратные свойства*, куда можно отнести и связи, взаимодействия вещей (процессов), и на *свойства-отношения*. К первым относятся различные виды массы, заряда, виды энергии (и соответственно импульса и момента импульса), температура, давление, вязкость, упругость, пластичность и т. д. Свойства-отношения им-

манентно присущи вещам и их субстратным свойствам. Свойства-отношения (или просто отношения) вещей составляют пространственные, временные, отношения сходства, тождества и различия, генетического родства и т. д.

Оба типа свойств охватываются особым типом отношений — отношений упорядоченности или композиции элементов, где элементами могут стать вещи (их части), свойства, связи, отношения, состояния, фазы, циклы функционирования и этапы развития вещей (подр. см. § 1, п. 1). Иначе говоря, вещи и субстратные свойства по тем или иным свойствам-отношениям упорядочены, т. е. составляют определенную композицию, или вид структуры (организации). Так, тело, перемещаемое в пространстве и времени, имеет пространственную структуру (траекторию), кинематическую (пространственно-временную) структуру движения; два тела, сходные в пространственном отношении, тем самым имеют сходные геометрические структуры и т. д.

Различные виды структуры имманентно присущи тем или иным классам вещей, их субстратным свойствам в качестве их неотъемлемых атрибутов, «двойников», характеризующих определенность вещей. Будучи неразрывно связаны с материальными вещами, любые отношения являются материальными по способу своего объективного существования. Как было показано выше, по своей природе отображение, образ, информация, знание, теория и т. д. представляют разнообразные отношения упорядоченности элементов, соответствующие упорядоченности элементов оригинала. Носителями этих отношений являются материальные процессы и состояния. Все операции по передаче, хранению, воспроизведению, преобразованию, переработке и использованию информации, как показывают современные данные техники связи и управления, бионики, психофизиологии и т. д., совершаются посредством материальных процессов и состояний (механических деформаций и колебаний, электромагнитных, ферромагнитных процессов и т. п.).

В неживой природе отношения упорядоченности существуют объективно; но они, будучи атрибутами вещей (тел, процессов, состояний), представляют собой как бы сопутствующие им «феномены», т. е. не имеют относительной самостоятельности, особой функции, не

представляют особого фактора самосохранения и развития. Поэтому признание отношений упорядоченности, структуры, организации тел неорганической природы идеальными лишено смысла. Ведь когда мы путем абстракции выделяем «чистое отношение», «отношение как таковое», которое (в силу абстракции) лишено материального носителя, то это отнюдь не значит, что объективно в вещах и процессах отношения каким-то способом выделены, несут особую функцию, а не только являются неотъемлемым атрибутом самих вещей. Признание отношений, присущих вещам неорганической природы, идеальными приводит к непоследовательности, к переходу (независимо от желания авторов такого вывода) на позиции либо гилозоизма, т. е. признания всеобщей одушевленности материи, либо крайнего субъективизма и антропоморфизма, либо объективного идеализма. Субъективистская точка зрения на идеальность отношений в неорганической природе состоит в том, что познающий субъект неизбежно примысливает себя к вещам неорганической природы в качестве необходимого члена, который придает отношениям особую функцию, извлекает, выделяет их от тел. Это очень близко к концепции «принципиальной координации» Р. Авенариуса, несостоятельность которой была показана В. И. Лениным в книге «Материализм и эмпириокритицизм». Такова парадоксальность признания свойства «быть идеальным» в качестве объективного свойства самих вещей неживой природы. К этому ведет «онтологизация» научных абстракций, превращение их в мир «идеальных сущностей», «абсолютную идею» и т. п.

Строго научное, корректное введение понятия «идеального» возможно тогда, когда упорядоченность любых отношений, характеризующая определенность вещей, каким-либо способом выделяется носителями отношений. Но отделить отношения от вещей чисто физическим способом, т. е. как часть от целого, невозможно. Несмотря на существование свойств-отношений неразрывно с субстратными свойствами, первые *можно выделить по их особой функции*, роли, актуальному использованию, применению. На определенном уровне своей организованности материальные системы приобретают способность реагировать на отношения упорядоченности (организацию, структуру), элиминируя при этом веществ-

венно-энергетическую (субстратную) сторону воздействия. Это и означает, что в таких системах происходит функциональное отделение отношений упорядоченности от субстанциональных свойств вещей, их актуальное использование в определенной функции. Такой функцией явилась функция самосохранения и развития с помощью саморегулирования и самоуправления, т. е. организация поведения системы, при которой система, взаимодействуя с изменяющейся средой, сохраняет себя вопреки вредным, разрушающим воздействиям. К подобным самоуправляемым системам относятся возникшие на Земле живые существа (растения и животные), люди и создаваемые ими устройства типа «человек — машина».

2. Уровни идеального. Выделение и использование отношений и структур имеют разные уровни. У человека на уровне словесно-речевого мышления отношения вещей выделены в виде абстракций. И человек оперирует отношениями относительно независимо от вещей, которые они характеризуют. Это осуществляется благодаря материальной оболочке слов или искусственных знаков, являющихся орудиями фиксирования отношений и оперирования ими. С этим высшим уровнем выделения отношений и оперирования ими и связывают обычно понятие идеального. Образы мыслительного плана (содержание понятий, суждений, модельных представлений, гипотез, теорий, а также вербализованных восприятий и представлений) являются в собственном смысле идеальными по форме, т. е. по способу их субъективного существования и выражения — по их непосредственной данности субъекту — носителю образов.

Промежуточный уровень идеального это восприятия у людей в доречевой период их развития, а также у животных. И здесь в субъективной форме отражения непосредственно для индивида выступают отношения различной модальности, структуры вещей, а не структуры нервно-мозговых процессов, в которых (как в субстрате) воплощены, выражены эти структуры вещей. Промежуточный уровень идеального отличается от высшего тем, что хотя здесь и имеют место реакции на отношения, но само оперирование отношениями, структурами ограничено возможностями «ручного мышления» животных и детей в доречевой период. В растительном цар-

стве имеются лишь зачатки актуального использования отношений в виде простейшей раздражимости, и поэтому там едва ли целесообразно говорить об идеальных отношениях.

Идеальность образов человеческого сознания есть *функциональное свойство индивида-субъекта*, его отражающей системы; актуальное, активное использование упорядоченности нейродинамических процессов мозга в функции особых заместителей вещей и регуляторов (организаторов) непосредственных действий с вещами описывается на особый продукт деятельности субъекта — функционально выделенную структуру в виде образа. Поле операций над образами и создает субъективный мир, идеальный план деятельности субъекта с объектами. Идеальный план действий (см. п. 9 § 7) имеет новые возможности, связанные с использованием прошлого опыта и предварения будущих событий и действий субъекта. Это — новый фактор сигнально-информационной причинности, являющийся выражением активности самоорганизующихся систем.

Регулирующая, управляющая функция образа обеспечивается тем, что субъективная (идеальная) форма существования образа основана на объективной форме, сигнальная причинность — на физической причинности. Ведь выделение, извлечение структур было не субстратно-анатомическим, а функциональным, и выступало в виде реагирования на отношения воздействий, на относительные величины. Но эти относительные величины есть в то же время абсолютные величины малой величины энергии. И тогда усиление этих малых величин энергии сигналов в соответствии с заложенной в них программой (структурой) до величин управляющих воздействий и есть осуществление управляющей функции образов. При этом объективно образы выступают в качестве имманентно присущих их непосредственным материальным носителям (мозговым процессам) и деятельности целостного организма-субъекта (напомним, что функциональное «отделение» образов реализуется лишь по отношению к носителю образов — субъекту), и операции над образами выступают в виде материальных процессов.

Все это означает, что: а) образ по способу своего объективного существования является материальным в

том смысле, что процессы его построения, преобразования и применения в регулировании деятельности субъекта являются материальными процессами,— и это вполне согласуется с данными кибернетического моделирования человеческой психики, с успехами механизации и автоматизации умственного труда; б) образ является идеальным лишь по способу своего субъективного выражения и существования, непосредственно выступая в этом качестве лишь по отношению к своему носителю-субъекту, в деятельности которого он и является субъективно реальным; в) субъективный, идеальный по форме, образ объективен по своему содержанию: активная познавательная деятельность субъекта подчинена цели формирования таких продуктов, которые были бы адекватны свойствам и отношениям самих вещей. Основой и мерилom такого соответствия и выступает практика, включающая все формы взаимодействия субъекта с объектом.

Эти основные выводы легко принять, если исходить из четкого различения и верного понимания двух основных аспектов рассмотрения психики, сознания — гносеологического и онтологического, который на уровне специальных наук раскрывается как естественнонаучный аспект психического. Различие двух аспектов анализа психики состоит в том, что в гносеологическом аспекте рассматривается содержание образов при отвлечении от их материального субстрата и других факторов, характеризующих конкретного индивида, носителя психики, а в онтологическом аспекте, который раскрывается в виде естественнонаучного плана исследования, учитываются все материальные факторы, связанные с бытием субъекта. И несмотря на то, что свойство идеальности образов мы констатируем в гносеологическом плане, оно может и должно быть объяснено в естественнонаучном плане на основе взаимосвязи основных материальных факторов (внешние воздействия, материальный субстрат и носитель психики, следы прошлых воздействий, действия субъекта во внешнем мире) как особое функциональное свойство единства этих факторов. Именно такого рода модель и была нами предложена ранее [В. С. Тюхтин, 1963].

Исходя из сказанного, можно по-иному оценить тезис о том, что психика животных и человека есть осо-

бая форма движения материи. Само по себе это положение не содержит в себе ничего антинаучного, вульгарного, если его трактовать следующим образом. Психическое взаимодействие, т. е. взаимодействие целостного субъекта и объекта, признается высшей по уровню своей организованности формой взаимодействия (движения), которое обеспечивается отражательными процессами высшего уровня, реализующими свойство идеальности образов, обращенных своим объективным содержанием к субъекту поведения. Такое истолкование психического в самом общем виде вполне объясняет и согласуется с известным высказыванием Ф. Энгельса из «Диалектики природы» о том, что движение как атрибут материи обнимает все происходящие во вселенной изменения, начиная от простого перемещения и кончая мышлением [К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 391]. Некоторые сторонники тезиса о психике как наивысшей форме движения материи проводят этот тезис непосредственно. Упрощенность, вульгаризация состоят в том, что явно или неявно отрицается идеальный характер образов, данных индивиду в его субъективном плане страдания.

Психическая деятельность субъекта включает в себя не только идеальный план отражения, но и осуществляющую его деятельность анализаторов и целостное поведение субъекта в окружающей его природной и социальной среде (см. [Я. А. Пономарев, 1967]). Поэтому психика субъекта, сознание и сознательная деятельность человека есть сложное и противоречивое единство материального и идеального, объективного и субъективного, физиологического и психического, которые представляют собой разные стороны, «разрезы» единой психики, разные сочетания факторов, изучаемых разными науками о человеке.

ОТРАЖЕНИЕ И ИНФОРМАЦИЯ

§ 13. Анализ понятия «информация»

После появления статистической теории информации возникла необходимость в выяснении содержания понятия «информация», его отношения к понятию «отражение» и к теории познания в целом, уяснения его роли в развитии теории отражения, а также перспектив развития самой теории информации.

В математических работах по статистической, комбинаторной, топологической и алгоритмической теориям информации были введены соответствующие понятия о «количестве информации»; вопрос же о понятии «информация» в этих теориях не ставился. Но когда возникла проблема границ и условий эффективного использования теоретико-информационных методов и в связи с этим — вопрос о возможных направлениях развития теории информации, тогда остро обнаружилась необходимость всестороннего анализа содержания понятия «информация», выявления основных значений термина «информация», раскрытия того объективного свойства вещей, которое лежит в основе эвристически-конструктивной роли этого понятия.

Какие значения термина «информация» употребляют в современной науке и какие из них имеют действительную эвристическую ценность, так сказать, «фактически работают», а не остаются просто модным словом?

Рассмотрим три основных, наиболее употребительных значения этого термина: а) обыденное, б) связанное с понятием структуры и в) основанное на понятиях разнообразия и сложности.

