

А. Д. Урсул

128721

ИНФОРМАЦИЯ

Методологические аспекты



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА

1971

В книге освещаются основные проблемы, принципы и результаты философско-методологических исследований понятия информации. Дается критический анализ идеалистических интерпретаций понятия информации. Автор подробно обосновывает возможность наиболее общей характеристики информации на базе категорий отражения и разнообразия. Анализируются как математические варианты (вероятностно-статистический и нестатистический), так и семиотические (связанные с содержанием и ценностью) концепции информации, определяются основные виды и функции информации в природе и обществе; особое внимание уделяется рассмотрению информационного аспекта познавательной деятельности.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Истоки представлений об информации уходят в глубь веков, а начиная с 20-х годов нашего века появились первые публикации, которые можно считать первыми кирпичами в современном здании теории информации. И все же подлинная история теории информации начинается с 1948 г., когда независимо друг от друга К. Э. Шеннон, Р. А. Фишер и Н. Винер предложили статистическое определение количества информации (К. Э. Шеннон, 1963; Р. А. Фишер, 1961; Н. Винер, 1968). Главную роль в начале этой истории сыграла все же основополагающая статья К. Э. Шеннона «Математическая теория связи», где содержались важнейшие идеи, принципы и теоремы статистической теории информации. Тогда же вышла в свет известная книга Н. Винера «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине», центральное место которой также составляют теоретико-информационные идеи.

С тех пор развитие теории информации пошло бурными темпами. Теория информации справедливо считается одной из наиболее разработанных и важных составных частей кибернетики. Однако, как это будет показано дальше, теория информации в определенном аспекте шире кибернетики, она может проникать (и действительно обнаруживает такую тенденцию) в любую науку, а не только в такую, которая связана с изучением процессов связи и управления. Теория информации уже применяется во многих науках о природе, обществе и познании (мышлении). Естественно, что интенсивное развитие теории информации и ее приложений ставит перед учеными ряд вопросов философского, методологического характера. Сюда можно отнести прежде всего методологический анализ основных понятий и особых методов теории информации и их использование в различных науках. Среди таких понятий центральное место занимает, конечно, понятие информации.

Понятие информации не изолировано от других философских, общенаучных и кибернетических понятий. Каждое понятие выражается через другие понятия. Даже те понятия, которые мы образуем вновь, даже такие новые понятия мы неизбежно выражаем посредством старых, связываем со старыми понятиями (как, впро-

чем, и с другими новыми же, также выраженными через «старые»). Конечно, далеко не всякое понятие обнаруживает одинаковую степень близости с интересующим нас понятием информации. Необходимо произвести отбор соответствующих понятий — с целью выявления степени существенности связи этого понятия с другими. Такой отбор будет нами произведен, будет выявлено соотношение понятия информации прежде всего с такими философскими категориями, как отражение, различие, тождество, а также с категориями причинности, развития, системы, структуры и др. Особый интерес представит выявление места понятия информации и в системе категорий кибернетики — таких, как управление, обратная связь, кибернетическая система и т. п.

Забегая вперед, отметим, что понятие информации будет трактоваться нами как приближающееся к философским категориям. Можно полагать, что в будущем философия обогатит свой категориальный аппарат еще одной категорией. Уже сейчас ряд методов и понятий теории информации применяется в некоторых разделах философской науки (в логике, гносеологии, теории развития и т. д.). Раскрытию этого процесса «обратного» влияния теории информации на философию будет посвящен ряд параграфов этой работы.

Главная задача предлагаемой монографии — раскрыть методологическую функцию философии для теории информации. Очень важным представляется выявить степень использования философских положений в действительном развитии теории информации. Особое внимание мы обратим именно на противоречивый характер развития теории информации, на логическое (диалектико-логическое) движение ее основных понятий. И это даст нам возможность вскрыть в ней некоторые общие противоречия, не выступающие в явной форме и поэтому еще не разрешенные. Другими словами, диалектико-логический анализ теории информации помогает прогнозировать нам до некоторой степени пути будущего развития теории.

Само появление и развитие теории информации имеет, конечно, свои гносеологические и социальные причины и аспекты. Выявление таких причин и аспектов — также дело философии. Наряду с этим необходимо вскрыть и подвергнуть критике неверные, идеалистические и метафизические интерпретации понятия информации.

Конечно, в этом случае мы уже соприкасаемся с мировоззренческими проблемами. В настоящей же книге основное внимание уделяется методологическим аспектам теории информации. Однако было бы неверно думать, что можно полностью абстрагироваться от проблематики, связанной с мировоззрением, выделить исключительно «методологический» аспект. Если говорить о философской, т. е. содержательно-универсальной, методологии, то ее невозможно изолировать начисто от других сторон и функций философии (мировоззренческой, логико-гносеологической и др.).

Выделение в предлагаемой книге преимущественно методологической проблематики философии для анализа теории информа-

ции вызвано отнюдь не тем, что автор занимается бесперспективной задачей сведения всех функций философии к одной. Оно вызвано малоразработанностью обсуждаемых вопросов, необходимостью показа того, что же может дать философия в качестве универсальной методологии развитию теории информации. Это необходимо сделать в особенности потому, что теория информации проникает во многие науки, для которых она сама выступает в качестве методологии, хотя, разумеется, и менее содержательной, менее универсальной, чем философия. Здесь возникают интересные вопросы, связанные с взаимодействием методов, расположенных на различных теоретических уровнях.

В приложениях теории информации любой исследователь пользуется, конечно, как средствами универсальной, философской методологии, так и более специальной — теоретико-информационной. Эти самые общие и менее общие методы выступают в единстве, во взаимопереплетении, образуя некоторую единую специфическую систему средств научного познания.

В самой же теории информации наряду с использованием универсальной методологии используются и некоторые специфические методологические принципы — для построения и дальнейшего развития этой теории.

Таким образом, методологические проблемы теории информации в этой работе рассматриваются в трех главных направлениях: 1) со стороны всеобщих, универсальных методов; 2) в плане общих принципов приложений теории информации в других науках; 3) в аспекте общетеоретических вопросов самой теории информации и связанных с ней идей. В монографии основное внимание уделяется первому направлению и философскому анализу остальных направлений.

Прежде чем перейти к непосредственному последовательному изложению философских проблем теории информации, мы намерены отразить основные результаты, достигнутые в этой области исследований советскими философами.

Хотя в работе делается попытка целостного, системного анализа философско-методологических вопросов теории информации, вполне понятно, что он, конечно, не может быть всесторонним и в то же время достаточно глубоким. Такое исследование — задача не одного, а целого коллектива ученых — философов, кибернетиков и специалистов в области приложений теории информации.

ФИЛОСОФИЯ И ПОНЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ

§ 1. Философско-методологические проблемы теории информации в работах советских ученых (Краткий обзор литературы)

В советской литературе в последние годы значительно возрос интерес к философским вопросам теории информации. Уже сейчас насчитывается значительно более сотни работ (наиболее характерные из них обсуждаются ниже) советских ученых, в которых специально рассматриваются понятие информации и связанные с ним методы научного исследования. Уместно отметить, что почти половина всех отечественных философских работ по теории информации была написана в последние пять-шесть лет. Думается, что настало время подвести некоторые итоги проделанной работы, наметить перспективы дальнейших исследований.

Естественно, что в небольшом обзоре невозможно охватить все сколько-нибудь значительные работы и направления, поэтому здесь будут рассматриваться лишь наиболее важные и характерные¹.

Количественный аспект информации. Существенную роль в выяснении природы информации играет изучение количественного аспекта информации, т. е. прежде всего математических теорий информации. Первая такая теория, созданная К. Э. Шенноном, использовала статистико-вероятностные представления. В теории Шеннона ставилась задача измерения сообщений, сведений, передаваемых по техническим каналам связи. Вероятностно-статистическая теория формализовала лишь часть содержания понятия информации (как сведений, сообщений), именно ту часть, которая характеризуется вероятностной мерой, неопределенностью. Сама информация в шенноновской теории понимается, с одной стороны, более узко, чем ранее (до создания теории), — именно как снимаемая, уменьшаемая неопределенность. С другой стороны, — конкретизация содержания привела к одновременному расширению объема понятия — информация характеризовала теперь не только аспект человеческого общения, но и коммуникативных явлений в технике, биологических и других процессах.

¹ Материал этого параграфа нашел отражение в опубликованном обзоре «Методологические проблемы теории информации» (см. «Вопросы философии», 1968, № 10), написанном нами в соавторстве с В. Н. Садовским и Ю. В. Сачковым.

Попытки философского анализа шенноновской теории в работах советских философов (И. А. Акчурина, 1963, 1965; И. И. Гришкин, 1962) привели к выводу, что «в самом общем случае понятие информации связано с философскими категориями возможности и действительности... Всюду, где имеют место различные возможности, из которых реализуется, переходит в действительность, приобретает бытие только одна, имеет смысл говорить об информации, которую несет с собой эта реализовавшаяся возможность» (И. А. Акчурин, 1965, стр. 28). Кроме того, как показано в работах советских философов, в развитии статистической теории информации важную методологическую роль играют также категории необходимости и случайности, конечного и бесконечного, прерывного и непрерывного, абсолютного и относительного, единичного, особенного и общего и ряд других.

Кроме вероятностно-статистических методов исследования количественного аспекта информации появились невероятностные подходы, и они начали изучаться в методологическом аспекте. Большое значение для методологического анализа этих новых направлений в теории информации имели работы А. Н. Колмогорова и его школы в области концепции энтальпии (и энтальпии-емкости) и в особенности статьи А. Н. Колмогорова 1965 и 1969 гг.

В связи с развитием вероятностных и нестатистических концепций информации был поставлен вопрос о соотношении понятий количества информации и вероятности. В шенноновском изложении теории понятие количества информации выводилось из понятия вероятности. Сейчас поставлен вопрос о возможности аксиоматического определения вначале понятия количества информации и на этой основе — понятия вероятности. Обе логические схемы свидетельствуют о том, что в объективной действительности вероятность и информация взаимосвязаны, что ни одна из них не может рассматриваться как первичная в отношении к другой.

Наконец, изучение количественного аспекта статистических и нестатистических вариантов теории информации позволяет привести новые аргументы в пользу возможности интерпретации информации на основе категории различия, разнообразия, что впервые показал еще У. Р. Эшби в его известной книге «Введение в кибернетику», но лишь на статистическом варианте теории (У. Р. Эшби, 1959).

В советской философской литературе, таким образом, предметом анализа стали как статистические, так и нестатистические подходы к определению количества информации. Однако почему-то многие исследователи черпают материал для своего обобщения из простейших вариантов статистической теории (известная формула количества информации Шеннона). Между тем даже современная статистическая теория информации уже успела видоизменить формулу Шеннона, что очень важно в методологическом отношении, но на что почти не обращается внимание.

Кроме того, еще очень мало работ, где бы анализировались нестатистические идеи в теории информации, почти нет работ, где рассматривалась бы теория информации как теория кодирования

(проблема кодирования и декодирования информации в современном потоке конкретных исследований занимает едва ли не центральное место).

Качественный аспект информации. В настоящее время существуют различные виды классификации информации, например, по гносеологическому признаку (объективная и субъективная), по прагматическому (потенциальная и актуальная), по объективным различиям: информация в природе (неживой и живой), обществе и технике. Существуют различные классификации информации в области биологической и социальной формы и других форм движения материи (Н. М. Амосов, 1963, 1964; Л. Б. Баженов, 1961; Н. И. Жуков, 1966; С. Г. Иванов, 1965; В. А. Полушкин, 1963, и др.).

Наибольший интерес представляет исследование свойств социальной информации. Здесь, кроме изучаемого математическими теориями количественного аспекта информации, выявлены и свойства ее качественного аспекта, из которых в первую очередь следует упомянуть семантические и прагматические.

Семантическая теория информации в ее наиболее известном варианте Карнапа — Бар-Хиллела является логическим аналогом теории Шеннона. Здесь используется понятие логической вероятности (например, степени подтверждения гипотезы) для измерения содержания высказывания. Упомянутая теория смогла формализовать не все содержание социальной и даже логической информации (далеко не всех ее видов), а лишь ее вероятных форм и притом на уровне высказываний в рамках очень бедного языка. Эти недостатки теории Карнапа — Бар-Хиллела вызвали справедливую критику и поиски новых путей построения семантической теории информации (Е. К. Войшвилло, 1966; Ю. А. Шрейдер, 1963, 1967). Для них характерны отказ от применения одной только вероятностной логики, использование более богатого языка, концепции разнообразия, рассмотрение семантических свойств в связи с другими семиотическими аспектами информации.

Наряду с развитием и философским анализом семантических концепций информации большой интерес в методологическом аспекте представляет разработка информационной концепции значения (И. С. Нарский, 1969 а, б). И. С. Нарский определяет значение знака как инвариант информации. Полагается, что значение — это то, что устойчиво сохраняется при преобразованиях информации, хотя автор отмечает, что эта трактовка не является неким исчерпывающим определением значения, из которого вытекало бы все или большинство частных видов значения. Тем не менее введение в теорию познания категории информации играет благотворную роль и для исследования такой сложнейшей проблемы, как значение «значения», соединяя в нечто целое различные частные модификации значения.

Лишь в самое последнее время появились работы, где стали рассматриваться вопросы прагматического аспекта информации, в частности, понятия ценности информации. Если семантическое

отношение выступает как отношение информации и объекта (передатчика информации), то прагматическое отношение есть отношение информации и субъекта (а в общем случае информации и воспринимавшей ее кибернетической системы). При исследовании прагматического аспекта информации еще надлежит выявить роль ценности в процессах управления и отражения, соотношение категорий ценности, пользы, цели, вероятности, возможности и действительности, абсолютного и относительного и т. д.

Нужен также обстоятельный гносеологический и социологический анализ не только ценности и полезности, но и других прагматических характеристик информации (нормы, веры, очевидности и т. п.). Важно также более четко выявить соотношение понятия информации с понятиями знака, значения, образа, сигнала, кода и кодирования и др.

Объем и содержание понятия информации. Важной проблемой философских вопросов теории информации является определение понятия информации, выявление его содержания и объема. Здесь высказано наибольшее число точек зрения и дискуссия ведется в основном о том, какие наиболее общие и существенные признаки составляют содержание понятия, какому классу объектов присуща информация.

В рассмотрении экстенсивной характеристики понятия информации существуют сейчас в основном две концепции. Согласно одной из них (Д. И. Дубровский, 1969; Н. И. Жуков, 1966; А. М. Коршунов и В. В. Мантатов, 1964; Д. Н. Меницкий, 1967; Л. Н. Плющ, 1966, и др.) предполагается, что информация свойственна лишь обществу, живым существам и кибернетическим устройствам, т. е. информация рассматривается как чисто кибернетическая категория. Эта точка зрения уже не считает информацию лишь общественным феноменом, как это предполагалось до создания кибернетики. Однако расширение объема понятия информации в данном случае не распространяется на объекты неживой естественной природы.

Сторонники другой концепции (И. А. Акчурина, 1963, 1965; Н. М. Амосов, 1964; Л. Б. Баженов, 1961; Б. В. Бирюков и А. Д. Урсул, 1970; И. Н. Бродский, 1963; В. М. Глушков, 1963 б и 1964; Д. А. Гущин, 1965, 1967; И. Земан, 1965, 1966; К. Е. Морозов, 1966, 1969; И. Б. Новик, 1962, 1963, 1969 б; В. А. Полушкин, 1967; Е. А. Седов, 1965, и др.) считают, что информация является свойством не только кибернетических, но и вообще всех материальных (и соответственно их отражающих идеальных) систем. И в этом смысле информация присуща и объектам неживой естественной природы.

Существование противоположных точек зрения свидетельствует, на наш взгляд, о противоречивом характере познания понятия информации. Возникновение статистической теории информации и кибернетики привело к преодолению понимания информации как чисто общественного феномена. В дальнейшем приложения теории информации в науках о неживой природе (физике, геофизике, хи-

мии, геологии и т. п.) поставили вопрос о более широком понимании информации, рассмотрении ее вне связи с управлением, привели к преодолению понимания информации как чисто кибернетической категории. Очевидно, что, представляя понятие информации как развивающееся понятие, а не как аксиоматически фиксированное в некоторой формализованной (скажем, кибернетике) теории, нет оснований для отрицания возможности существования информации в мире неживых естественных систем. Истинно философский анализ понятия информации призван не формально обобщить данные кибернетики, теории информации и их приложений, а исследовать самый процесс развития понятия информации. С этой точки зрения ясно, что попытки ограничить объем понятия информации, по сути дела, являются абсолютизацией определенного этапа в познании информации (так же, как долгое время информация представлялась лишь как сведения, сообщения).

Важным выводом современного этапа познания природы информации является положение о возможности существования не одного какого-либо вида информации, а множества ее видов, специфических проявлений. В настоящее время раскрыто лишь несколько видов информации, но дальнейшее познание выявит новые ее особенные формы. Наличие в принципе бесконечного числа частных проявлений информации как в неживой и живой природе, так и в обществе и познании ставит вопрос об определении общего понятия информации, выявления универсальных и существенных ее свойств. Существует мнение, что такого общего определения дать невозможно (С. Г. Иванов, 1965). Однако с подобной точкой зрения согласиться нельзя. Каждое понятие неисчерпаемо, имеет множество специфических, особенных форм, но тем не менее существуют наиболее общие определения понятия. По-видимому, возможно и общее определение понятия информации как некоторой «клеточки», из которой в процессе восхождения от абстрактного к конкретному можно воспроизвести целостную систему знаний об информации.

Выделение общих существенных признаков понятия информации связано с решением вопроса об объеме понятия. В самом деле, если считать, что информация — чисто кибернетическое понятие, то наиболее общий и существенный признак его следует усматривать в связи с управлением (концепция парности информации и управления). Если же считать, что информация присуща и объектам неживой естественной природы, то наиболее существенный ее признак надо искать в ее связи со структурой, упорядоченностью, организацией и т. д. В настоящее время выявлено уже достаточно много различных признаков информации. Ясно, что их перечисление в определении понятия информации неприемлемо, так как каждое новое крупное открытие в теории информации должно было бы вести к его переопределению, к добавлению нового признака. Единственный правильный путь — выявление наиболее общих тенденций исторического и соответственно логического движения понятия и на этой основе — установление содержания понятия.

В нашей философской литературе уже обсуждаются наиболее общие признаки понятия информации. Вначале было обращено внимание на связь понятия информации с таким всеобщим свойством материи, как отражение (Б. С. Украинцев, 1961, 1963; И. Б. Новик, 1962, 1963; В. С. Тюттин, 1964, 1967; Н. И. Жуков, 1963, 1966; Д. И. Юргеленас, 1967, и др.), а в дальнейшем и с различием, разнообразием (У. Р. Эшби, 1959; В. М. Глушков, 1963 б, 1964; И. Земан, 1966; А. Д. Урсул, 1965, 1966, 1967 б, в, 1968 в, 1970; К. Е. Морозов, 1966; Л. Н. Плющ, 1966; В. С. Тюттин, 1967, 1969, и др.).