В обыденном, «обиходном» значении слово «информация» применяется как синоним интуитивно понимаемых слов «сведения», «знание», «отображение», «представление» и т. п. Такое употребление слова «информация» не

несет специальной нагрузки или функции и поэтому не может считаться научным термином. Однако его употребление оправдано с чисто языковой, выразительной стороны: слово «информация» легко связывается с понятием процесса, и поэтому удобнее говорить о «передаче, преобразовании и переработке информации», нежели о «передаче и преобразовании отображения, образа». Еще более уместно говорить о количестве информации, поскольку явно неблагозвучным является сочетание слов «количество отображения, образа, содержания». Поэтому выбор слова «информация» для обозначения количественного аспекта процессов отражения вполне оправдан.

1. «Структурная информация». Второе значение этого слова глубоко связано с природой отражательных, сигнализационных процессов в живой природе, обществе и технике. Передаются ли сигналы о состояниях управляемого объекта в центральный блок управления или, наоборот, от центрального блока передается программа управляющих воздействий регулятору, хранится ли закодированная посредством ДНК программа строения и деятельности будущего организма,— во всех этих случаях в сигналах, программах воплощена некоторая организация, структура. В соответствии с этой структурой управляется, строится, перестраивается или подготавливается к деятельности определенная материальная система. Процессы хранения, передачи и преобразования структуры можно условно назвать структурной информацией, а саму структуру статических состояний вещей можно, используя выражение Л. Бриллюэна, назвать связанной информацией.

Но термин «структурная информация» не имеет статуса научного термина в строгом смысле слова по следующим причинам.

• Новые научные термины вводятся не по субъективному произволу отдельных ученых, а по необходимости, т. е. когда открывается новый объект, новая сторона, свойство, либо когда к уже известным свойствам применяются новые методы их измерения, преобразования, оценок, расчета и т. п. Тогда имена понятий, связанных с этими методами, переносятся и на эти свойства. При этом явно выступает новая функция, эвристическая роль, познавательная нагрузка вновь введенного термина, который не может быть без ущерба заменен старым термином. Тер-

мин же «структурная информация» просто выделяет и фиксирует главную характеристику любого отображения, образа, содержания знания — его структуру, организацию. А для математического выражения и количественных оценок структур, относительной организованности систем, т. е. для оценок значения термина «структурная информация», еще не построены методы, которые бы прямо оценивали («схватывали») характеристики структурности, организованности, самоорганизации систем. Все существующие в настоящее время математические варианты (подходы) теории информации не основаны на объективном свойстве вещей — их структурности — и поэтому прямо не оценивают его.

Поскольку пока не существует прямых оценок и методов исчисления структур, термин «структурная информация» может быть без всякого ущерба для научного общения и содержательного анализа заменен терминами «структура отображения», «структура образа», «структура того или иного содержания», «кинематическая, динамическая структура» и т. д. И, естественно, напрашивается вывод: действительную «нагрузку» термин «информация» несет лишь тогда, когда его содержание соответствует той или иной конкретной теории информации, выработанному в ее рамках понятию «количество информации», а также тому свойству вещей, которое лежит в основе измерения информации.

Против этого рассуждения возможно такое возражение: в науке можно вводить не только понятия, непосредственно функционирующие в системе данной теории, но и такие, которые выполняют целевую функцию, т. е. стимулируют постановку задачи построения или видоизменения теории. Против этого нельзя спорить. И применительно к рассматриваемой нами ситуации можно сказать, что поскольку структура отображенного объекта есть главный компонент знания, образа объекта, то «структура» и «структурная информация» остаются научными терминами, выполняющими либо целевую функцию, либо функцию общения. Именно вторая функция и делает в основном более употребительным термин «структурная информация», нежели его приведенные выше синонимы.

Что касается целевой функции этого термина, то главный вопрос заключается в следующем: насколько реально осуществление этой цели, т. е. возможности выра-

ботки универсальных методов оценки структуры, организации?

Качественное многообразие мира, несводимость законов одного класса объектов к законам качественно иного класса выражается в разнотипности организации, структуры этих классов объектов. Поэтому разнородные системы опираются на качественно различные принципы и критерии их организации. А отсюда следует, что эффективная оценка организации связана не с поиском некоего универсального критерия, универсальной меры. По-видимому, перспективны поиски не универсальных и вместе с тем прямых способов оценок относительной организованности сравниваемых систем, а, во-первых, локальные оценки тех или иных классов, типов и уровней систем и, во-вторых, косвенные оценки, т. е. основанные на свойствах, которые так или иначе коррелируют с характеристикой организованности. При этом важно базироваться на таком свойстве, косвенно связанном с организованностью, которое было бы универсальным, т. е. относилось к разнородным системам, к качественно различным областям явлений.

2. Разнообразие, сложность и информация. Универсальными свойствами, или характеристиками, систем любого вида организации и структуры являются признаки качественного и количественного различия, разнообразия, соотносительные с признаками тождества, однообразия (однородности). Их соотносительность означает, что любое разнообразие, любые различия, неоднородности всегда существуют в рамках некоторой объединяющей их соизмеримости, однородности, однообразия, некоторого более или менее абстрактного тождества. Иначе говоря, всегда могут и должны быть заданы предметная область, класс данного разнообразия. Разнообразие внутри любого класса системных объектов может относиться к компонентам, связям, свойствам, уровням, этапам изменения и развития системы. Если в пределах данной системы компоненты, связи и свойства системы выступают как далее не разложимые элементы ее структуры и если рассматривать в одной плоскости качественные и количественные различия, т. е. отождествить те и другие, то все различия системы можно выразить единым, унифицированным способом — с помощью различных друг от друга атомарных знаков. Такое представле-

ние об абстрактном разнообразии соответствует понятию множества в теории множеств. Применительно к оценкам разных сторон системного объекта толкуемое подобным образом понятие разнообразия модифицируется в понятие сложности, рассмотренное нами в §1.

Казалось бы, такой весьма абстрактный подход к системам, к их организации и структуре едва ли может иметь какое-либо приложение в науке и технике. Однако практика показала, что точный расчет некоторых видов процессов в технике требует именно такого подхода. В частности, он нашел реализацию в области техники связи. Для расчетов скорости передачи любых сообщений по каналу связи (пропускной способности канала), возможностей приемника и передатчика, для обеспечения помехоустойчивости передач, минимального расхода энергии и т. д. оказалось необходимым непосредственно учитывать лишь величину разнообразия символов (или различных состояний сигнала), с помощью которых закодированы передаваемые сведения.

Это означает, что в таких расчетах можно абстрагироваться от смысла, существенности, ценности, структуры соответствующих сведений, знаний.

Подобный подход, конечно, как увидим ниже, не исключает того, чтобы с помощью разнообразия и сложности, выраженных через их информационные оценки, анализировать и смысловую сторону, ценность, структурную организацию и другие характеристики отображений. Структура отображения объекта как центральная характеристика содержания сведений оказалась «избыточной» для решения указанных задач; при их решении можно ограничиться абстрактным «срезом» этой структуры, т. е. разнообразием ее элементов, которыми могут быть компоненты, свойства и связи отображаемой в сообщении системы.

При сравнении двух систем по разнообразию тех или иных признаков мы получаем понятие об относительной сложности систем (см. § 1, п. 1). В целом же свойства разнообразия и сложности содержания объектов, выраженные в форме разнообразия стандартных символов или различных состояний непрерывно модулированного сигнала, есть исходный пункт, основа для введения понятия информации в его третьем значении. Следующий шаг к понятию количества информации связан с процедурой

«ограничения разнообразия» (по Эшби), в частности с процессом выбора некоторого конкретного вида разнообразия из всего абстрактно возможного разнообразия исходов, возможностей и т. д.

Идея реализации изложенного выше абстрактного подхода в технике связи хорошо выражена в популярной статье К. Шеннона [1963]. Говоря о смысле понятия «информация» с точки зрения инженера-связиста, К. Шеннон пишет: «Конечно, каждое подлежащее передаче сообщение имеет свое содержание. Оно, однако, совершенно несущественно в проблеме передачи информации. Передать ряд бессмысленных слогов так же трудно (в действительности даже более трудно), как и подлинный английский текст. Тому, кто хотя бы немного знаком с предметом этой статьи, будет ясно, что, с точки зрения *передачи*, важным свойством информации является то, что каждое частное сообщение *выбирается из некоторого множества сообщений*» [там же, стр. 405].

Мы изложили чисто дедуктивный подход к поиску универсального свойства, лежащего в основе математического понятия «количество информации» и соответствующего ему понятия «информация». В действительности же статистическая теория информации создавалась под влиянием непосредственных запросов техники связи, в частности при решении проблем передачи сообщений по каналам связи. Не рассматривая историю создания статистической теории информации Хартли — Шеннона — Винера, укажем лишь, что в ее разработку существенный вклад внесли советские ученые — Колмогоров, Котельников, Хинчин, Добрушин и др.

Вернемся к рассмотрению третьего значения термина «информация», соответствующего статистической количественной мере информации, основанной на некотором разнообразии возможностей и выборе. Исходным пунктом для статистической оценки количества информации в получаемом сообщении является, как известно, положение о том, что это количество равно количеству устраняемой неопределенности в результате того или иного опыта. Эта неопределенность описывается через число возможных исходов опыта и вероятностей этих исходов. Тогда устранение неопределенности выступает в виде последовательных актов (шагов) выбора (ограничения) из всего набора (разнообразия) возможных исходов.

Выбор из двух равновероятных исходов принимается за единицу количества информации (1 бит).

Следовательно, *получение информации, устранение неопределенности и ограничение разнообразия есть эквивалентные по смыслу выражения (суждения).*

Для средних значений количества информации К. Шенноном введено понятие информационной энтропии (H) как меры степени неопределенности опыта (или состояния системы).

Понятие энтропии как меры неопределенности (и обратное понятие негэнтропии как меры определенности) может иметь различный смысл *в зависимости от характера интерпретации и условий, которые ограничивают область применимости этого понятия* и математического аппарата. При одних условиях и ограничениях информационная энтропия (в отличие от термодинамической) может быть истолкована как мера неожиданности, новизны получаемых сведений (см. [А. Моль, 1966]), мера их непредсказуемости, при других — как мера превращения возможности в действительность (см. [И. И. Гришкин, 1962, стр. 126; И. А. Акчурин, 1964, стр. 351]), при третьих — как мера сложности одного опыта по отношению к другому и, наконец, как мера относительной организованности сравниваемых систем (см. [Н. Винер, 1958, стр. 23; Л. Бриллюэн, 1960, стр. 211]). Различные интерпретации энтропии и информации раскрывают различные стороны этих понятий и их возможные приложения. Однако при всех интерпретациях базисным объективным свойством этих понятий служит свойство разнообразия; раскрывая разные стороны информации, эти интерпретации являются производными от понятия разнообразия.

Трактовку понятия информации в рамках статистической теории информации на основе свойства разнообразия впервые детально и обоснованно разработал У. Росс Эшби в книге «Введение в кибернетику» [1959, гл. 7—9, 11]. Такой же точки зрения придерживаются Ст. Бир [1963, стр. 67, 208], В. М. Глушков [1964а, стр. 500]. В соответствии с этой трактовкой, величиной энтропии или количеством информации можно измерять разнообразие и, в частном случае, сложность систем. Свойства разнообразия и сложности лежат в основе не только статистической, но также комбинаторной, топологической [N. Ra

shevsky, 1955, p. 230] и алгоритмической теорий информации [А. Н. Колмогоров, 1965]. Обоснование универсальности принципа разнообразия как основы всех подходов в теории информации дано в ряде работ А. Д. Урсула [1965, 1967, 1968], который определил информацию как «отраженное разнообразие».

Проведенный нами анализ позволяет сказать, что подлинно «рабстающим», функционирующим и эвристически ценным значением термина «информация» является то, которое соответствует принципу разнообразия и тем реальным математическим теориям информации (статистической, комбинаторной, топологической, алгоритмической), которые базируются на этом принципе.

Что касается прагматической, семантической информации и подходов к ее оценкам, то, как увидим в следующем параграфе, при решении соответствующих задач может использоваться этот же принцип.

Определением информации как ограничения отраженного разнообразия не исчерпывается, однако, смысл этого понятия. Выяснение его связей с характеристиками образа (см. об этом § 14) и с понятием отражения как свойства материи (о чем шла речь в § 4) позволяет более детально раскрыть содержание понятия «информации» в отличие от понятий «отображение», «знание» и его роль для развития как теории информации, так и теории отражения. Рассмотрение же гносеологических ошибок и причин разнobia и произвола в трактовке понятия информации поможет лучше понять его специфику.