Анализ показал, что определение понятия информации в связи с понятиями отражения и разнообразия согласуется с многочисленными частными определениями понятия информации (как связанной либо с управлением, либо с упорядоченностью, организацией и т. п.). Тем самым трактовка информации на основе категорий различия и отражения представляется наиболее общей и, по-видимому, методологически наиболее эффективной из всех существующих в настоящее время, хотя она, конечно, отнюдь не исключает дальнейших исследований определения понятия.

Основной вопрос философии и понятие информации. Обсуждение вопроса о том, что такое информация, сразу же вышло за рамки технических, естественных и других частных наук. В него включились и представители различных философских направлений. Сторонники идеалистической философии стремятся оторвать информацию от материи, превратить ее в некую духовную субстанцию или же представить в виде комплекса переживаний, ощущений субъекта. Например, неотомисты заявляют, что информация по своей природе божественна, что бог «создал» информацию так же, как и весь мир. Экзистенциалисты полагают, что учение об информации созвучно «философии существования», а понятия статистической теории информации, такие как выбор, неопределенность, коммуникация и другие, будто бы конкретизируют категории экзистенциализма. Неопозитивисты считают, что теория информации будто бы подтверждает «творение» познающим субъектом закономерностей природы, она якобы преодолела «крайности» материализма и идеализма, «упразднила» основной вопрос философии и сама по себе стала всеобщей методологией естествознания.

Понятно, что аргументированная критика идеалистических (как и механистических) интерпретаций понятий теории информации неразрывно связана с раскрытием действительного содержания ее категорий и особенно понятия информации. Если считать наиболее существенными признаками информации отражение и разнообразие, то ясно, что они существуют независимо от познающего субъекта и в этом смысле информация объективна, является свойством материи.

Но отраженное разнообразие существует не только в объективном мире, но и в сознании человека. И в этом смысле информация может быть и субъективной, выражаться как в чувственных образах, так и в формах научного познания. Информация, таким обра-

зом, может быть и субъективной, и объективной, или, как еще говорят, отождествляя в определенном аспекте гносеологические и прагматические признаки, потенциальной (для субъекта) и актуальной.

К положительному решению вопроса о том, что информация может характеризовать и материю и сознание, материальное и идеальное, присоединяются в основном все советские философы, занимающиеся соответствующими проблемами. Однако не все вкладывают в эти понятия одинаковое содержание. Так, например, утверждается, что «движущаяся материя обладает *возможностью* информации, и лишь в связи с функционированием кибернетических систем эта возможность становится *действительностью*» (Н. И. Жуков, 1966, стр. 149).

Последовательное проведение этой точки зрения не позволяет в полной мере интерпретировать информацию с позиций теории отражения, ибо информация здесь может рассматриваться не как, скажем, отраженное разнообразие, а как разнообразие, «творимое» кибернетической системой, а отражение не как нечто действительное, но лишь возможное. Не случайно уязвимые места подобной точки зрения вызвали справедливую критику. И. Н. Бродский, например, полагает, что «признание того, что информация не создается воспринимавшей ее системой, равносильно признанию объективности этой информации и отказу от субъективизма» (И. Н. Бродский, 1963, стр. 76).

Разделение информации на субъективную и объективную проводится по гносеологическому признаку. Объективная информация не является возможностью для самой материи, а возможностью лишь для субъекта (вообще — кибернетической системы), который ее может воспринять и использовать. Именно в этом смысле следует понимать термин — потенциальная информация (потенциальная только для субъекта). Теоретико-познавательное и ценностное деление информации на два вида ставит вопрос о том, как объективная, независимая от субъекта информация превращается в субъективную, т. е. требует теоретико-информационного анализа процесса отражения, его различных аспектов.

Отражение и информация. Как отмечалось, наиболее ранние попытки философского осмысления понятия информации были связаны с понятием отражения. Среди различных точек зрения, рассматривающих соотношение отражения и информации, отметим следующие. Информация связывается лишь с упорядоченным отражением, а шум — с неупорядоченным, хаотическим отражением. «Если энтропия выражает упорядоченность материальной субстанции, то количество информации характеризует меру упорядоченности атрибута отражения» (И. Б. Новик, 1963, стр. 61). Связь отражения и информации позволяет объяснить использование информации в процессах управления, как служащих для упорядочения материальных объектов.

Информация представляется как содержание отражения. Эта трактовка информации идет еще от Н. Винера, который в книге «Кибернетика и общество» дал определение понятия информации

как обозначения содержания, полученного из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему и приспособляивания к нему наших чувств. Развитие этой точки зрения свелось к освобождению определения Н. Винера от понимания информации как чисто общественного явления. Б. С. Украинцев в свое время отмечал, что информация — это такое содержание отражения, которое связано с управлением; «без процессов управления не может быть активного отражения, а без активного отражения не может быть информации» (Б. С. Украинцев, 1963, стр. 36).

Авторы, признающие существование информации в неживой естественной природе, делают вывод, что информация, как свойство материи, является существенной стороной содержания отражения (Д. И. Юргеленас, 1967).

В последнее время в связи с рассмотрением информации не только на базе понятия отражения, но и на основе понятия разнообразия возникла возможность выявить новые стороны взаимосвязи отражения и информации. В. С. Тюхтин, например, отмечает, что если рассматривать информацию как разнообразие, то она характеризует не только содержание отражения, но и его форму, в частности, разнообразие носителей информации, способов модуляции, кодирования (В. С. Тюхтин, 1967, стр. 52). В познавательном процессе информация, кроме того, может характеризовать и способы, методы познания. Тем самым информация не является только характеристикой содержания, а точнее — части содержания отражения (если информацию рассматривать лишь как разнообразие, которое составляет не все содержание отражения), но и других сторон отражения (причем, не только как результата, но и как процесса).

В нашей литературе можно встретить мнение, что информация не всегда связана с отражением (Б. В. Ахлибининский, 1969, стр. 114; К. Е. Морозов, 1969, стр. 201). Предполагается, что информация содержится в предметах и в том случае, если они практически (на том или ином уровне их организации) не испытывают воздействий со стороны других предметов, т. е. не отражают этих предметов. Ясно, что в этом случае отражение рассматривается лишь как процесс, связанный с внешним взаимодействием предметов.

Общее определение отражения вовсе не исключает признания того, что отражение происходит и внутри самой системы, ибо между ее частями всегда существует взаимодействие. В этом смысле можно говорить о самоотражении как особом виде отражения, и здесь также информации без отражения не существует. Информация не может существовать вне отражения, но тот или иной вид информации не обязательно должен быть связан с любым определенным видом отражения. Скажем, информация, заключенная в структуре объекта, связана с внутренними взаимодействиями (в строго определенном аспекте), но не с внешними. Призная же информацию и отражение всеобщими свойствами материи, было бы неверным вообще отрывать их друг от друга, ибо нельзя отры-

1696750

вать материю от ее всеобщих свойств и эти последние друг от друга. Далее мы покажем, что понятие отражения имеет важное значение для формулировки общего понятия информации.

В процессе отражения происходит весьма сложный процесс движения разнообразия, в определенном аспекте его ограничение (Б. С. Украинцев, 1969).

Дальнейшие исследования соотношения информации и отражения должны выявить как роль разнообразия в процессе отражения и в особенности познавательном процессе, так и роль других свойств информации, скажем, семантических и прагматических в сравнительно высоких формах отражения (в живой природе и обществе).

Важно изучить в философском аспекте процессы передачи и преобразования, кодирования и декодирования информации и т. п. Особенный интерес представляет информационный аспект гносеологии (анализ «гносеологических шумов» и их классификация, информационные характеристики форм чувственного и теоретического познания, перекодирование информации в результате отражения, построение информационных моделей познания, рассмотрение познания как управления, сущности негэнтропийного принципа в познавательном процессе, адекватности отражения и т. д.). Требуется своего анализа и соотношение понятия информации с понятиями научного знания, истины, практики, неопределенности и другими категориями гносеологии. Пора также, видимо, переходить к попыткам количественного теоретико-информационного изучения реальных познавательных процессов.

Информация и мышление. Мышление изучается рядом наук: физиологией высшей нервной деятельности, психологией, логикой и гносеологией. Существенную помощь в изучении мышления этими науками оказывает теория информации, которая дает определенные количественные методы изучения законов и форм мышления.

В философском аспекте первостепенное значение приобретает взаимосвязь гносеологии и логики с теорией информации, хотя наиболее широко теоретико-информационные методы проникли, пожалуй, в психологию (сейчас даже говорят о создании особой «психологической теории информации»).

Когда идет речь о взаимосвязи мышления и информации, то прежде всего имеют в виду сравнение информационных возможностей машины и человека, информационное моделирование функций человеческого сознания. Этим вопросам посвящен ряд работ Н. М. Амосова (1964), В. М. Глушкова (1963 а, 1963 б), И. Б. Новика (1969 а), Т. Д. Павлова (1967). Несомненно, это направление исследований играет важную роль. Однако без выявления действительной роли информации в человеческом мышлении (и соответственно в кибернетической технике) в решении вышеупомянутой проблемы возможны неоправданные экстраполяции. Поэтому в последние годы начали появляться работы, в которых делается попытка исследовать информационный аспект мышления, его форм и законов (Л. Б. Баженов, 1964; Л. Бриллюэн, 1966; Е. К. Войшвил-

ло, 1966, 1967; И. Земан, 1966; А. Д. Урсул, 1970; Ю. А. Шрейдер, 1965, и др.).

Методами статистической и семантической теории информации изучаются понятия и суждения. Так, понятие количества информации расширяется таким образом, что в результате понятия и соотношения семантической теории оказываются частными случаями в статистической теории (Е. К. Войшвилло, 1966). Энтропия трактуется как определенная характеристика вопроса, выраженного в форме суждения. В этой связи отмечается, что в статистическом случае количество информации может характеризовать исход опыта, но исход опыта представляет интерес не сам по себе, а как поиск ответа на некоторые вопросы. Для выявления энтропии вопросов различного типа используется понятие условных вероятностей высказываний (гипотез) при наличии некоторого множества истинных суждений. Количество информации, которое содержит суждение по отношению к некоторой проблеме, определяется тем, насколько доказательство или допущение истинности этого суждения уменьшает энтропию проблемы.

Е. К. Войшвилло устанавливает также связь информации с отношением логического следования (определяется, что количество информации следствия составляет часть количества информации, содержащейся в совокупности посылок), с логической эквивалентностью высказываний, ставит проблему содержания информации в логических тавтологиях и т. д. На основе логического следования, рассмотренного в информационном аспекте, возникает возможность определения и содержания понятий (Е. К. Войшвилло, 1967). Содержание понятий в данном случае интерпретируется как та информация о мыслимых в понятии объектах, на основе которой эти предметы выделяются и которая необходима и достаточна, чтобы решать вопросы о принадлежности каких-либо предметов к данному классу.

Интересная попытка выявить связь мышления и информации предпринята в работах Н. М. Амосова. Под информацией Н. М. Амосов понимает содержание взаимодействия, причем внешняя информация — это содержание взаимодействия между данной системой и окружающими, а внутренняя информация определяется взаимодействием отдельных подсистем друг с другом в данной системе (Н. М. Амосов, 1964). Познание, мышление в определенном аспекте рассматривается как восприятие, сбор и переработка информации субъектом. Особое внимание в концепции Н. М. Амосова уделяется такой форме мышления, как гипотеза, которая выражает активный, поисковый характер человеческого мышления. Суть гипотезы с информационной точки зрения заключается в том, что по отдельным разрозненным порциям информации, переданной низшими кодами, находятся вероятные высшие коды. Под низшими кодами имеется в виду код (разнообразие) объекта, а под высшим — коды отражения, субъективного образа.

В работах Л. Бриллюэна положено начало изучению теоретико-информационными методами наиболее зрелой формы научного по-

знания — теории (Л. Бриллюэн, 1966). В частности, Л. Бриллюэн показывает, как, по его мнению, при помощи вероятностных методов можно определить информационную емкость теоретических законов по сравнению с эмпирическими.

Обращено внимание на рост информационной емкости математических пространств, используемых в квантовой механике, физике элементарных частиц по сравнению с информационной емкостью математических пространств классической физики. На основании теоретико-познавательной тенденции роста информационной емкости при движении в глубь материи делаются некоторые предположения об объективных характеристиках микрочастиц (И. А. Акчурин, 1963). Кроме того, на основе идеи о связи категории информации с используемым в физике математическим аппаратом высказываются соображения об интерпретациях квантовой теории (И. С. Алексеев, 1967). Предпринималась также попытка связать категорию информации с принципом инвариантности в физике (А. Д. Урсул, 1967 г.).

По-видимому, использование методов и понятий теории информации в логике может содействовать дальнейшему развитию последней, в частности, возникновению нетрадиционных областей, скажем, таких, как изучение прагматических и в общем — семиотических аспектов форм научного познания. Здесь появляются уже новые понятия, такие, как логическая информация, информационная емкость понятий (которая не совпадает с традиционными характеристиками — объемом и содержанием).

В исследовании информационных аспектов логики сделаны лишь самые первые шаги. Еще надлежит выявить смысл понятия информации в логике, ее аспекты, виды и уровни.

Информация и развитие. В философских исследованиях теории информации одним из важных направлений является использование методов этой теории для анализа процессов развития (Д. А. Гушин, 1967; Н. Н. Жуков-Вережников, 1966; И. Земан, 1966; Е. А. Седов, 1965; А. Д. Урсул, 1966). Оказалось, что методы теории информации могут в значительной степени помочь в выработке количественных средств измерения степени, темпов и направления развития. Выявились две крайние точки зрения. Согласно одной из них процесс развития полностью описывается изменением негэнтропии систем, где негэнтропия понимается в чисто термодинамическом плане. Согласно другой точке зрения методы теории информации в принципе не могут дать сколько-нибудь достаточный критерий развития систем. Таким образом, одна из точек зрения абсолютизирует некоторый частный теоретико-информационный метод измерения явлений развития, другая же в мягкой форме выступает против использования теории информации в теории развития.

По-видимому, правильная точка зрения состоит в том, что количественный информационный критерий является достаточно универсальным и хорошо описывает процессы, которые в нашей философской литературе рассматривались как процессы перехода от

простого к сложному, от менее организованного к более организованному и т. д. В плане этого критерия развития удалось установить закон накопления информации (разнообразия), который действует на линии прогрессивного развития.

Однако количественный информационный критерий не является единственным. Здесь возможно применение прагматических и семантических информационных критериев, и даже комплексных, например, семиотических. Несомненно, что дальнейшее проникновение в сущность информации, более полное познание ее свойств позволит адекватнее описывать методами теории информации процессы развития, что не может не сказаться на дальнейшем прогрессе самой диалектической теории развития.

В настоящее время наибольшее внимание уделяется изучению количественными методами процессов развития в природе и отчасти в обществе. Пора уже обратить внимание на развитие самих форм научного познания. И здесь — в проблеме изучения развития логических форм — также могут помочь теоретико-информационные методы.

Причинность и информация. Соотношение категорий причинности и информации рассматривается в работах И. Н. Бродского (1963), Г. Клауса (1963), И. В. Кузнецова (1967), А. А. Маркова (1964), Б. С. Украинцева (1968, 1970). Органическая связь причинности и информации вытекает из общего определения понятия информации как отраженного разнообразия. Ведь отраженное в общем причинно обусловлено отражаемым; отражаемое выступает как причина, а отраженное как следствие. Если причинную связь рассматривать в плане передачи разнообразия от причины к следствию, то в данном случае будет рассматриваться информационный аспект причинности. Один из первых исследователей соотношения информации и причинности И. Н. Бродский справедливо полагает, что в причинно-следственной связи следует различать две ее стороны: физическую и информационную (И. Н. Бродский, 1963). До сих пор внимание уделялось лишь физической стороне и ее философскому осмыслению. Сейчас же особый интерес представляет изучение информационного аспекта причинности, выражающегося в том, что каждый из членов пары причина — следствие несет какую-то информацию о другом на основе некоторого закона. С этой точки зрения по данному следствию можно определить причину (и по причине — следствие). Но кроме этого в информационном аспекте можно еще более конкретизировать развиваемое в нашей философской литературе положение о переносе структуры от причины к следствию (И. В. Кузнецов, 1967).

Интересные соображения о связи причинности и информации были высказаны А. А. Марковым, полагающим, что сам предмет кибернетики можно определить через отношение причинной зависимости (А. А. Марков, 1964). В статье А. А. Маркова обсуждаются в основном однозначно детерминированные (динамические) процессы, но там же отмечается, что большой интерес представляет вероятностный вариант понятия информации, связанный с рассмотре-

нием совокупностей нежестко детерминированных законов природы (т. е. шенноновский вариант теории информации). Ценность постановки А. А. Марковым вопроса о связи причинности и информации заключается, в частности, в том, что с этих позиций можно обосновать появление невероятных концепций информации, дать логическое определение информации на основе понятия причинности и понятия причинности на основе информации (т. е. по существу установить их объективную взаимосвязь).

Наряду с исследованием информационного аспекта причинности появились работы, посвященные так называемым особым информационным причинам (Б. С. Украинцев, 1968, 1970). Изучению информационных причин дала толчок кибернетика. Б. С. Украинцев подробно рассматривает отличие отношения причин и следствий в самоуправляемых системах от известных типов причинной связи (механических и статистических). Показывается, что роль информационной причины «определяется не ее физическим аспектом, не количеством энергии, затрачиваемой на производство каждого бита информации, не механизмом физического воздействия слабого сигнала со сравнительно мощным потоком энергии, а *семантическим* значением информации» (Б. С. Украинцев, 1968, стр. 42). Здесь же подчеркивается роль аксиологического (ценностного) аспекта информации в выборе поведения системы. Понятие информационной причины, разрабатываемой в современной литературе, есть развитие понятия целевой причины, высказанной еще Аристотелем.

Все обсуждаемые идеи о связи причинности и информации свидетельствуют о плодотворности этого направления исследований, которые принесут пользу не только теории информации и кибернетике, но и концепции детерминизма. Замечание, которое необходимо высказать, состоит в том, что понятие причины, которое исследуется в этих работах, преимущественно сводится к упрощенному понятию причины как воздействия одного тела на другое. Настало время перейти к изучению понимания причины как взаимодействия, более подробно изучить связь отражения, причинности и разнообразия, выявить специфику информационных причин не только в поведении самоуправляемых систем, но и их роль в процессах развития, познания и т. п.

Система и информация. Понятие информации оказалось весьма полезным и для системно-структурных исследований. Взаимосвязь понятия информации с такими понятиями, как система, структура, организация, упорядоченность, сложность и т. п., уже рассматривается как в работах зарубежных исследователей (У. Р. Эшби, 1964; И. Земан, 1965, 1966), так и советских авторов (Л. А. Петрушенко, 1964, 1967, и др.).