3. Гносеологические ошибки в трактовке информации. В философской и научно-технической литературе последних лет очень часто смысл научного термина «информация» либо подменяется значением обывденного слова «информация» (как синонима терминов «отображение», «сведения», «знание»), либо трактуется произвольно.

Наиболее распространенной и необоснованной является трактовка терминов «информация» и «информационный процесс» как структуры (организации) оригинала и как процесса передачи структур от передатчика к приемнику с помощью сигналов. Главное основание для подобной трактовки видят в том, что количество информации есть якобы мера организованности систем.

Из изложенного выше следует, что в общем случае разнообразие и сложность, лежащие в основе понятия

«количество информации», могут иметь как относительно организованный, так и относительно дезорганизованный характер. Иначе говоря, всякая высокоорганизованная система есть в то же время и сложная система, но не всякая сложная система или совокупность элементов является высокоорганизованной. Если не учитывать, что эти два утверждения (высказывания) несимметричны, т. е. если считать отношение сложности и организованности симметричным, то тем самым совершаются одновременно методологическая, логическая и теоретическая ошибки.

Эти ошибки обязаны прежде всего внешнему и чисто формальному подходу к сходству формул информационной и термодинамической энтропии — подходу, не учитывающему тех допущений, которые лежат в основе информационной энтропии, и тех условий, при которых величина информационной энтропии может быть приближенно принята за меру организованности. Рассуждение при этом строится примерно следующим образом: если энтропия (предполагается ее термодинамическая или механико-статистическая трактовка) есть мера хаоса, дезорганизации, то информация (негэнтропия) есть мера организованности систем. В частности, Н. Винер [1958, стр. 23] писал: «Понятие количества информации совершенно естественно связывается с классическим понятием статистической механики — понятием *энтропии*. Как количество информации в системе есть мера организованности системы, точно так же энтропия системы есть мера дезорганизованности системы; одно равно другому, взятому с обратным знаком». Что в этой мысли верно и что не может быть признано правильным?

В том частном случае, когда изменение разнообразия и сложности находится в отношении прямой корреляции с изменением относительной организованности систем, количество информации может быть приближенно принято за меру относительной организованности сравниваемых систем или состояний (этапов развития) той же системы. Такова тенденция, характеризующая эволюцию живых существ: рост их организованности, интеграции, целостности сопровождается ростом их разнообразия и сложности (дифференциация тканей, органов и их функций). Но *в общем случае* такая корреляция не имеет места и *количество информации не может служить косвенной оценкой организации систем, а потому информацион-*

ные оценки не могут служить непосредственными критериями поступательного развития.

Если обратиться к контексту упомянутых работ Винера, то окажется, что понятия «сложность» и «организованность» употребляются им как синонимы. Это в известном смысле дает приведенному высказыванию историческое оправдание: ведь только с середины 50-х годов разграничение понятий (и оценок) сложности и организованности стало общепризнанным, в частности под влиянием работ ряда биологов (Г. Кастлера, К. М. Хайлова и др.). Н. Винер как крупный математик много сделал для разработки математического аппарата теории информации, но не вникал в гносеологические тонкости интерпретации этого понятия, поэтому как методолог он не всегда был на высоте. Этот пример, далеко не единственный в истории науки, свидетельствует лишь о том, что методологический анализ не безразличен к теоретическому анализу той или иной проблемы. В книге «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин на ряде примеров показал, как крупные физики-теоретики допускают методологические, а вслед за этим и теоретические ошибки.

Аналогичные случаи имели место и в связи с трактовкой понятия информации. Рассмотрим один из них.

Первые попытки применить теорию информации в биологии состояли в том, чтобы оценить, какое количество информации содержится в белках, живых клетках, тканях и органах, целых организмах, и на этой основе сравнивать их с точки зрения степени организованности и эволюционного развития¹. При этом речь шла об информационных оценках уровня организации и развития, хотя фактически совершенно не оценивались упорядоченность, структура различных живых систем или тех же организмов на разных стадиях их развития. Фактически подсчитывалось некоторое многообразие на уровне атомов или молекул с помощью статистической меры количества информации. Поэтому ни о каких действительных оценках развития не могло быть и речи. Более того, подсчет вероятности появления простейших живых существ, исходя из

¹ См. статьи Л. Оженстина, Ч. Эрета, Дж. Сакера и др. в книге «Теория информации в биологии» [1960], а также монографии Х. Равена [1964] и М. Аптера [1970, гл. IV], где дается критическая оценка этих попыток.

их информационных оценок, приводит к парадоксу: вероятность их появления настолько мала, что практически означает невозможность их возникновения [Л. Мора, 1966].

Ошибка здесь связана с отождествлением сложности организма с его организованностью. Фактически же величина организованности, выраженная в соответствующих (пока неизвестных) единицах, значительно меньше величины сложности — и, следовательно, вероятность появления живой материи значительно больше, чем в первом случае. Поэтому, на наш взгляд, парадокс оказался мнимым.

Итак, отождествление информации со структурой, организацией объектов и принятие количества информации за меру организованности систем основывается: а) либо на отождествлении, подмене понятий «разнообразие» и «сложность» понятиями «структура» и «организация»; б) либо на том, что не учитывается, при каких именно условиях мера разнообразия и сложности коррелирует с мерой организованности объектов; в) либо на превращении подобной корреляции, имеющей частный и приближенный характер, в такое тождество мер сложности и организованности, которое якобы справедливо для всех случаев. Существуют на этот счет и чисто конвенциональные рассуждения, логика которых примерно такова: поскольку при любой передаче, при различных преобразованиях сигналов остается инвариантной их структура и поскольку содержание любых сведений, знаний в качестве главной стороны имеет отображенную структуру объекта, постольку будем отображенную структуру, выражаемую в структуре сигналов, называть информацией, а процессы по ее передаче и преобразованию — информационными. Специально для этой цели был введен термин «структурная информация». Однако такого рода конвенция по употреблению термина «информация» не имеет, на наш взгляд, оснований и лишь ведет к терминологической путанице.

Главная методологическая причина произвола в трактовке термина «информация» состоит в том, что значение этого термина отрывается от количественной меры информации, от математического аппарата тех или иных теорий информации. В этих условиях назначение, функция, ради которой были введены новый термин и соответствующее ему понятие «информация», сводится к нулю, так как

можно говорить об отображенной структуре вещей, не прибегая к термину «информация». Иными словами, в этом случае этот термин не несет никакой нагрузки, никакой специфической познавательной функции. На возражение о том, что в будущем будут найдены методы прямой оценки структур объектов, можно ответить следующим образом: гетерогенность структур (разнородность, различие типов организации) не позволяет ввести единый метод, подобный методу, основанному на универсальности свойств разнообразия и сложности; поэтому методы такого рода, будучи исчислением внутри определенных уровней, типов или классов организации, не могут иметь универсального «информационного» характера.

Как уже говорилось, термин «информация» нередко употребляется в философской, научной и технической литературе как синоним терминов «сведение», «знание», «отображение», «отражение», т. е. в чисто содержательном смысле. Но отсутствие у него специальной нагрузки не позволяет придать ему статус научного термина, оставляя его в ранге обыденного слова «информация», которое может войти в толковые словари, но не в словари специально-научных терминов. Тенденция вытеснить слово «отражение» («отображение») из научного лексикона, заменив его словом «информация», заметна в зарубежной литературе. Но там она вполне понятна на фоне идеологической и методологической борьбы против теории отражения и ее исходных понятий.

В нашей литературе частое употребление слова «информация» вместо термина «отражение» в немалой степени обязано моде. Но, пожалуй, этот факт имеет под собой и две более устойчивые причины.

Одна из них заключена в логически некорректном начальном введении понятия «информация». В пособиях по теории информации, особенно популярных, рассуждения обычно начинаются с того, что мы с помощью величин вероятностей и энтропии определяем изменение неопределенности наших знаний под влиянием поступивших сведений. При этом складывается впечатление, что эта мера неопределенности «схватывает» весь содержательный аспект знаний. И читатель, не вникающий в существо математических выкладок, в характер задач, фактически решаемых с их помощью, начинает слепо верить, что количеством информации оценивается весь спектр характе-

ристик отображения, знания, а потому термин «информация» может вполне заменить термины «отображение», «знания», «сведения» и т. д.

Другая причина подмены терминов «отображение», «знания», «сведения» термином «информация» коренится, как мы уже отмечали, в известном «удобстве» чисто языкового выразительного характера. Действительно, когда речь идет о процессах, касающихся формы отображений, знаний, т. е. способов их выражения и преобразования в виде кодированных, формализованных записей, в виде текстов на естественных языках и пр., в таких случаях применение термина «информация» в известной мере оправдано, ибо информационные процессы и их оценки непосредственно связаны с кодовой записью сведений, т. е. с «сообщениями», а не с самим содержанием этих сведений. Но когда дело касается содержания знаний, то термин «информация» ведет лишь к путанице, двусмысленности.

Далее. Интуитивно кажется более уместным сочетание слов «количество информации», чем «количество отображения, содержания» и пр. Но здесь надо иметь в виду следующее: если количественную оценку мы относим к кодовой, языковой стороне сведений, знаний, то термин «количество информации» имеет прямой и точный смысл, но если нас интересует количественная оценка самого содержания, семантики текстов, то следует говорить уже о количестве «семантической информации», методы оценок которой только начинают разрабатываться.

Таким образом, наши языковые навыки, привычки, традиции, наше «чувство языка» не всегда совпадают, соответствуют строго научному смыслу слова «информация». И вместе с тем даже в практике научного общения приходится считаться с этими языковыми традициями, «призраками рынка», как их называл Ф. Бэкон, и делать известные коррективы, исходя из контекста высказывания.

Наряду с рассмотренными выше вариантами произвольного расширения смысла термина «информация» имеются и противоположные попытки сужения, ограничения понятия информации. Одна из таких попыток связана с универсализацией и онтологизацией статистической теории информации. Нередко авторы, желая отмежеваться

от расширительной трактовки информации, пишут, что информацию следует связывать только с такими системами, которые способны производить «выбор одного состояния из множества возможных» [Л. Петрушенко, 1964, стр. 106]. А на выборе из множества возможностей строится, как известно, аппарат статистической теории информации. Так, К. Шеннон писал: «Информация в нашем смысле должна находиться в связи с понятием выбора из множества возможных исходов» [К. Шеннон, 1963, стр. 405].

Действительно, животные, люди и создаваемые ими специализированные устройства способны совершать выбор и принимать одно из возможных решений. Но это не означает, что любые процессы передачи сведений, сообщений объективно сводятся к выбору. Есть, правда, попытки всю работу мозга, поведение субъекта в целом истолковать лишь как выбор нужных реакций, чтобы затем на этой основе выразить поведение на математическом теоретико-информационном языке.

Однако такая прямая объективизация (онтологическая интерпретация) математического аппарата статистической теории информации приводит лишь к обеднению и упрощению познаваемого объекта, не больше. Ведь, кроме вероятностных процессов, содержащих в себе выбор как одну из процедур, поведение включает в себя и жестко детерминированные процессы. Более того, статистические методы могут применяться и при изучении детерминированных процессов: если исследователь не располагает достаточными исходными данными, то создавшуюся познавательную ситуацию можно интерпретировать как случайную и, применив соответствующий аппарат, на выходе получить достоверные результаты. Таким образом, мы не отрицаем связи статистических методов с природой объективно существующих случайных процессов, но считать, что область приложений первых ограничивается природой вторых, было бы явным упрощением.

В подтверждение можно сослаться на такую ситуацию. Когда мы не располагаем необходимыми статистическими данными (полным набором исходов, вероятностями отдельных исходов и пр.), но знаем алгоритм, описывающий получение данной структуры объекта из другой, то можно применить алгоритмический вариант

теории информации А. Н. Колмогорова. Напомним, что согласно алгоритмическому подходу количество информации об одном объекте, содержащейся в другом объекте, или относительная сложность одного объекта Y при заданном X , равно минимальной длине l программы p получения Y из X [А. Н. Колмогоров, 1965, стр. 8]. Основанием для такого применения алгоритмической меры к вероятностному процессу служит теорема А. Н. Колмогорова, устанавливающая связь между определениями количества информации в алгоритмической и статистической (шенноновской) теориях информации (об этой теореме см. [А. К. Звонкин и Л. А. Левин, 1970, стр. 119]).

Таким образом, произвольное расширение значения понятия информации, равно как и сужение смысла этого понятия ведут к отходу от научного содержания и статуса понятия информации.

§ 14. Проблемы теоретико-информационных оценок отображения

Признаки различия и тождества, разнообразия (разнородности) и однообразия (однородности) присущи любым отображениям в их сопоставлении с оригиналами. Понятие информации и соответствующий математический аппарат информационных методов базируются на тех или иных способах учета и выражения разнообразия элементов (набора состояний объекта, символов сообщения, исходов опыта, пространства сообщений и т. д.). Это относится и к статистическим, и к нестатистическим подходам в теории информации. Поэтому к различным характеристикам содержания и формы отображения, рассмотренным нами в главах III и IV, естественно попытаться применить методы теоретико-информационных оценок. В свою очередь, это позволит шире применять кибернетические методы оптимизации к решению разнообразных задач в сфере техники управления.

Существуют попытки использовать теоретико-информационные методы для определения оценок трех основных характеристик отображения, знания: ценности, структурной и семантической характеристик. Пользуясь семиотической терминологией, оценки этих характеристик обычно называют количеством прагматической (ценностной), синтаксической и семантической информации.

Рассмотрим существующие подходы к оценкам этих характеристик, а затем обсудим вопрос о возможностях оценок других анализировавшихся нами характеристик.

1. Оценки сложности и организованности систем. Центральной характеристике образа объекта — отображенной структуре, организации — соответствует понятие об оценке степени и уровня организованности одной отображаемой системы по отношению к другой. Какова же связь между характеристикой относительной сложности системы, измеряемой ее разнообразием — и, следовательно, количеством информации, и характеристикой организованности одной системы по отношению к другой?

Как было показано выше, понятия разнообразия и сложности представляют одну из сторон абстрактных характеристик организации и структуры. Но в условиях, когда изменение разнообразия (сложности) находится в отношении прямой корреляции с изменением относительной организованности систем, величина разнообразия, по нашему мнению, может быть принята за приближенное выражение степени или хотя бы уровня организованности сравниваемых систем. Так, если ретроспективно обозреть общий ход органической эволюции на нашей планете, то в целом обнаруживается такая тенденция: рост организованности живых существ сопровождается ростом их разнообразия, сложности (дифференциация тканей и органов) и, вместе с тем, ростом интеграции, целостности. Однако величина разнообразия и сложности лишь весьма условно и приближенно может быть принята за оценку относительной организованности самоорганизующихся живых систем.

Более того, существуют такие области явлений, где сложность и организованность находятся в отношении *обратной* корреляции. Например, поведение отдельной молекулы в расплаве сложнее (разнообразнее), чем в твердом теле, где «свобода» поведения молекул ограничивается законами строения кристаллической решетки; в то же время степень организованности поведения отдельных молекул в расплаве, характеризуемой понятием «ближнего порядка», ниже, чем в кристалле, к которому применимо понятие «дальнего порядка». Таким образом, для того чтобы количество информации было приближенно принято за меру организованности систем, необходимо установить с помощью методов и процедур дан-

ной науки факт прямой корреляции между сложностью и организованностью и определить согласованность их эмпирических критериев.

При каких условиях изменение (увеличение или уменьшение) сложности может быть мерилом изменения степени организованности сравниваемых систем?

Во-первых, организация сравниваемых систем должна иметь *соизмеримый*, сопоставимый характер, т. е. сравниваемые системы должны относиться к *тому же типу организации*, находиться на одном уровне структурной организации материи. И именно внутри этого типа (уровня) организации можно ставить вопрос о степени организованности сравниваемых систем.

Во-вторых, сложность систем, на наш взгляд, должна быть *минимизирована*, что увеличивает точность отношения прямой корреляции между изменением сложности и организованности систем. На чем базируется такое утверждение? Прежде всего существует эмпирическая закономерность, обобщающая многочисленные наблюдения: система может «справиться» с разнообразием, сложностью поступающих воздействий, если она обладает достаточной для этого степенью и уровнем организованности. В несколько более слабом варианте эта идея выражена в «законе необходимого разнообразия» Эшби [1959, стр. 293—297]: система (в частности, регулятор) должна иметь величину разнообразия (сложности) не меньше, чем поступающие извне воздействия. Видоизменив эти положения, можно сформулировать такое утверждение: *если устранить избыточную сложность* (разнообразие), т. е. минимизировать сложность при той же организованности, *то по изменению сложности можно приближенно судить об изменении* (разнице) *относительной организованности сравниваемых систем*. Конечно, вид корреляционной функции между сложностью и организованностью различен для разных типов систем. Для измерения сложности сравниваемых систем можно применить меру количества статистической информации или меру количества информации в алгоритмической теории информации А. Н. Колмогорова.

Идея прямой корреляции между минимальной сложностью и организованностью сравниваемых систем может быть применена и к сравнительной оценке относительной «самоорганизации» систем в живой природе, в обще-

стве, а также к кибернетическим моделям этих систем. Нами был предложен (см. [В. С. Тюхтин, 1968, стр. 68—73]) один конкретный подход к оценке степени самоорганизации систем (в частности, моделей мозга). При этом, кроме указанного отношения между сложностью и организованностью, была привлечена оценка *относительной автономности* систем и сделан ряд упрощающих допущений.

Применение меры количества информации к косвенным оценкам организованности и самоорганизации систем оказывается пока малоэффективным. Трудности здесь связаны с разнотипностью организации систем, с крайней сложностью нахождения единых эффективных критериев для таких оценок. Например, для биосферы на каждом из пяти (по Шмальгаузену) уровней организованности пока не удалось найти единого критерия; а частные критерии (морфологический, функциональный, экологический и др.) не вполне согласуются между собой. В кибернетике и теории систем в последнее время нащупываются критерии и способы определения относительной организованности для отдельных классов систем.

Значительно больше предпринимается попыток применить информационные методы к оценке прагматической стороны, или ценности и полезности получаемых сведений, знаний.

2. Оценки ценности отображений. Определению ценности информации посвящен ряд работ советских и зарубежных ученых: А. А. Харкевича [1960], М. М. Бонгарда [1963], М. К. Гавурина [1963], Р. Л. Стратоновича [1965, 1966], Б. А. Гришанина [1967], Р. Акофа [1958], У. Майлса [1963], Д. М. Маккея [1965] и др.

Все варианты определения ценности информации для ее получателя связаны с понятием цели, с ролью информации в достижении цели. Так, согласно А. А. Харкевичу, ценность получаемых сведений определяется через приращение вероятности достижения цели. Цель может представлять собой будущий конкретный результат деятельности или более общую задачу — достижение оптимального решения, максимальной выгоды (по Р. Л. Стратоновичу); она может выступать и в виде оптимального пути достижения фиксированной цели (по У. Майлсу) и т. д.

Имеющиеся подходы к количественной оценке ценности пока еще малоэффективны: они, как правило, применимы к довольно простым ситуациям, а в иных случаях основываются на очень сильных допущениях, на представлениях о свойствах, которые сами по себе трудно поддаются количественным оценкам. Рассмотрим для примера попытку определения научной ценности У. Майлсом [1963], опирающимся в своей работе на статью Р. Акофа [1958].

Концепция Р. Акофа и У. Майлса была создана для определения оценки ценности научных сведений (статьи, книги) по их влиянию на действия потребителя. Исходная посылка авторов — наличие нескольких возможных последовательностей действия, которые с различной эффективностью приводят к исходу (цели), заданному с априорной вероятностью.

В соответствии с основными функциями получаемых сведений их делят на три вида: информирующую, инструктирующую и мотивирующую информации. Информирование изменяет субъективные вероятности выбора действий через изменение субъективных оценок вероятностей успеха. Инструктирование — процесс передачи индивиду способности управления исходами или процесс изменения этой способности под влиянием полученных сведений. Под мотивированием понимается изменение относительной значимости элементов определенной последовательности действий в результате полученной информации. Для этих трех видов (и функций) информации Майлс вводит три меры: «инбит» (inbits), «хабит» (habits) и «мобит» (mobits).

Суммарная ценность, или количество прагматической информации, использованной в процессе исследования, складывается из трех указанных оценок.

К ограничениям концепции Акофа — Майлса можно отнести следующие. Во-первых, их модель предполагает предварительную оценку «априорной вероятности» исходов, собственных знаний и действий, а выработка способов такой оценки, в свою очередь, представляет сложную многофакторную задачу. Во-вторых, эта модель описывает класс познавательных ситуаций, сравнительно редко встречающихся в исследовательской работе.

Если при определении ценности получаемых сведений целевая функция имеет не субъективно-индивидуальную,

а *объективно-общественную значимость*, то методы определения количества прагматической информации, на наш взгляд, могут быть использованы для оценки *смысловой* (семантической) информации. Все дело здесь в способах оценки вероятностей достижения соответствующей цели. Так, если в формуле Акофа—Майлса вероятности будут относиться не к индивидуальным, а к общественно-необходимым действиям и целям (получение объективного закона и пр.), то оценки будут иметь характер не прагматической, а смысловой информации. Аналогичное можно сказать и относительно формулы ценности информации Харкевича, Стратоновича и др. Правда, иногда осуществление такой процедуры требует дополнительных допущений и операций (например, оптимального кодирования и декодирования, устранения избыточной информации и сложности и т. д.). Короче говоря, корень проблемы — в исходных допущениях, условиях применимости и в характере интерпретации соответствующих формул.

3. Оценки смысла. Прежде чем говорить об оценках объективного содержания, смысла тех или иных сведений, знаний, т. е. о величине семантической (смысловой) информации, уясним существо этой задачи.

Оценка смысла, содержательности образов, знаний включает в себя их оценку со стороны всех рассмотренных ранее характеристик. При этом теоретико-информационные методы могут охватить оценки этих характеристик с точки зрения свойства разнообразия. Как было показано в § 8, главную интегральную характеристику содержания любого знания составляет структурно-семантическая, или смысловая, характеристика. В чем главная трудность ее оценки? Она состоит в том, что, во-первых, нельзя дать прямые оценки смысла образов, знаний без определенного способа исчисления систем и структур (т. е. без способа выражения объективного смысла знания при помощи только системного языка). Такого исчисления, как известно, не существует. Но именно следствием этого является относительное несоответствие между структурной и семантической сторонами образа, знания. Это значит, что два образа, эквивалентные (сходные, тождественные) по своим структурам, могут быть неэквивалентны (или не вполне эквивалентны) в семантическом отношении, т. е. по своей предметной области, по эмпирической или формальной интерпретации.

Исследования проблем машинного перевода с одного естественного языка на другой, а также проблем автоматического реферирования текстов показывают, что фрагменты кодированной информации, эквивалентные в структурном (синтаксическом) отношении, могут быть неэквивалентны в смысловом (семантическом) отношении. Поэтому и различают структурную и семантическую информацию.

Аналогичное положение имеет место и в лингвистике и логической семантике: выражения, эквивалентные в синтаксическом отношении, могут быть неэквивалентными в семантическом плане. Однако наибольшее познавательное значение, как мы уже отмечали, имеет соответствие и слияние обоих планов. «Утверждения, — пишет Х. Карри [1969, стр. 143], — являющиеся одновременно и семантическими, и синтаксическими, имеют огромную важность». Все утверждения, положения научных теорий являются, как правило, и семантическими, и синтаксическими. Лишь в чистой математике, математической логике, в аксиоматических построениях мы встречаемся с чисто синтаксическими и чисто структурными системами.

Объединение структурной и семантической сторон представляет собой смысловую сторону выражений.

В итоге следует сделать вывод о том, что все способы оценок смысловой, т. е. структурно-семантической характеристики, знаний имеют *не прямой, но косвенный, опосредованный, а вместе с тем приближенный характер*. Другой вывод состоит в том, что все эти оценки *не абсолютны*, поскольку не существует абсолютной меры, единицы измерения величины содержательности знаний, вследствие отсутствия универсального исчисления систем. Эти оценки являются *относительными*, так как отображают количественное отношение смысловой характеристики двух или более сопоставляемых отображений. Это аналогично относительной алгоритмической оценке сложности двух систем, которая не схватывает абсолютной их сложности по отдельности. Кроме того, относительный характер оценок выражается в том, что должно быть точно эксплицировано определенное состояние познавательной ситуации, по отношению к которому оцениваются сравниваемые образы (например, по отношению к тому количеству научно значимых положений, которые выявлены наукой на данном этапе познания объекта).

Эти общие замечания и соображения о характере подходов к оценкам семантической стороны знаний указывают не только на существующие трудности, но и на возможное многообразие подходов к этой проблеме. И первые фактически предпринятые в этом направлении попытки подтверждают это.