Методы теории информации не только подтвердили количественными методами важнейший вывод системно-структурных исследований об отличии целого от суммы частей, но и внесли в них ряд новых моментов. Это прежде всего касается проблемы специфики так называемых кибернетических систем. Специфику кибернетиче-

ских систем У. Р. Эшби видит, помимо их сложности, в свойстве «непроницаемости», или «замкнутости», для информации. Это свойство заключается в том, что разнообразие внешних возмущений не может проникнуть в систему, не будучи зарегистрированным (У. Р. Эшби, 1964, стр. 82).

Эти мысли У. Р. Эшби развиваются Л. А. Петрушенко, который считает, что на определенном уровне организации система превращается в информационную, т. е. в систему, способную к использованию информации и вместе с тем к управлению (Л. А. Петрушенко, 1964, стр. 109). Известное деление (Л. Бриллюэн, 1960) информации на свободную и связанную Л. А. Петрушенко увязывает с понятием системы. Причем информация, ограниченная рамками самой системы, называется связанной, а информация, участвующая во взаимодействии с другой системой, — свободной. Л. А. Петрушенко рассматривает информацию как критерий классификации систем (кибернетические, некибернетические и промежуточные).

По мнению У. Р. Эшби методы теории информации как нельзя лучше подходят в качестве количественных методов для системно-структурных исследований. «Теория информации, — полагает У. Р. Эшби, — является, по существу, методом получения некоторого знания о причинно-следственных отношениях в тех случаях, когда причин и их следствий так много, что детальное познание каждой отдельной пары (причина — следствие) оказывается невозможным, но у нас остается еще последняя возможность считать, что данное количество причин достаточно для выявления того же количества следствий» (У. Р. Эшби, 1964, стр. 78). В этом смысле У. Р. Эшби в теории информации усматривает метод, форму упрощения в процессе познания сложных и сверхсложных систем.

Наряду с использованием теории информации для характеристики кибернетических систем существует точка зрения, идущая от Н. Винера, У. Р. Эшби и Л. Бриллюэна, что эта же теория может быть использована для измерения сложности, упорядоченности, организации всех существующих систем.

Особое внимание обращается на плодотворность информационного подхода к анализу проблемы сложности (Б. В. Бирюков и В. С. Тютин, 1967; А. Д. Урсул, 1968 г; и др.).

Дальнейшее развитие методологических аспектов связи теоретико-информационных и системно-структурных исследований должно, как можно думать, идти по пути выявления связи понятия информации с основными понятиями общей теории систем, установления информационной специфики и закономерностей развития различных систем, их взаимодействия. Существенно большее внимание необходимо уделить теоретико-информационному анализу систем научного знания, эволюции науки как информационной системы, при этом следует использовать не только статистическую теорию, но и невероятностные подходы к количественной стороне информации и ее качественный аспект.

Энтропия и информация. Методологические аспекты

соотношения понятий информации и энтропии исследовались в работах Л. Б. Баженова (1961), Л. Бриллюэна (1960, 1966), А. И. Быховского (1965), И. Земана (1966), И. Б. Новика (1962, 1963), Л. А. Петрушенко (1967), Е. А. Седова (1965) и др. Исходным пунктом исследований явилось известное совпадение (с точностью до знака) формулы энтропии, применяемой в физике, и формулы количества информации, введенной К. Э. Шенноном (К. Э. Шеннон, 1963). Подобное совпадение формул нуждалось в содержательных интерпретациях, и они не замедлили появиться. Согласно одной из точек зрения, поддерживаемой рядом философов (Н. И. Жуков, 1966; В. И. Шароградский, 1967, и др.), подобное совпадение трактуется как чисто формальное; энтропия и информация считаются абсолютно различными свойствами. Очевидно, что подобная абсолютизация различия между энтропией и информацией мало что дает для выявления действительно существующего между ними отношения.

Наряду с упомянутой точкой зрения можно назвать и другую, когда энтропия (взятая с отрицательным знаком, как негэнтропия) и информация отождествляются. Так, Л. Бриллюэн даже допускает, что информация может быть превращена в негэнтропию и обратно. Как показывает анализ (Л. Б. Баженов, 1961, и др.), эта точка зрения также не соответствует истинному соотношению информации и энтропии, ибо абсолютизирует их тождество. Ясно, что в рассмотрении соотношения понятий энтропии и информации необходимо исходить из диалектики их тождества и различия.

Как правильно замечает И. Б. Новик, один из первых наметивший правильный путь к решению проблемы, «совпадение математических формул энтропии и количества информации имеет под собой содержательную основу» (И. Б. Новик, 1963, стр. 56). Попытка детального рассмотрения взаимосвязи обсуждаемых понятий предпринята также Е. А. Седовым (Е. А. Седов, 1965). Из работ И. Б. Новика и Е. А. Седова вытекает, что и формула энтропии и формула количества информации характеризуют меру упорядоченности (или неупорядоченности) отражения, движения. В этом заключается их тождество. Однако они различны в том, что «физическая энтропия является статистической мерой неупорядоченности движения микрэлементов физических тел» (Е. А. Седов, 1965, стр. 137), а количество информации измеряет степень упорядоченности движения (и соответственно отражения) в материальных системах, предназначенных для передачи или хранения информации. Исходя из этой точки зрения, Е. А. Седов предлагает понятием информации характеризовать кибернетические (технические, биологические и общественные) системы, а понятие энтропии и негэнтропии применять для характеристики упорядоченности физического движения. Таким образом, содержательную, объективную основу идентичности обсуждаемых формул предполагается найти в упорядоченности отражения и движения (или, что более широко, во взаимосвязи разнообразия и однообразия, тождества и различия, присущих всей материи).

Кроме упомянутого соотношения понятий энтропии (негэнтропии) и информации, можно привести и другие. Так, Л. А. Петрушенко считает, что понятие информации является частным случаем понятия негэнтропии. В ряде других работ предполагается, что информация является более общим понятием, чем негэнтропия (эта последняя служит лишь для характеристики упорядоченности теплового движения). Обобщается и само понятие термодинамической энтропии, которое представляется как «частный случай общего понятия энтропии как меры всякого беспорядка» (Л. А. Петрушенко, 1967, стр. 78). Выявление общего и особенного в понятиях энтропии и информации, классификация их видов — важная методологическая проблема теории информации.

В соответствии с выявленной диалектикой тождества и различия информации и энтропии становится ясным, что термодинамическая энтропия не может выступать в роли такого же общего критерия развития, как информация. Информационный критерий развития представляется более общим, чем различные вероятностные и термодинамические критерии (если информацию рассматривать как более общее понятие, чем негэнтропия).

Внимание было привлечено также к роли второго закона термодинамики в развитии систем (А. И. Быховский, 1965; Л. А. Петрушенко, 1967; Е. А. Седов, 1965, и др.). Следует указать, что идет также дискуссия о применимости второго закона термодинамики к процессам биологического развития (К. С. Тринчер, 1965; А. И. Быховский, 1965; М. В. Волькенштейн, 1965, и др.).

Предметом методологического анализа постепенно становится также сформулированный впервые наиболее полно Л. Бриллюэном негэнтропийный принцип информации (Л. Бриллюэн, 1960, 1966). В философских работах высказываются соображения о положительных и отрицательных сторонах негэнтропийного принципа информации и его приложениях в теории познания. Вместе с тем в некоторых работах подвергается сомнению целесообразность введения этого принципа.

Основное внимание советских философов привлекают объективные основы соотношения информации и энтропии. Однако ясно, что без изучения истории развития понятий, без исследования логико-гносеологических аспектов проблемы невозможно правильно выявить содержание понятий информации и энтропии, их взаимосвязь и отношение к другим философским, общенаучным и кибернетическим категориям.

Кроме ранее названных категорий, исследуется взаимоотношение понятия информации с такими категориями философии, как пространство, время, закон, симметрия (А. Д. Урсул, 1968 в), кибернетическими понятиями «управление», «цель», «обратная связь», «надежность» (Л. А. Петрушенко, 1967; В. Г. Пушкин, 1967; В. Н. Свиницкий, 1967; Б. С. Украинцев, 1967, 1968, 1969, и др.).

Проблемы социальной информации. Все больше осознается необходимость использования концепции информации в социологии, теории научного коммунизма. Обращается внимание

на необходимость проведения серьезных исследований в области социальной информации, без чего немыслимо решение теоретических и практических проблем научного управления социальными процессами (В. Г. Афанасьев, 1969). Отмечается, что создание научной теории социальной информации, включающей в себя вопросы определения ее содержания и ценности, принципов сбора, хранения, переработки, передачи и использования методов и средств оптимизации информационных процессов в общественной жизни,— центральное звено комплексных исследований проблем научного управления обществом. Важно создать цельную и стройную теорию социальной информации, систему ее количественных оценок, методику и технику расчета оптимальных режимов движения информации для управления социальными объектами. Здесь также в качестве первоочередной задачи ставится проблема определения понятия социальной информации, ее функций и видов и т. д. Отмечается, что общественные информационные процессы прежде всего характеризуются качественным, зачастую формулируемым аспектом (В. Г. Афанасьев, 1968). Предпринята попытка кибернетического анализа информационных процессов и управления в сфере производства, экономики, быта, образования, культуры (В. И. Черныш, 1968). Вместе с тем начинает изучаться информационный аспект взаимодействия общества и природы, но в основном лишь в синтаксическом аспекте (А. Д. Урсул, 1968 а). В дальнейшем необходимо включить в сферу подобного рассмотрения семиотические аспекты информации. Важное значение в этой связи представляет подробный анализ информационного аспекта производительных сил общества (обычно рассматриваются лишь вещественный и энергетический аспекты).