Так, Р. Карнап и Й. Бар-Хиллел [1953] на основе понятия логической вероятности пытаются дать оценку семантической информации достаточно простого языка, опираясь на новизну и степень подтверждения получаемых сведений (гипотеза несет больше информации, чем достоверное знание) и на свойство логической обусловленности предложений. Это свойство используется таким образом: то из двух предложений имеет большую величину семантической информации, которое обуславливает большее число предложений данного фиксированного состояния знаний. Подход к определению семантической информации у Карнапа и Бар-Хиллела применим к довольно ограниченной области задач: выход за ее пределы ведет к парадоксам и нелепостям (см. [А. Д. Урсул, 1968, стр. 50]).

Более общий подход к оценкам семантической информации, включающий оценки гипотетического и достоверного знания, осуществлен в варианте Ю. А. Шрейдера [1965]. Количество семантической информации какого-либо текста принимается здесь пропорциональным изменению запаса знаний под влиянием этого текста. Трудность перемещается в нахождение методов оценки этого запаса, где пока приходится накладывать много сильных упрощающих допущений.

Аналогичные трудности и ограничения имеются в подходах к оценкам семантической информации у Е. К. Войшвилло [1966], у Г. Малонэ [1962], И. Вилля [1949] и других ученых. В ближайшем будущем можно ожидать появления новых и более эффективных подходов к оценке семантической информации.

В принципе можно найти методы определения информационных оценок различных характеристик отображения, если последние интерпретировать на основе разнообразия. Эта задача облегчается, если определять не всеобщие оценки, а оценки отдельных видов отображения, отдельных классов познавательных задач; при этом общий набор существующих возможностей (т. е. величина

исходного их разнообразия) может быть предварительно ограничен. Так, при оценке разнородности, или модальности, отображения внутри области физических или биологических явлений число возможных модальностей ограничено числом основных классов физических или биологических явлений. Аналогично могут быть фиксированы допустимое разнообразие видов структурного соответствия (сходства) образа и оригинала и те виды, по которым фактически оценивается их сходство.

Разнообразие имеет место и в трех элементах *формы* отображения: разнообразие переносчиков информации и их характеристик, разнообразие способов преобразования и выражения отображений, разнообразие «языков», включая разнообразие знаков и их сочетаний внутри языка. Все это служит лишь основой для построения соответствующих методов теоретико-информационных оценок различных характеристик и содержания, и формы отражения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее важные в методологическом отношении результаты, которые мы пытались обосновать в данной работе, сводятся к следующим положениям:

1. Теория систем, или системные исследования, занимает особое место среди интегративных научных дисциплин и направлений (кибернетики, теории подобия и размерностей, общей теории моделирования и др.).

а) Принципы материалистической диалектики пронизывают все понятия, требования и положения теории систем, основу концептуального аппарата которой составляют такие философские категории, как система, структура, часть и целое, простое и сложное и др. В системных исследованиях (в рамках единого системного подхода) строится разветвленная сеть математических моделей систем с учетом различной общности, разных типов, классов организованности и предметных областей явлений. Все это позволяет теории систем выступить в функции промежуточного звена между материалистической диалектикой и специальными науками.

б) Анализ содержания научных знаний с позиций системно-структурного подхода представляет собой одно из предварительных условий и предпосылок для применения точных методов математики в специальных науках, т. е. способствует математизации знаний.

Дальнейшая разработка теории систем будет способствовать усилению двух глобальных тенденций в науке — диалектизации и математизации современного научного познания.

2. При выяснении природы философских категорий, философского знания в целом (в сопоставлении его со специально-научным знанием) системный подход позво-

ляет обнаружить новые черты и дать новое обоснование уже известным положениям. Существенное отличие всеобщих, универсальных категорий от специально-научных понятий, а также от эпистемологических и логических категорий, с помощью которых выражается специфика познавательного взаимодействия субъекта и объекта, состоит в следующем.

а) В универсальных философских категориях отображены наиболее общие свойства, связи, отношения, а не их упорядоченность, не структура объектов действительности. Отсюда вытекают, по крайней мере, такие следствия: содержание таких категорий невозможно эффективно выразить на языке математики; их нельзя непосредственно применять к единичным явлениям, событиям, минуя особенное — понятия, законы, методы специальных наук. Попытки такого рода — дань натурфилософии. Однако системное осмысление содержания универсальных категорий и законов позволяет устранить имеющийся здесь «разрыв», т. е. облегчить переход от всеобщего к особенному — к понятиям и методам специальных наук. Объективное содержание специально-научных понятий и законов имеет структурный характер, так как оно включает сведения о структурах определенных классов системных объектов и поэтому в принципе может быть выражено на языке математики.

б) Эпистемологические и логические категории, способы, средства, приемы познания имеют структурный характер и в принципе допускают применение языка математики и математической логики. Эти категории имеют специфическую предметную область — многообразие познавательных ситуаций и задач и соответствующих им средств выражения, методов решения, доказательства и пр. С эпистемологической предметной областью связано и понятие эпистемологической общности (обобщения).

в) Если свойства и связи объектов специальных наук в принципе допускают количественные измерения их переменных, то и структуры (законы) имеют характер количественных структур (количественных отношений, зависимостей). А эпистемологические и логические категории имеют характер качественных и абстрактно-общих структур. Последние при использовании их в решении конкретных задач способны непосредственно контактировать с конкретными научными понятиями и методами.

В целом системно-структурный подход к познанию позволяет усилить методологическую функцию философского знания.

3. Современное состояние гносеологии и наук, имеющих прямое отношение к вопросам отражения, познания, позволяет сделать вывод о том, что марксистско-ленинская теория отражения есть особая область гносеологических исследований, особый раздел теории познания диалектического материализма и является основой теории познания. Одна из основных задач теории отражения — изучение наиболее общих и фундаментальных свойств и закономерностей, присущих всем видам и уровням отражения и познания.

4. Необходимо различать элементарное отражение в неживой природе, абстрактно-аналитическое понятие отражения как всеобщего свойства и собственно отражение, существующее в живой природе и в обществе, включая современные кибернетические устройства. В определении отражения всех видов и уровней входит один существенный признак — передача и преобразование отношений упорядоченности (структуры) от оригинала к носителю отражения. Использование этих отношений, структур в функции самосохранения посредством самоуправления начинается с простейших форм собственно отражения. Объективный критерий, отличающий собственно отражение от отражения в неживой природе, заключается в способности реагировать на отношения воздействий, на их упорядоченность (организацию, структуру), т. е. на их относительные (а не только абсолютные) величины независимо от различия в материальной природе воздействий. Этот критерий позволяет глубоко понять суть отражения в живой природе и в обществе, их отличие от отражения в неживой природе; понять природу идеального как особого функционального свойства и изучить его генезис, эволюцию; отличить физическую причинность от сигнально-информационной причинности; сформулировать более конкретные задачи, позволяющие раскрыть переход от неживой к живой материи и уяснить при этом роль собственно отражения.

5. Наиболее распространенное определение свойства отражения в неживой природе отождествляет процесс и результат взаимодействия с процессом и результатом отражения. Предложенный нами объективный критерий

позволяет раскрыть специфику отражения в неживой природе, которое существует объективно как элементарное свойство, но не в актуальной, а в потенциальной форме. Оно служит генетической предпосылкой, функциональной основой и стороной всех более высоких форм отражения. Это относится и к информации, которая является не самостоятельным свойством вещей, а абстрактной стороной отражения.

6. Принцип отражения как гносеологическое требование, признаваемое всеми материалистами, имеет различную трактовку в метафизическом и диалектическом материализме. Метафизические материалисты не видели существенных различий между высшими формами познания и элементарным отражением. Важнейший момент диалектического понимания принципа отражения состоит в том, что при решении сложных теоретических задач сам процесс получения знаний не имеет полной аналогии со свойствами и отношениями вещей: в ходе решения вводятся «фиктивные» оперативные члены, связи, идеализации и конструкты, которые элиминируются лишь в узловых пунктах, результатах познания.

Принцип отражения диалектически связан с принципом активного извлечения, выделения, отбора нужной информации (знания).

7. Сравнительный анализ понятий «гносеологический образ», «сигнал», «знак» позволяет выявить не только отношения координации, но и субординации, их генетические и функциональные связи. При этом важно соблюдать требование гносеологической эквивалентности, или сопоставимости. Отход от этого требования (например, сопоставление целостного образа с атомарным знаком) приводил к недооценке роли знаков в познании, к неверному пониманию природы ощущений, восприятий и т. д.

8. В противоположность презентационистскому подходу к образу как к нерасчлененному целому мы выделяем пять основных характеристик содержания образа (§ 7) и три основные характеристики формы (§ 8). Каждой характеристике образа соответствует понятие ее оценки, от которого зависит поиск методов определения этих оценок.

9. Понятие гносеологического сходства, или адекватности, образа и предмета включает все характеристики содержания образа. Сущность гносеологического сходст-

ва определяется такими отношениями образа к оригиналу: 1) их структурным соответствием; 2) соответствием качественной специфики образа природе оригинала; 3) соответствием их количественных характеристик; 4) семантическим отношением. Все они объединяются отношением вторичности, зависимости образа от оригинала.

Можно выделить три основных показателя, три оценки адекватности: 1) достоверность отображения (а для теоретического знания — доказательность), 2) точность и полнота отображения, 3) существенность, глубина отображения, знания.

10. В противоположность традиционному определению категории формы как внутренней структуры содержания, мы предприняли попытку обосновать определение формы как способа (способов) существования, выражения и преобразования содержания. Под внутренней формой отображения, познания следует разумеать способы выражения и преобразования структуры как главного компонента содержания. Это — различные языки, знаковые системы, способы кодирования и декодирования. К внешней форме относятся способы материального существования отображений, т. е. их материальные носители и способы преобразования их свойств, через которые выражено содержание (например, таким свойствам колебаний, как амплитуда, частота, фаза, соответствуют амплитудная, частотная и фазовая модуляции).

11. В связи с проблемой соотношения содержания и формы вводится понятие оптимальной по определенным показателям формы отображения. Причем набор этих показателей или требований связан с основными характеристиками образа. Так, к способам кодирования предъявляются требования компактности, простоты и гибкости. По каждой характеристике можно составить таблицы показателей оптимизации. Это позволяет более широко привлекать кибернетические методы оптимизации при решении конкретных задач по передаче и переработке отображений.

12. Важный момент диалектики процесса и результата познания заключается в том, что необходимо различать описательные языки, эффективные для передачи и преобразования готового знания, и операциональные языки, специфические для творческой деятельности, приводящей к приращению нового знания. Возникает задача изучения

их свойств; на основе ее решения возможна выработка синтетических языков, оптимально сочетающих элементы тех и других.

13. Два основных вывода следуют из анализа понятий отражения и информации: 1) информация есть не особое субстанциональное свойство, а абстрактная сторона отражения, связанная с объективными свойствами разнообразия и сложности; 2) все характеристики образа, знания содержат в себе моменты разнообразия и сложности, поэтому они в принципе могут оцениваться с помощью меры количества информации. Предложенные нами два методологических подхода к определению оценок относительной организованности и самоорганизации сравниваемых систем сводятся к следующему. Идея первого подхода основана на отношении прямой корреляции между величинами сложности и организованности. Если минимизировать сложность системы без потери ее организованности (устранив избыточную сложность), то величина сложности может быть приближенно принята за величину организованности. Второй подход к оценке относительной самоорганизации моделей основан на отношении прямой корреляции между величинами самоорганизации и автономности систем. Автономность определяется по числу стандартизированных операций косвенного вмешательства человека в функционирование модели системы.

ЛИТЕРАТУРА

Ссылки на произведения К. Маркса, Ф. Энгельса, В. И. Ленина даны в тексте.

Абрамова Н. Т. Диалектика части и целого — «Структура и формы материи». М., 1967.

Агудов В. В. Соотношение категорий «форма» и «структура». — «Философские науки», 1970, № 1.

Акчурин И. А. Теория элементарных частиц и теория информации. — «Философские проблемы физики элементарных частиц». М., 1964.

Ананьев Б., Веккер Л., Ломов Б., Ярмоленко А. Осязание в процессах познания и труда. М., 1959.

Ананьев Б. Теория ощущений. Л., 1960.

Аптер М. Кибернетика и развитие. М., 1970.

Аристотель. О душе. М., 1935.

Афанасьев В. Г. Проблема целостности в философии и биологии. М., 1964.

Баженов Л. Б. Кибернетика, ее предмет, методы и место в системе наук. — «Философия и естествознание». М., 1966, гл. VIII—IX.

Бернштейн Н. А. Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой. — «Философские вопросы физиологии высшей нервной деятельности и психологии». М., 1963.

Бир Ст. Кибернетика и управление производством. М., 1963.

Бериташвили И. О структурных и функциональных основах психической деятельности. — Сб. под тем же названием. М., 1963.

Бирюков Б. В. Теория смысла Готлоба Фреге. — «Применение логики в науке и технике». М., 1960.

Бирюков Б. В., Тюхтин В. С. О философской проблематике кибернетики. — «Кибернетика, мышление, жизнь». М., 1964.

Бирюков Б. В., Тюхтин В. С. О понятии сложности. — «Логика и методология науки». М., 1967.

Бокарев В. А. О понятии управления. — «Вопросы философии», 1966, № 11.

Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системный подход в современной науке. — «Проблемы методологии системного исследования». М., 1970.

Бом Д. Специальная теория относительности. Приложение. М., 1967.

Бонгард М. М. О понятии «полезная информация». — «Проблемы кибернетики», вып. 9. М., 1963.

Борн М. Физическая реальность. — «Физика в жизни моего поколения». М., 1963.

- Братко А. А., Волков П. П., Кочергин А. Н., Царегородцев Г. И. Моделирование психической деятельности. М., 1969.
- Бриллюэн Л. Наука и теория информации. М., 1960.
- Бурбаки Н. Очерки развития математики. М., 1963.
- Бурбаки Н. Теория множеств. М., 1965.
- Бутлеров А. М. Избранные работы. М., 1951.
- Василев Ст. Теория отражения и художественное творчество. Пер. с болгарского. М., 1970.
- Вахтомин Н. К. Законы диалектики — законы познания. М., 1966.
- Веденов М. Ф. и Кремянский В. И. О специфике биологических структур.— «Вопросы философии», 1965, № 1.
- Веккер Л. М. Восприятие и основы его моделирования. Л., 1964.
- Ветров А. А. Семиотика и ее основные проблемы. М., 1968.
- Винер Н. Кибернетика. М., 1958.
- Винер Н. Кибернетика и общество. М., 1958а.
- Влэдуц Г. Э. Исследования в области информационно-поисковых систем для органической химии. Канд. диссертация. М., 1967.
- Войшвилло Е. К. Понятие. М., 1967.
- Войшвилло Е. К. Попытка семантической интерпретации статистических понятий информации и энтропии.— «Кибернетику на службу коммунизму». М.— Л., 1966.
- Вольфовиц Дж. Теоремы кодирования информации. М., 1967.
- Волькенштейн М. В. Молекулы и жизнь. М., 1965.
- Вольфсон А. Ф. К вопросу о математическом описании зональности эндогенного оруднения.— «Известия АН СССР», серия геологическая, 1969, № 6.
- «Вычислительные машины и мышление». Сб. переводов. М., 1967.
- Гаазе-Рапопорт М. Г. Автоматы и живые организмы. М., 1961.
- Гавурин М. К. О ценности информации.— «Вестник Ленинградского университета», 1963, № 19, серия математики, механики и астрономии, вып. 4.
- Гастев Ю. А. Модель.— «Философская энциклопедия», т. 3.
- Гельмгольц Г. Популярная речь, ч. 2. СПб., 1899.
- Гегель Г. В. Сочинения, т. I. М.— Л., 1929.
- Глинский Б. А., Грязнов Б. С., Дынин Б. С., Никитин Е. П. Моделирование как метод научного исследования. М., 1965.
- Глушков В. М. Гносеологическая природа информационного моделирования.— «Вопросы философии», 1963, № 10.
- Глушков В. М. Введение в кибернетику. Киев, 1964.
- Глушков В. М. Мышление и кибернетика.— «Диалектика в науках о неживой природе». М., 1964а.
- Голдман Станфорд. Теория информации. М., 1957.
- Горский Д. П. Вопросы абстракции и образование понятий. М., 1961.
- Горский Д. П. Формальная логика и язык.— «Философские вопросы современной формальной логики». М., 1962.
- Горский Д. П. Проблемы общей методологии наук и диалектической логики. М., 1966.
- Готт В. С. Симметрия и асимметрия. М., 1965.
- Готт В. С., Перетури А. Ф. Методологические вопросы изучения виртуальных процессов.— «Симметрия, инвариантность, структура». М., 1967.
- Гришанин Б. А. Учет стоимости информации в теории ценности информации.— «Известия АН СССР. Техническая кибернетика», 1967, № 2.

- Гришкин И. И. О философском значении понятия информации.— «Вестник ЛГУ», 1962, № 23, серия экономики, философии и права, вып. 4.
- Гутенмахер Л. И. Электронные информационно-логические машины. М., 1960.
- Гутчин И. Б., Кузичев А. С. Бионика и надежность. М., 1967.
- Гухман А. А. Введение в теорию подобия. М., 1963.
- Долин А. О. Закон отношений в аналитической деятельности головного мозга.— «Доклады на IV Всесоюзном съезде физиологов». Тбилиси, 1937.
- Дубовской В. И. Роль ощущения в процессе познания. «Чувственное познание». М., 1965.
- Дубровский Д. И. Психические явления и мозг. М., 1971.
- Жуков Н. И. Информация (философский анализ). Минск, 1965.
- Звегинцев В. А. Проблема знаковости языка. М., 1956.
- Звонкин А. К. и Левин Л. А. Сложность конечных объектов и обобщение понятий информации и случайности с помощью теории алгоритмов.— «Успехи математических наук», 1970, т. XXV, вып. 6 (156).
- Зелькина О. С. Качественные изменения в неживой природе в свете диалектики элементов и структуры.— «К вопросу о структуре и свойствах материи». Саратов, 1966.
- Зелькина О. С. Категория сущности и явления в свете системно-структурного анализа.— «Гносеологическое значение системно-структурного анализа». Саратов, 1968.
- Зельманов А. Л. О бесконечности материального мира.— «Диалектика в науках о неживой природе». М., 1964.
- Зиновьев А. А. Метод восхождения от абстрактного к конкретному (на материале «Капитала» К. Маркса). Канд. диссертация. М., 1954.
- Зиновьев А. А. Логическое и физическое следование.— «Проблемы логики научного познания». М., 1964.
- Зиновьев А. А. Об основных понятиях и принципах логики науки.— «Логическая структура научного знания». М., 1965.
- Зиновьев А. А. Основы логической теории научных знаний. М., 1967.
- Илиади А. Н. Практическая природа человеческого познания. М., 1962.
- Илларионов С. В. Гносеологическая функция принципа инвариантности.— «Вопросы философии», 1968, № 12.
- «Информационные материалы. АН СССР, Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1969, № 6 (31).
- Камынин С. С., Любимский Э. З. Алгоритмический машинно-ориентированный язык АЛМО.— «Алгоритмы и алгоритмические языки», вып. 1. Вычислит. центр АН СССР. М., 1967.
- Карнап Р. Значение и необходимость. М., 1959.
- Карри Х. Основания математической логики. М., 1969.
- Кассирер Э. Познание и действительность. СПб., 1912.
- «Категории материалистической диалектики». М., 1956.
- Китайгородский А. И. Порядок и беспорядок в мире атомов. М., 1966.
- Китов А. И. Программирование информационно-логических задач. М., 1967.
- Клещев С. В. Отношение звуков как условнорефлекторный раздражитель.— «Труды Физиологич. лаборатории им. И. П. Павлова», т. 5. Л., 1933.

- Клир И.* Абстрактное понятие системы как методологическое средство.— «Исследования по общей теории систем». М., 1969.
- Кирпичев М. В.* Теория подобия. М., 1953.
- Клаус Г.* Сила слова (гносеологический и прагматический анализ языка). М., 1967.
- Колмогоров А. Н.* Теория передачи информации.— «Сессия АН СССР по научным проблемам автоматизации производства». М., 1956.
- Колмогоров А. Н.* Три подхода к определению понятия «количество информации».— «Проблемы передачи информации», 1965, т. 1, вып. 1.
- Колмогоров А. Н.* К логическим основам теории информации и теории вероятностей.— «Проблемы передачи информации», 1969, т. 5, вып. 3.
- Кольцова М. М.* Об условных рефлексах на отношение раздражителей у детей раннего возраста.— «Труды Института физиологии им. И. П. Павлова», т. 1. М.— Л., 1952.
- Кон П.* Универсальная алгебра. М., 1968.
- Кондильяк.* Трактат об ощущениях. М., 1935.
- Копнин П. В.* Введение в марксистскую гносеологию. Киев, 1966.
- Копнин П. В.* Логические основы науки. Киев, 1968.
- Копнин П. В.* Анализ языка как логико-эпистемологическая проблема.— «Проблемы теории познания и логики. Материалы к IV Международному философскому конгрессу в Вене в 1968 г. Секция логики, теории познания и философии языка», вып. 1.
- Корнфорт М.* Диалектический материализм. М., 1956.
- Королев Н. И.* Особенности движения в неорганической природе. Автореферат диссертации. М., 1968.
- Коршунов А. М.* Проблема соотношения так называемых «первичных» и «вторичных» свойств.— «Человек, творчество, наука». М., 1967.
- Коршунов А. М.* Теория отражения и современная наука. М., 1968.
- Коршунов А. М.* Адекватность образа и активность познания.— «Проблемы отражения». М., 1969.
- Кравков С. В.* Взаимодействие органов чувств. М., 1948.
- Кремянский В. И.* Типы отражения как свойства материи.— «Вопросы философии», 1963, № 8.
- Кремянский В. И.* Структурные уровни живой материи (теоретические и методологические проблемы). М., 1969.
- Крымский С. Б.* О понятиях «система» и «структура».— «Целостность и биология». Киев, 1968.
- Лекторский В. А.* Проблема субъекта и объекта в классической и современной буржуазной философии. М., 1965.
- Лекторский В. А.* Принципы воспроизведения объекта в знании.— «Вопросы философии», 1967, № 4.
- Леонтьев А. Н.* Чувственный образ и модель в свете ленинской теории отражения.— «Вопросы психологии», 1970, № 2.
- Ломоносов М. В.* Полное собр. соч., т. 1. М., 1950.
- Ляпунов А. А., Яблонский С. В.* Теоретические проблемы кибернетики.— «Проблемы кибернетики», вып. 9. М., 1963.
- Малиновский А. А.* Некоторые вопросы организации биологических систем.— «Организация и управление». М., 1968.
- Мансуров Н. С.* Труд В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» и проблема ощущения.— «Вопросы психологии», 1959, № 3.
- «Математические проблемы в биологии». Сб. переводов. М., 1966.

- «Математическое моделирование жизненных процессов». М., 1968.
- Мелюхин С. Т. Соотношение причинных и функциональных связей.— «Проблема причинности в современной физике», М., 1960.
- Микитенко Д. А. Видчуття і дійсність. Київ, 1966.
- Минасян А. М. Категории содержания и формы. Ростов н/Д, 1962.
- Митрофанов А. С. О структуре художественного мышления и попытках его моделирования.— «Методологические вопросы общественных наук», вып. 2. М., 1971.
- «Моделирование в биологии». М., 1963.
- Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. М., 1966.
- Мора П. Несостоятельность вероятностного подхода.— «Происхождение предбиологических систем». М., 1966.
- Морозов К. Е. Философские проблемы теории информации.— «Философия естествознания», вып. 1. М., 1966.
- Нарский И. С. Актуальные проблемы марксистской теории познания. М., 1966.
- Нарский И. С. Диспозиционные предикаты в логике и проблема «вторичных качеств».— «Философские науки», 1965, № 5.
- Нарский И. С. Проблема противоречия в диалектической логике. М., 1969.
- Пауменко Л. К. и Югай Г. А. «Капитал» К. Маркса и методология научного исследования. М., 1968.
- Новик И. Б. Гносеологическая характеристика кибернетических моделей.— «Вопросы философии», 1963, № 8.
- Новик И. Б. Кибернетика и проблемы познания взаимосвязи природных явлений и преобразования природы.— «Взаимодействие наук при изучении Земли». М., 1963а.
- Новик И. Б. Кибернетика. Философские и социологические проблемы. М., 1963б.
- Нейман Дж. Общая и логическая теория автоматов.— А. Тьюринг. Может ли машина мыслить? М., 1960.
- Овчинников Н. Ф. Принципы сохранения. М., 1967.
- Овчинников Н. Ф. Категория структуры в науках о природе.— «Структура и формы материи». М., 1967.
- Овчинников Н. Ф. Структура и симметрия.— «Системные исследования. Ежегодник. 1969». М., 1969.
- Омельяновский М. Э. Проблема элементарного и сложного в квантовой теории.— «Структура и формы материи». М., 1967.
- Орлов В. В. Особенности чувственного познания. Пермь, 1962.
- Орлов В. В. Парадокс теневой системы.— «Философия пограничных проблем», вып. IV. Пермь, 1970.
- Павлов Тодор. Теория отражения. М., 1936 и М., 1949.
- Парин В. В., Баевский Р. М. Введение в медицинскую кибернетику. Москва — Прага, 1966.
- Петров Сава. Непосредственность чувственного познания.— «Ленинская теория отражения и современность». София, 1969.
- Петров Ю. А. Логические проблемы абстракций бесконечности и осуществимости. М., 1967.
- Петрушенко Л. А. Взаимосвязь информации и системы.— «Вопросы философии», 1964, № 2.
- Пирс Дж. Символы, сигналы, шумы (закономерности и процессы передачи информации). М., 1967.
- Полетаев И. А. О математических моделях элементарных процессов в биогеоценозах.— «Проблемы кибернетики», вып. 16. М., 1966.