Высказывается мнение, что информационный критерий развития оказывается плодотворным при анализе развития производительных сил, освоения космоса (А. Д. Урсул, 1967 в, 1968 а, д).

Проблемы социальной информации и социальные проблемы информации продолжают привлекать внимание ученых (Б. В. Евладов, 1969; О. В. Елчанинова, 1969; И. А. Федякин, 1967, и др.).

Работы в области теории социальной информации еще только начинаются, и здесь необходимо более тесное содружество специалистов в области теории информации, социологии и философии.

Информационный подход к изучению науки. Поскольку процесс познания можно рассматривать в информационном аспекте, а его результаты как систему научной информации, то отсюда вытекает возможность информационного подхода к развитию науки. Уже появились первые монографии, где делаются попытки построения информационной модели развития науки, а процесс познания и его результаты характеризуются с позиций концепции информации в широком смысле (Г. М. Добров, 1966; С. Е. Злочевский, А. В. Козенко, В. В. Косолапов, А. Н. Половинчик, 1969; В. В. Косолапов, 1968; А. И. Михайлов, А. И. Черный и Р. С. Гиляревский, 1968; В. В. Налимов, З. М. Мульченко, 1969, и др.). В этих и ряде других работ анализировались такие

важнейшие понятия информатики, как «научная информация», «семантическая информация», «информационная деятельность», «знак» и др. Обсуждались проблемы классификации и закономерности развития научной информации, темпов ее накопления, связи информатики со статистической, семантической и прагматической теориями информации.

Внимание исследователей привлекают проблемы связи прогнозирования и научной информации, свертывания и уплотнения информации, роль информации в организации и оптимизации научно-исследовательской деятельности, использование научной информации в информационно-поисковых и информационно-логических системах и т. д. Исследованиям в области информатики принадлежит большое будущее, число специальных работ в этой области стремительно растет, создаются соответствующие центры научно-технической информации в государственных, ведомственных масштабах, а также в отдельных учреждениях. Между тем методологическая сторона этих работ оставляет желать лучшего. Остро необходим не только логико-гносеологический анализ проблем научной информации (а именно такой анализ и предпринимается в первую очередь), но и социологический, возможно, вначале в рамках разработки общей теории социальной информации, ведь научная информация — важнейший ее вид.

Произведенный нами обзор философских работ по теории информации является неполным и не охватывает всего спектра высказываемых взглядов с марксистско-ленинских позиций еще и потому, что не рассматривались, как правило, работы зарубежных ученых. Между тем философским аспектам теории информации значительное внимание уделяется в философских журналах стран социалистического содружества, например, в болгарском журнале «Философска мисъл», немецком журнале «Deutsche Zeitschrift für Philosophie», румынском журнале «Revista de filozofie», чехословацком «Filosofický časopis» и других изданиях.

Все это красноречиво свидетельствует о большой работе в области философских проблем теории информации, проводимой как в нашей стране, так и за ее пределами, отражает то обстоятельство, что понятие информации и связанные с ним методы научного исследования приобретают все более важную роль в современной науке и технике, в социальном прогрессе в целом.

§ 2. К критике идеалистических интерпретаций понятий кибернетики и теории информации

Хорошо известно, что в капиталистических странах на философское осмысление кибернетики отрицательное влияние оказывают различные направления идеалистической философии, прежде всего неотомизм, позитивизм и экзистенциализм. К сожалению, не свободны от этого влияния и сами основоположники кибернетики. У Н. Винера можно встретить наряду со стихийно-материалистическими высказываниями также идеи позитивистского и механисти-

ческого оттенка и даже эсхатологические идеи. У У. Р. Эшби мы встречаемся с субъективистскими формулировками.

Вполне естественно, что сами философы-идеалисты в капиталистических странах стараются использовать трудности развития кибернетики, ее понятия и методы для защиты точки зрения той или иной разновидности идеализма. Особенно в этом отношении «повезло» самому понятию «информация». Со своей трактовкой природы информации выступают прежде всего неотомисты, при этом большое внимание они уделяют борьбе против материализма и диалектики. И. Бохенский, Е. Васмут, Г. Дам, Ч. Дечерт, Р. Фессар, П. Шошар и другие представители неотомизма ведут активнейшую борьбу против научного понимания природы информации, дают этому понятию свое объективно-идеалистическое толкование.

Одним из первых с утверждением божественного характера информации выступил католический философ Е. Васмут (E. Wasmuth, 1955). В книге «Человек и думающая машина» он исходит из аристотелевского учения о форме. Как известно, Аристотель считал, что каждая вещь выступает как единство «формы» и «материи», причем «форма» — нематериальна; «материя» и «форма» соотносительны: так, медь есть «материя» по отношению к шару из той же меди, но сама медь есть «форма» по отношению к составляющим ее элементам; «материя» есть возможность того, чего действительностью будет форма. Но, двигаясь вверх по «лестнице» форм, как утверждает Аристотель, придем, наконец, к высшей форме, которую уже нельзя считать «материей», т. е. возможностью более высокой формы; эта чистая, предельная форма, форма всех форм и есть бог, первоначальник, пребывающий вне мира.

Согласно Е. Васмуту, информация обладает бытием форм Аристотеля, т. е. вечностью и неизменностью, в отличие от материальных пространственно-временных, преходящих явлений и их свойств. Информация якобы подчинена особой, нематериальной временной связи, которую Е. Васмут называет «третьей» временной связью. К ней он относит и «религиозные представления, по которым люди «информируют» себя, упорядочивают свою жизнь».

К этой теологической интерпретации информации присоединяется и Ч. Дечерт в обширной статье «Кибернетика и человеческая личность» (C. R. Dechert, 1965). Эта статья получила высокую оценку Американской католической философской ассоциации, как «лучшее» произведение по философским вопросам кибернетики, выполненное в 1965 г.

Ч. Дечерт задается целью показать «соответствие» между современной научной мыслью в области кибернетики и традиционной аристотелевско-томистской мыслью. Лозунг неотомистов «назад к Фоме Аквинскому» воплощается в его статье таким образом, что от кибернетики и теории информации ничего не остается, но зато на традиционные категории религиозной философии наклеиваются информационно-кибернетические ярлыки. Фома Аквинский здесь объявляется едва ли не родоначальником всех основных идей теории информации. Томистское учение о душе выдвигается в качестве

«информационного принципа» человеческой личности, причем предполагается, что человеческая душа получает информацию от бога и лишь благодаря этому способна к дальнейшей информационной деятельности, в частности, к формированию новых понятий.

Ч. Дечерт ставит вопрос: всегда ли необходим материальный субстрат для передачи (хранения) информации? Он признает, что формы выступают в материальной среде и посредством этой среды форма (информация) может быть передана другому лицу, получателю информации. Однако в принципе, поскольку согласно неотомистской трактовке информация — форма в аристотелевском значении этого слова, она может существовать и независимо от физических и временных отношений. Поэтому и душа (ее часть — самосознающее «я») человека, согласно Ч. Дечерту, независима от материи, она как «основная форма», как информационное содержание человека независима от физических составляющих человека, которые непрерывно замещаются. Эти составляющие преходящи и лишь «самосознающая форма» («я») остается надвременной, вечно длящейся, она остается такой же в момент смерти человека и бессмертие означает бесконечную длительность информационного содержания, т. е. формы, сознания, существующего само по себе, независимо от материи.

Не приходится доказывать, что неотомистские трактовки понятия информации совершенно произвольно подгоняют понятия современной кибернетики и теории информации под обветшалые идеи аристотелевско-томистской мысли. После такого теологического переосмысления понятия информации делается попытка применить теорию информации для «подтверждения» идеи бога, мирового разума, как формы всех форм. Ч. Дечерт поэтому заявляет, что будто бы благодаря теории информации теперь достигнуты большие успехи в учении о формах, а современная наука полностью подтверждает положения Фомы Аквинского.

Мнение о том, что информация — это форма в аристотелевском смысле, широко поддерживается в неотомистской литературе. Так, П. Шошар также утверждает, что современная теория информации якобы подтверждает аристотелевско-томистское учение о форме и душе (Р. Schauchard, 1958). Ф. С. Вейцеккер в работе «Язык и информация» считает, что информация может быть понята только в паре понятий форма — материя и с самого начала своего возникновения чужда понятийной паре сознание — материя (см. G. Schischkoff, 1965). По его мнению, информация есть не что иное, как тот же платоновский «эйдос» (идея, вид) или аристотелевская «форма», только выраженные модным словом второй половины XX в.

Известно, что понятие информации употребляется в химии, геологии, геофизике, астрономии и других науках о неживой естественной природе. Информация в этих науках выступает в качестве разнообразия, структуры, упорядоченности, организации, формы. Однако из этого отнюдь не следует, что использование понятия информации в науках о неживой природе подтверждает неотомист-

скую мысль об информации как форме. Понятие информации как формы (структуры, организации), используемое в науках о неживой природе, свидетельствует отнюдь не в пользу теологических выводов, а еще раз подчеркивает материалистическое понимание формы (структуры) как свойства материи. При помощи методов теории информации появляется возможность измерения структуры (формы) материальных объектов, чего нельзя было сделать до возникновения количественных информационных методов. Современное естествознание также, разумеется, не использует и богословское положение о сотворении информации богом, на чем особенно настаивают неотомисты. Так, Г. Дам полагает, что признание информации и отражения в неживой природе будто бы неизбежно ставит вопрос — откуда они там появились? (H. Dahm, 1967). И, по его мнению, однозначный ответ на этот вопрос приводит к мысли, что они появились в результате скачка из хаоса максимальной вероятности, который совершило духовное существо. Здесь опять идет речь о сотворении и дальнейшем упорядочении материи мировым разумом. Е. Васмут также полагает, что бог являет собой тот изначальный порядок, который затем он передает материи, причем сама эволюция мира совершается от высшего (бога) к низшему (материальному миру), от более совершенного к менее совершенному (E. Wasmuth, 1955).