- Пономарев Я. А. Проблема идеального.— «Вопросы философии», 1964, № 8.
- Пономарев Я. А. Психика и интуиция. М., 1967.
- «Проблемы методологии системного исследования». М., 1970.
- «Проблемы формального анализа систем». М., 1968.
- Пушкин В. Н. Оперативное мышление в больших системах. М.—Л., 1965.
- Пятницын Б. Н. О логике физики микромира.— «Логическая структура научного знания». М., 1965.
- Рассел Б. Человеческое познание. М., 1957.
- Резников Л. О. Гносеологические вопросы семиотики. Л., 1964.
- Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. М., 1965.
- Рейтман У. Познание и мышление. М., 1968.
- Рубинштейн С. Л. Бытие и сознание. М., 1957.
- Русев Панчо. Теорията на отражението в домарксовата философия. София, 1968.
- Рякин А. Н. Об отражении как общем свойстве материи. Калуга, 1958.
- Садовский В. Н. Аксиоматический метод построения научного знания.— «Философские вопросы современной формальной логики». М., 1962.
- Садовский В. Н. Методологические проблемы исследования объектов, представляющих собой системы.— «Социология в СССР», т. I. М., 1965.
- Сачков Ю. В. Проблема структуры материи и вероятность.— «Структура и формы материи». М., 1967.
- Свидерский В. И. О диалектике элементов и структуры в объективном мире и познании. М., 1962.
- Сетров М. И. Степень и высота организации систем.— «Системные исследования. Ежегодник. 1969». М., 1969.
- Сеченов И. М. Избранные произведения, т. I. М., 1952.
- Славяновский Я. Дискуссия по книге О. Ланге «Целое и развитие в свете кибернетики».— «Вопросы философии», 1964, № 10.
- Смирнов В. А. Уровни знания и этапы познания.— «Проблемы логики научного познания». М., 1964.
- Соколов Е. Н. О моделирующих свойствах нервной системы.— «Кибернетика, мышление, жизнь». М., 1964.
- Спирикин А. Г. Происхождение сознания. М., 1960.
- Стратонович Р. Л. О ценности информации.— «Известия АН СССР. Техническая кибернетика», 1965, № 5.
- Стратонович Р. Л. Ценность информации при наблюдении случайного процесса в системах, содержащих конечные автоматы.— «Известия АН СССР. Техническая кибернетика», 1966, № 6.
- Страшиников В. М. В. И. Ленин о свойстве отражения и некоторые вопросы технического прогресса. Иркутск, 1959.
- Субботин А. Л. Смысл и ценность формализации в логике.— «Философские вопросы современной формальной логики». М., 1962.
- Суворов С. Г. Макс Борн и его философские взгляды. Послесловие.— М. Борн. Физика в жизни моего поколения. М., 1963.
- Таванец П. В., Швырев В. С. Логика научного познания.— «Проблемы логики научного познания». М., 1964.
- Тимофеева Н. В. Сущность и основные черты отражения в неорганической природе.— «Проблемы отражения». М., 1969.

- Тюхтин В. С. И. М. Сеченов о роли предметной деятельности в формировании чувственного отражения.— «Доклады АПН РСФСР», 1957, № 4.
- Тюхтин В. С. К проблеме образа.— «Вопросы философии», 1959, № 6.
- Тюхтин В. С. И. М. Сеченов о природе чувственного отражения.— «Очерки по истории философии в России». М., 1960.
- Тюхтин В. С. О сущности отражения.— «Вопросы философии», 1962, № 5.
- Тюхтин В. С. О природе образа (психическое отражение в свете идей кибернетики). М., 1963.
- Тюхтин В. С. Клеточка отражения и отражение как свойство материи.— «Вопросы философии», 1964, № 2.
- Тюхтин В. С. Отражение и информация.— «Вопросы философии», 1967, № 3.
- Тюхтин В. С. Кибернетика и биологические исследования.— «Материалистическая диалектика и методы естественных наук». М., 1968.
- Тюхтин В. С. Об одном подходе к оценке самоорганизации моделей головного мозга.— «Материалы IV Всесоюзного симпозиума по кибернетике». Тбилиси, 1968а.
- Тюхтин В. С. Системно-структурный подход и специфика философского знания.— «Вопросы философии», 1968б, № 11.
- Тюхтин В. С. Гносеологический образ и задачи теоретико-информационных исследований.— «Методологические проблемы кибернетики», т. 1. М., 1970.
- Тюхтин В. С. Категории «форма» и «содержание» и их структурный анализ.— «Вопросы философии», 1971, № 10.
- Тюхтин В. С. Чувственное отображение пространственно-временных отношений.— «Пространство, время, движение». М., 1971а.
- Уваров Л. В. Образ, символ, знак. Минск, 1967.
- Уемов А. И. О достоверности выводов по аналогии.— «Философские вопросы современной формальной логики». М., 1962.
- Уемов А. И. Вещи, свойства и отношения. М., 1963.
- Украинцев Б. С. Информация и отражение.— «Вопросы философии», 1963, № 2.
- Украинцев Б. С. Процессы самоуправления и причинность.— «Вопросы философии», 1968, № 4.
- Украинцев Б. С. Отображение в неживой природе. М., 1969.
- Украинцев Б. С. Материя и отражение.— «Ленинская теория отражения и современность». София, 1969а.
- Урманцев Ю. А. О значении для философии проявлений симметрии в природе.— «Вопросы философии», 1964, № 4.
- Урманцев Ю. А. Поли- и изоморфизм в живой и неживой природе.— «Вопросы философии», 1968, № 12.
- Урманцев Ю. А. Что должно быть, что может быть, чего быть не может для систем.— «Развитие концепции структурных уровней в биологии». М., 1972.
- Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1973 (в печати).
- Урсул А. Д. О природе информации.— «Вопросы философии», 1965, № 3.
- Урсул А. Д. Нестатистические подходы в теории информации.— «Вопросы философии», 1967, № 2.

- Урсул А. Д. Теоретико-познавательное значение принципа инвариантности.— «Симметрия, инвариантность, структура». М., 1967а.
- Урсул А. Д. Методы теории информации в гносеологии и логике.— «Вопросы философии», 1968, № 6.
- Урсул А. Д. Природа информации. М., 1968а.
- Фейербах Л. Избранные философские произведения, т. I. М., 1955.
- Финн В. К. О некоторых семантических понятиях для простых языков.— «Логическая структура научного знания». М., 1965.
- Финн В. К. К определению семантической когерентности.— «Логическая семантика и модальная логика». М., 1967.
- Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов. М., 1970.
- Френкель А., Бар-Хеллел И. Основания теории множеств. М., 1966.
- Фролов И. Т. Очерки методологии биологического исследования. М., 1965.
- Фор Р., Кофман А., Дени-Папен М. Современная математика. М., 1966.
- Хао Ван, Мак-Нотон Р. Аксиоматические системы теории множеств. М., 1963.
- Харкевич А. А. Теоретические основы радиосвязи. М., 1957.
- Харкевич А. А. Очерки общей теории связи. М., 1955.
- Харкевич А. А. О ценности информации.— «Проблемы кибернетики», вып. 4. М., 1960.
- Харкевич А. А. Борьба с помехами. М., 1965.
- Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. М., 1967.
- Хислор М. Изучение сходимости двух информационных систем.— «Информационный анализ» (сб. переводов), № 2. М., 1966.
- Чендов Б. С. Соображения о значении математики для развития логики.— «Логика и методология науки». М., 1967.
- Шалютин С. М. Об отражении как общем свойстве материи.— «Теория познания и современная наука». М., 1967.
- Шамбадаль П. Развитие и приложения понятия энтропии. М., 1967.
- Шаумян С. К. Структурная лингвистика. М., 1965.
- Шафф А. Введение в семантику. М., 1963.
- Швырев В. С. Неопозитивизм и проблемы эмпирического обоснования науки. М., 1966.
- Шеннон Клод. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963.
- Шентулин А. П. Система категорий диалектики. М., 1967.
- Шрейдер Ю. А. Об одной модели семантической теории информации.— «Проблемы кибернетики», вып. 13. М., 1965.
- Шрейдер Ю. А. О семантических аспектах теории информации.— «Информация и кибернетика». М., 1967.
- Шорохова Е. В. Проблема сознания в философии и естествознании. М., 1961.
- Штофф В. А. Моделирование и философия. М.— Л., 1966.
- Штейнбух К. Автомат и человек. М., 1967.
- Щедровицкий Г. П. Проблемы методологии системного исследования. М., 1964.
- «Экспериментальная психология», составитель Стивенс С. С., т. 2. М., 1963.
- Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. М., 1959.
- Эшби У. Росс. Конструкция мозга. М., 1962.
- Эшби У. Росс. Системы и информация.— «Вопросы философии», 1964, № 8.

- Язлом А. М. и Язлом И. М.* Вероятность и информация. М., 1960.
- Allport F. H.* Theories of perception and concept of structure. N. Y., 1955.
- Ackoff R. L.* To behaviour connection.—«Managing Scientific», 1958 4, N 3.
- Ville J.* 18-th Intern. Congr. of Philosophy of Sci. Paris, 1949.
- Gregor A. James.* Lenin on the nature of sensations.—«Studies on the Left», 1963, vol. III, N 2.
- Bar-Hillel Y., Carnap R.* Semantic Information.—«British Journal of the Philosophy of Sciences», 1953, vol. 4, N 14.
- Carnap R.* Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache.—«Erkenntnis», 1931, B. 2.
- Dechert R. Ch.* Cybernetics and the Human Person.—«International Philosophical Quarterly», vol. V, 1965, N 1.
- Hook S.* Marx and Marxists: the ambiguous legacy. Toronto, 1955.
- Falk H.* Die Weltanschauung des Bolscheismus. Würzburg, 1956.
- Fischer A.* Die philosophischen Grundlagen der Wissenschaftlichen Erkenntnis. Wien, 1947.
- Frege G.* Über der Bedeutung.—«Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik», 100, 1967.
- Ingarden R. S. and Urbanik K.* Information as Fundamental Notion of Statistical Physics.—«Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences», Serie de Sciences math., astr. et phys., 1961, 9, № 4.
- Kirschenmann Peter.* Kybernetik, Information, Widerspiegelung (Darstellung einiger philosophischer Probleme in dialektischen Materialismus). München — Salzburg, 1969.
- Klaus Georg.* Semiotik und Erkenntnistheorie, 1963.
- Klaus Georg.* Kybernetik und Erkenntnistheorie, 1967.
- Lejeune H.* Problemes actuels du marxisme. Paris, 1958.
- Morris Ch. W.* Signs, Languages and Behavior. N. Y., 1946.
- Müller J.* Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. II. Koblenz, 1838, Buch 5.
- Miles W.* The Measurement of Value of Scientific Information.—«Operation Research in Research and Development, Proceedings of Conference at Mass. Institute of Technology». N. Y.—London, 1963.
- Maloney C. I.* Semantic Information.—«Amer. Docum.», 1962, vol. 13, № 3.
- Mackay D. M.* Information and Prediction in Human Sciences.—«Information and Prediction in Sciences». N. Y.—L., 1965.
- Petrovic Gajo.* Filozofija i marxizam. Zagreb, 1965.
- Rashevski N.* Life, Information Theory and Topology.—«The Bulletin of Mathematical Biophysics», 1955, vol. 17, № 3.
- Schaff A.* Sprache und Erkenntnis. Wien — Frankfurt — Zürich, 1964.
- Tarski A.* Der Wahrheitsbegriff in der formalisierten Sprachen.—«Studia Philosophica», 1935, vol. 1.
- Tribus M.* Information Theory as the Basis for Thermostatistics and Thermodynamics.—«Journ. of Appl. Mech.», 1961, vol. 6, № 3.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

Абрамова Н. Т. 11
 Авенариус Р. 208
 Агудов В. В. 194
 Акоф Р. А. 230—232
 Акчурин И. А. 219
 Алексеев И. С. 11
 Ананьев Б. Г. 158
 Андерсон 167
 Аптер М. 222
 Аристотель 157
 Афанасьев В. Г. 11

Баевский Р. М. 54
 Бар-Хиллел И. 165, 234
 Беркли Дж. 112, 148
 Бернайс 165
 Бернштейн Н. А. 125, 159
 Бир Ст. 27, 125, 219
 Бериташвили И. 158
 Блауберг И. В. 11, 35
 Бом Д. 107
 Бонгард М. М. 230
 Борн М. 5, 107
 Браге де Т. 167
 Бриллюэн Л. 214, 219
 Бройль де Л. 5
 Брушлинский А. В. 153
 Брэйн Р. 144
 Бурбаки Е. 9, 29, 44
 Бутлеров А. М. 188
 Бэкон Ф. 225

Вавилов С. И. 5
 Вальт Л. О. 11
 Василёв Ст. 86
 Васспег К. 26
 Вахтомин Н. К. 102
 Веденов М. Ф. 11
 Веккер Л. М. 158, 181
 Венн Дж. 58

Вернадский В. И. 5
 Вилль И. 234
 Винер Н. 218, 219, 221, 222
 Войшвилло Е. К. 62, 234
 Волькенштейн М. В. 90
 Вольфсон А. Ф. 91
 Воскобойников А. В. 11

Гавурин М. К. 230
 Гегель Г. В. 186, 193
 Гейзенберг В. 40, 48
 Геккель Э. 76
 Гельмгольц Г. 133, 143—145, 149, 157, 160
 Глинский Б. А. 119
 Глушков В. М. 123, 125, 174, 219
 Горский Д. П. 64
 Горчинский Я. 15
 Готт В. С. 11, 85, 107
 Грегор А. 112
 Гришанин Б. А. 230
 Гришкин И. И. 219
 Гутенмахер Л. И. 201
 Гутчин И. Б. 58
 Гухман А. А. 137

Демокрит 71
 Дени-Папен М. 19
 Дечерт Ч. 92
 Дидро Д. 76
 Добрушин Р. Л. 218
 Долин А. О. 83
 Дубровский Д. И. 206

Звонкин А. К. 227
 Звегинцев В. А. 129
 Зелькина О. С. 11, 48
 Зиновьев А. А. 11, 58, 59, 190

Илиади А. Н. 181

- Ингарден Р. С. 91
 Илларионов С. В. 108

 Камынин С. С. 200
 Карнап Р. 131, 147, 234
 Карри Х. 233
 Кассирер Э. 41
 Кастлер Г. 222
 Кедров Б. М. 11, 48
 Кеплер И. 167
 Кирпичев М. В. 154
 Клещев С. В. 83
 Клир И. 26
 Колмогоров А. Н. 165, 218, 220, 227, 229
 Кольцова М. М. 83
 Кон П. 75
 Кондильяк Э. 157, 160
 Копнин П. В. 65
 Коршунов А. М. 118, 148
 Корнфорт М. 95
 Королев Н. И. 86
 Котельников В. А. 218
 Кравков С. В. 142
 Кремянский В. И. 11
 Кофман А. 19
 Крымский С. Б. 11, 12
 Куайн 165
 Кузнецов И. В. 11
 Кузичев А. С. 58
 Кузьмин В. П. 48
 Курош А. Г. 75

 Ланжевэн П. 5
 Лаплас П. С. 203
 Левин Л. А. 227
 Лекторский В. А. 11, 107
 Ленин В. И. 76, 78—80, 101, 102, 114, 115, 133, 140, 144, 145, 148, 189, 206, 208, 222
 Леонтьев А. Н. 160
 Лефевр А. 112
 Локк Дж. 146
 Ломов Б. Ф. 158
 Ломоносов М. В. 188
 Любимский Э. З. 200

 Майлс У. 230—232
 Мак-Нотон Р. 165
 Маккей Д. М. 230
 Максвелл Дж. К. 33, 40, 60, 103, 122, 170
 Малиновский А. А. 11, 26
 Малонэ Г. 234

 Мальбранш Н. 151
 Мансуров Н. С. 158
 Маркс К. 75, 94, 136, 157, 189, 190
 Мелюхин С. Т. 11, 42
 Минасян А. М. 190
 Митрофанов А. С. 196
 Мольт А. 219
 Мора П. 223
 Морган Л. 76
 Моррис Ч. 128
 Мюллер И. 114, 143, 158

 Нарский И. С. 147
 Науменко Л. К. 102
 Нейман фон Дж. 27, 37, 47, 165
 Новик И. Б. 91, 119
 Ньютон И. 167

 Овчинников Н. Ф. 11, 17, 22, 23, 49, 107
 Оженстин Л. 222
 Омеляновский М. Э. 11
 Орлов В. В. 151, 180

 Павлов И. П. 92, 126, 138, 162, 205
 Павлов Т. 80
 Парин В. В. 54
 Паули В. 167
 Перетурин А. Ф. 85
 Петров С. 152, 158
 Петрович Г. 115
 Петрушенко Л. А. 11, 226
 Пикар Ж. 167
 Платон 180
 Пономарев Я. А. 212
 Пятницын Б. Н. 68

 Равен Х. 222
 Рассел Б. 165
 Рашевский Н. 219
 Резерфорд Э. 113, 122
 Рейтман У. 125
 Розенблатт Ф. 34, 125
 Рубинштейн С. Л. 152, 153
 Русев П. 71

 Садовский В. Н. 11, 35, 65, 190
 Сакер Дж. 222
 Свечников Г. А. 49
 Свидерский В. И. 11, 23, 49
 Сетров М. И. 11, 26
 Сеченов И. М. 138, 153, 157—159, 162, 205

Соколов Е. Н. 125
Стратонович Р. Л. 230, 232
Суворов С. Г. 109

Тимофеева Н. В. 86, 87

Уваров Л. В. 144
Уемов А. И. 11, 49, 107, 122
Украинцев Б. С. 98, 167
Урбаник Қ. 91
Урманцев Ю. А. 11, 12, 22, 51,
107, 168
Урсул А. Д. 11, 107, 220, 234
Ухтомский А. А. 205

Фальк Г. 112
Фейербах Л. 101
Ферворн М. 143
Финни Д. 70
Френкель А. 165
Фор Р. 19

Хайлов К. М. 222
Хао Ван 165
Харкевич А. А. 97, 198, 230, 232
Хартли 218
Хикс Ч. 70
Хинчин А. Я. 218

Хислоп М. 201
Хук С. 115

Цермело Э. 165

Шалютин С. М. 85
Шамбадаль П. 91
Шафф А. 126, 128
Шеннон К. 218, 219, 226
Шмальгаузен И. И. 5, 230
Шредингер Э. 170
Шрейдер Ю. А. 234
Штейнбух К. 125
Штофф В. А. 11, 119
Шедровицкий Г. П. 11

Эдриан Е. 144
Эйнштейн А. 5, 48
Экклс 144
Эмпедокл 180
Энгельс Ф. 102, 113, 189, 212
Эрет Ч. 222
Эшби У. Росс 14, 16, 21, 219, 229

Югай Г. А. 102
Юдин Э. Г. 11, 35, 65
Юкава Х. 167

Ярмоленко А. 158

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
<i>Глава первая</i>	
ПРИРОДА ФИЛОСОФСКОГО ЗНАНИЯ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПОЗНАНИИ	8
§ 1. Универсальные философские категории в свете системного подхода	8
1. Основные понятия системного подхода	8
2. Сущность системно-структурного подхода	28
3. Аспекты и виды общности понятий	38
4. Отличие философских категорий от специально-научных и математических понятий	40
5. Познательная функция философских категорий и роль системного подхода в их разработке	46
§ 2. Логико-гносеологические категории (формы) в свете системно-структурного подхода	51
1. Формы познания и знания как предмет специально-научных исследований	51
2. Аспекты и условия структурных исследований форм познания	54
3. Уровни методологических исследований	63
<i>Глава вторая</i>	
ПРЕДМЕТ МАРКСИСТСКО-ЛЕНИНСКОЙ ТЕОРИИ ОТРАЖЕНИЯ В СВЕТЕ КИБЕРНЕТИКИ И СИСТЕМНОГО ПОДХОДА	71
§ 3. Теория отражения как специальная область гносеологических исследований	71
§ 4. Отражение как свойство материи	79
1. Свойство отражения в неживой природе	79
2. Объективный критерий отражательных процессов и систем	82
3. Критика концепции «актуализма»	85
4. Актуализм и кибернетика	88

5. Задачи исследования отражения в неживой природе	93
6. Понятие о всеобщем свойстве отражения	94
§ 5. Принцип отражения	100
1. Диалектика процесса и результата познания	101
2. Активность познания и принцип извлечения	105
3. Объективность, существенность и принцип инвариантности	106
4. Критика «критиков» теории отражения	112
§ 6. Соотношение понятий «образ», «модель», «сигнал» и «знак»	116
1. Образ и модель	117
2. Образ, сигнал и знак	126

Глава третья

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБРАЗ	135
§ 7. Основные характеристики содержания образа, знания	136
1. Ценностная характеристика	137
2. Объективно-научная ценность знаний	139
3. Качественная характеристика (разнородность)	141
4. Критика знаковой концепции ощущений	143
5. Проблема «вторичных качеств»	146
6. Количественная характеристика	149
7. Структура	149
8. Соответствие структур образа и оригинала	151
9. Семантическое отношение	156
§ 8. Характеристики образа и понятие об их оценках	162
§ 9. Гносеологическое сходство (адекватность) образа и оригинала	176
1. Сущность адекватности и ее элементы	176
2. Основные оценки адекватности	183

Глава четвертая

ФОРМА ОТОБРАЖЕНИЯ	185
§ 10. Категория формы и ее элементы (характеристики)	186
1. Критика традиционного понимания формы	186
2. Определение категории «форма». Внутренняя и внешняя формы отображения	190
§ 11. Единство формы и содержания	194
1. Понятие оптимальной формы и кибернетика	195
2. Тенденции в развитии искусственных языков науки	199
3. Язык операций	202
	255

§ 12. Проблема идеального	205
1. Сущность идеального	205
2. Уровни идеального	209
<i>Глава пятая</i>	
ОТРАЖЕНИЕ И ИНФОРМАЦИЯ	213
§ 13. Анализ понятия «информация»	213
1. «Структурная информация»	214
2. Разнообразие, сложность и информация	216
3. Гносеологические ошибки в трактовке информации	220
§ 14. Проблемы теоретико-информационных оценок отображения	227
1. Оценки сложности и организованности систем	228
2. Оценки ценности отображений	230
3. Оценки смысла	232
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	236
ЛИТЕРАТУРА	242
УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН	251

Виктор Степанович Тюхтин

ОТРАЖЕНИЕ, СИСТЕМЫ, КИБЕРНЕТИКА

Утверждено к печати Институтом философии АН СССР

Редактор **Э. М. Мирский**. Художественный редактор **Н. Н. Власик**
Художник **А. А. Куценко**. Технический редактор **Р. Г. Грузинова**

Сдано в набор 3/VI 1972 г. Подписано к печати 23/X 1972 г. Бумага № 2.
Формат 84×108¹/₃₂. Усл. печ. л. 13,44. Уч.-изд. л. 14,4 Тираж 8600.
Тип. зак. 5073. Т-16936. Цена 86 коп.

Издательство «Наука». 103717 ГСП, Москва К-62, Подсосенский пер., 21
2-я типография издательства «Наука», 121099 Москва Г-99, Шубинский пер., 10

86 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»