Однако современная наука подтверждает иной вывод — прогрессивное развитие в природе идет от низшего к высшему, от менее совершенного к более совершенному, происходит последовательное накопление, рост количества информации в процессе эволюции материи. Вместе с тем в результате прогрессивного развития материальных систем появляются и новые свойства информации, в частности, смысл и ценность.

Важная особенность неотомистской трактовки информации заключается еще и в том, что любому виду информации, информации как таковой, приписываются смысл и ценность.

Смысл и ценность, разумеется, немаловажные свойства информации, но они присущи лишь информации в системах управления и появляются, как это показывает современная наука, лишь в достаточно высокоорганизованных материальных объектах. Неотомисты же считают, что смыслом обладают не только высшие виды информации, но и информация в неживой природе, ибо она представляет собой идею бога. Ведь именно духовное существо, по утверждению теологов, наделяет мир смыслом. Существоющий в мире порядок отождествляется ими со смыслом, тогда как хаос считается бессмыслицей.

Информация в такой трактовке обладает смыслом, но прежде всего для бога, который выступает самой совершенной, самой высокоорганизованной системой. Именно эта система, по замыслу теологов, является управляющей, а управляемой — весь мир. Информация как осмысленная идеальная сущность выступает в воззрениях неотомистов в качестве посредника, циркулирующего по контуру обратной связи между богом и природой.

Наряду с признанием осмысленности информации в неживой природе неотомисты утверждают и наличие в ней ценности. Ценность здесь выступает как нечто божественное, тоже как идеальная сущность. Теология здесь выступает с позиций телеологии, полагая, что каждая вещь в мире имеет свою особую цель, которую вкладывает в нее духовное существо.

Ценность информации связана с целью, как это следует из теории информации, причем, информация считается тем более ценной, чем ближе она приводит к достижению цели. В природе же, утверждают неотомисты, везде есть цели, значит, умозаключают они, везде в природе есть и ценность информации, есть управление, ведущее к поставленной богом цели.

Г. Дам, например, присоединяется к взгляду, что бессмысленно говорить об информации без управления, а об управлении без обратной связи (Н. Dahn, 1967). Но, по его мнению, и управление, и обратная связь, и информация имеют место в неживой природе, если только признать их творениями божества и атрибутами его вмешательства в земные дела. Признание обратной связи позволяет трактовать религию как информационную связь верующего (и не только верующего, но и вообще всего мира) с богом, а признание божественного характера управлению и ценности информации преследует цель дать очередное, теперь уже «кибернетическое» доказательство существования духовного существа. Эту же цель преследуют и рассуждения теологов об информационной причинности как проявлении сверхъестественной силы, когда материальные тела не подчиняются обычным законам причинения.

На самом деле то, что называют сейчас информационной причинностью, проявляется лишь в мире кибернетических систем, где получение информации может влиять на поведение, управление этих систем. Как ценность информации и управление, так и информационная причинность присущи лишь высокоорганизованным системам, появившимся на определенном этапе развития материи. Попытки же теологов приписать абсолютно всей информации и, в частности, информации в неживой естественной природе свойства смысла и ценности оказываются несовместимыми с научными данными и свидетельствуют лишь о стремлении модернизировать догмы религии.

Современная теория информации никак не может быть поставлена на службу религии, ибо весь дух ее проникнут признанием того, что информация является свойством материи, а не атрибутом мирового разума. Попытки же облечь бога в кибернетическую одежду, шитую согласно моде второй половины XX в., оказываются безуспешными, как, впрочем, и любые другие попытки совместить в единое целое науку и религию.

Неотомистские трактовки информации стимулировали появление и других объективно-идеалистических ее трактовок. И если неотомисты утверждают, что информация — это есть более точное выражение современной наукой учения Аристотеля и Фомы Аквинского о форме, то некоторые объективные идеалисты считают, что

информация есть нечто третье, существующее наряду с материей и сознанием. Разумеется, подобные попытки также вызываются стремлением «обойти» основной вопрос философии, подвергнуть сомнению прежде всего его материалистическое решение.

Подобную «оригинальную» попытку решить вопрос о природе информации предпринял Ф. Блом в книге «Пространство, время и электрон», где информация представляется как особый автономный компонент, возвышающийся над объективным и субъективным (V. Blom, 1959). Подобный прием как две капли воды похож на попытку Э. Маха изобретением словечка «элемент» (у Ф. Блома элемент — это информация, а у Э. Маха — ощущения) подняться над материализмом и идеализмом. Как видим, этот способ далеко не оригинален.

Однако он нашел и других сторонников в среде идеалистов — у философа из ФРГ Г. Шишкова, у преподавателя логики в США Г. Гюнтера и других (G. Schischkoff, 1965; Günter, 1963). Г. Гюнтер утверждает, что информационные процессы не являются материальными и не принадлежат к области духовных феноменов, но составляют особый «информационный компонент» действительности.

На основе этих утверждений Г. Гюнтер делает далеко идущие выводы о несостоятельности наших представлений о мышлении, о крахе традиционной логики, соответствующей лишь представлениям о существовании двух сущностей — материи и сознания. Он предлагает совершить коренную «революцию» в логике — перейти по меньшей мере к «трехмерной» логике, отправляющейся от трех «метафизических компонентов». По мнению Г. Гюнтера, благодаря кибернетике и теории информации появляется возможность в том, что ранее понимали как субъективная сфера, видеть две самостоятельные сущности — отражательные процессы, несущие информацию, и чисто субъективные процессы.

Объективно-идеалистические трактовки информации как явления нематериального в своей основе начисто опровергаются современной наукой. Информация в действительности не существует и не может существовать без материальных носителей. Информация всегда переносится и хранится материальными процессами и объектами — или физическими (например, электромагнитными полями), или химическими (скажем, нуклеиновыми кислотами), или в виде магнитных пленок, перфокарт, книг и т. д. Информация выступает как свойство материи, оно не требует для своего понимания ни привлечения идеи бога, ни других ложных идей — типа «третьего» компонента действительности и т. п.

Не удивительно, что объективно-идеалистические концепции информации оказались неприемлемыми для многих ученых капиталистических стран по своей крайней искусственности и тенденциозности. Именно для этого круга ученых, далеких от религии, но еще не перешедших на позиции диалектического материализма, предназначаются субъективно-идеалистические и в особенности неопозитивистские толкования понятия информации.

В этой связи следует остановиться на книге Петера Киршенмана (P. Kirschenmann, 1969), выступившего с критикой диалектико-материалистического понимания информации с позиций, очень близких к неопозитивизму. Критикуя работы советских авторов по философским вопросам кибернетики и теории информации, П. Киршенман начинает с того, что якобы «классики марксизма-ленинизма не оставили их последователям цельного непротиворечивого учения» (P. Kirschenmann, 1969, S. 28). Чтобы как-то аргументировать это широковещательное заявление, П. Киршенман основное внимание уделяет различию точек зрения советских философов по некоторым теоретическим вопросам кибернетики. Абсолютизируя эти различия, автор делает вывод об отсутствии у советских философов единых исходных позиций в трактовке философских вопросов кибернетики. Например, дискуссию о природе информации, о связи понятия информации и отражения автор рассматривает лишь как выражение «имманентных трудностей» философского учения диалектического материализма (P. Kirschenmann, 1969, S. 270). Подобное заключение несостоятельно: возникновение и формирование новых научных понятий всегда проходило и будет проходить в научных спорах.

Автор желаемое выдает за действительное. Все советские ученые, на которых он ссылается (В. С. Тютюн, В. В. Орлов, В. И. Кремянский, Б. С. Украинцев, А. Д. Урсул, Б. В. Бирюков и др.), исходя из основных положений ленинской теории отражения, и полемика, вполне естественная в научном исследовании, идет о некоторых частных вопросах, выдвигаемых современным состоянием науки. Это вопросы о том, как понимать положение о всеобщности отражения, как определить общее понятие отражения в его соотношении с понятием информации и т. д. Обсуждение этих вопросов диктуется достижениями современной науки, ведь диалектический материализм, как это неоднократно подчеркивали классики марксизма-ленинизма, неизбежно должен менять свою форму под воздействием крупных открытий в области естествознания и других наук. Возникшая дискуссия об отражении и информации свидетельствует не о внутренних трудностях и неувязках марксистско-ленинского учения, как это представляется П. Киршенману, а о появлении новых открытий в науке, в особенности в кибернетике и теории информации. Возникшие новые понятия — информации, управления, обратной связи и другие нуждаются не только в развитии в рамках частных наук, но и в философском, методологическом обосновании.

Наибольшей критике со стороны П. Киршенмана подвергаются те советские авторы, которые развивают ленинскую идею всеобщности отражения, в частности, обосновывают существование отражения в неживой природе. Он полагает, что понятие отражения, как и понятие информации, совершенно излишне для описания неорганических процессов (P. Kirschenmann, 1969, S. 286). Подобная точка зрения опять же никак не аргументируется, она является следствием общего представления П. Киршенмана об информации.

По-видимому, автор, загипнотизированный собственной (в целом неверной) концепцией, и не заметил весьма обширной литературы по приложению теории информации в науках о неживой природе.

Многие неверные выводы П. Киршенмана связаны не только с его исходными субъективно-идеалистическими позициями, но и с недостаточным знакомством с конкретно-научными работами в области кибернетики, теории информации и их приложений. Свою собственную концепцию о том, что такое информация, он старается не формулировать или, если уж приходится об этом говорить, то делает это крайне неопределенно. И лишь по редким замечаниям, разбросанным по разным местам его объемистой книги, можно сделать вывод, что информация для П. Киршенмана — это свойство сознания, духовный феномен (P. Kirschenmann, 1969, S. 274).

Но, видимо, боясь упрека в крайнем субъективизме, он в большей части книги интерпретирует информацию как явление интересующее, как свойство коммуникации личностей. При этом из разных определений понятия информации ему более всего импонирует концепция синонимичности значения и информации, т. е. основная интерпретация информации выступает как значение языкового знака. Ограничив понятие информации чисто духовной сферой, он выступает против более широкого понимания советскими авторами как информации, так и значения как инварианта информации, ибо считает, что, например, в технических устройствах нет информации, независимой от человеческой личности, ибо кибернетические устройства лишь выполняют волю и замысел создавшего их человека и в конечном счете зависят от сознания. Все же этот «аргумент» оказывается несостоятельным, ибо кибернетические системы не сводятся только к техническим или же к полностью независимым от человека, к ним относятся также живые системы, которые существовали до появления общества и порожденной им техники. Но этот вид кибернетических систем в данном случае остается вне рассмотрения автора. Поэтому и субъективный характер информации оказался недоказанным. Отрицание же объективности информационных процессов в кибернетической технике явно не соответствует современному уровню научных знаний. Это чувствует сам П. Киршенман, и в ряде мест своей книги он прямо не отрицает, а лишь скептически относится к наличию информации в любых сферах действительности, исключая духовную. Короче говоря, читателю так и неясно — какое же тогда имеют отношение кибернетика и теория информации, о которых говорится в первой части рассматриваемой книги, к пониманию информации, которое разделяет П. Киршенман? Собственная авторская позиция в конце концов оказывается такой, как и до появления теории информации и кибернетики: информация — субъективный феномен, или в крайнем случае свойство человеческого общения. Действительно, развитие науки, как это получается у автора, ничуть не поколебало докибернетическое понимание информации, оно и сейчас незыблемо. И с этой позиции получается гораздо более легкой критика ра-

бот советских авторов: если современная наука никак не влияет на развитие понятия информации, то в чем же причина дискуссии, разгоревшейся в нашей философской литературе. И автор вынужден прибегнуть к сомнительному постулату о внутренней противоречивости диалектико-материалистического мировоззрения.

Если автор избегает дать четкую характеристику собственной философской позиции, делая вид, будто он стоит «выше» материалистического и идеалистического решения основного вопроса философии, то претенциозная критика диалектического материализма выражена в книге достаточно выпукло. П. Киршенман использует любые методы фальсификации истины — от прямых бездоказательных ярлыков (например, когда на стр. 28 он пишет, что «Энгельс, который оказал решающее влияние на диалектико-материалистическое осмысление философских проблем естествознания, высказывал преимущественно позитивистские, а частично спекулятивные взгляды») до более тонких приемов, когда та или иная концепция советского автора как будто признается в целом верной, но лишь при условии, если бы он отказался от интерпретации понятия информации на базе категорий материалистической диалектики. В качестве иллюстрации только что сказанного сошлемся на интерпретацию П. Киршенманом точки зрения Б. С. Украинцева. Так, на стр. 195 утверждается, что концепция Украинцева была бы не проблематичным изложением кибернетических процессов, если бы он отказался от терминов «отражение» и «содержание».

Неопозитивистская трактовка понятия информации (которая в основном присуща книге П. Киршенмана) исходит из известного тезиса о том, что каждая наука сама по себе философия. В данном случае этот тезис распространяется на теорию информации. Утверждается, что эта теория, преодолевая крайности материализма и идеализма, становится новой методологией науки. Так, французский философ-позитивист М. Геру утверждает, что кибернетика и теория информации поднялись до уровня философской доктрины, несущей окончательное решение всех метафизических проблем (М. Guergoul, 1965). Он, в частности, пишет, что кибернетика и теория информации, изучающие материальные и духовные структуры, устранили их противопоставление друг другу, упразднили философию как таковую и сами по себе уже представляют методологию науки. Далее М. Геру полагает, что информационное моделирование, в особенности моделирование мыслительной деятельности человека, предпринимаемое кибернетикой, дает аргумент в пользу субъективизма: поскольку предполагается создание машин, сходных с человеком, то у последнего нет никакого критерия для различения человека и машины. Ясно, что такой подход неизбежно ведет к солипсизму.

Неопозитивистские заявления о теории информации как единственной и универсальной методологии науки находят отклик и в среде специалистов в области теории информации. Поверив в иллюзию «независимости» теорий информации от философии, французский физик Л. Бриллюэн в книге «Научная неопределен-

ность и информация» также попытался доказать, будто теория информации служит, подобно аriadдиной нити, самым надежным проводником по лабиринту философских проблем науки (Л. Бриллюэн, 1966, стр. 12). Несостоятельность этой претензии Л. Бриллюэна возвести теорию информации в ранг общей методологии естествознания мы попытались показать в рецензии на его книгу (А. Д. Урсул, 1967 а).

Представители логического позитивизма пытаются доказать, будто теоретико-информационные методы дают «основную общую грамматическую структуру для всех наук» (J. Wilkinson, 1961, p. 406). Концепция информации рассматривается как едва ли не решающий шаг в реорганизации научного знания в систему «единой» науки. Дж. Уилкинсон, полагая, что информация является лишь характеристикой языковых систем, отказывает ей в объективности. Для него неопределенность, как и определенность, информации выступает не как свойство природы, а лишь как часть «грамматической структуры» употребляемого языка, к объективной реальности никакого отношения не имеющей.

И если К. Э. Шеннон говорил о производстве информации кибернетической системой, то он имел в виду вовсе не то, что теперь предлагают неопозитивисты. Их понятие информации оказывается полностью субъективистским, зависящим только от субъекта и единственно от него. Используя субъективно-идеалистическое перетолкованное понятие информации, по сути дела, строится новый вариант «кибернетического» субъективного идеализма, ибо здесь субъект выступает уже как некая кибернетическая система, а язык науки как язык кибернетики. Потерпев неудачу решить проблему единства научного знания на базе физики (физикализм), логические позитивисты решили попытаться счастья, обратившись теперь к кибернетике и теории информации. Все положения других наук теперь срочно переводятся на язык теории информации, унифицируются в кибернетическом духе. Однако, как это было на пути физикализма, и на пути «кибернетизма» их ждет неудача, ибо ложен как сам принцип сводимости, так и другие исходные установки неопозитивизма.

Среди других представителей субъективного идеализма принять понятие информации в лоно своей концепции готовы также и экзистенциалисты. Им, по признанию Ж. Ипполита, очень импонируют основные понятия теории информации (J. Hippolite, 1965). Он даже полагает, что поиски кибернетиков при решении проблемы «человек — машина» якобы отражают философскую проблему единства души и тела, а само исследование информационных коммуникативных и управленческих процессов есть ни больше ни меньше как конкретное осуществление программы экзистенциализма.

Разумеется, что произведенный в этом параграфе критический обзор не может претендовать на полноту, автор и не ставил себе такой цели. Главное внимание было уделено выявлению тех основных идей, которые являются продуктом идеалистического истолкования понятия информации. Сущность идеалистических трактовок

информации состоит в очередной иллюстрации основных положений идеализма на новом модном научном понятии. Идеализм, целиком сохраняя свою антинаучную, реакционную сущность, под влиянием кибернетической, теоретико-информационной терминологии несколько меняет свое словесное одеяние, переводит свои традиционные понятия на информационный язык. Однако эта «кибернетизация» идеализма не только, разумеется, не делает научным это направление философии, а, наоборот, еще больше обнажает несостоятельность его коренных, исходных положений.

Советским философам необходимо резко усилить аргументированную критику идеалистических спекуляций в области кибернетики и теории информации. Не секрет, что многие наши исследователи, увлекшись дискуссией между собой по подчас второстепенным вопросам, нередко упускают из поля своего зрения задачу борьбы с идеалистическими извращениями истины на этом, выдвинувшемся на передний план участке.

§ 3. Важнейшие исходные принципы философского анализа понятия информации.

В ряде работ, посвященных философско-методологическому анализу теории информации в нашей литературе, нет достаточно четкого представления, каким же образом необходимо анализировать и на этой основе определять понятие информации. Чаще всего за основу берется статистическая теория информации в своем исходном виде (как она изложена в классической статье Шеннона), а иногда — лишь формула абсолютной негэнтропии, которая разъясняется с привлечением философских и кибернетических категорий. Например, считается, что важнейшим признаком информации является превращение возможностей в действительность, или ее связь с управлением, отражением, организацией и т. д. Но почему информация связана только с этими, а не другими категориями? Одинаково ли важна для определения самого понятия информации ее связь с возможностью и действительностью, организацией, отражением или управлением? Сейчас можно ответить, что отнюдь не все из перечисленных связей существенны. Как будет показано, лишь связь с отражением оказывается существенной в указанном смысле.

Но если это так, то выводы, к которым приходили некоторые авторы, давая общие определения понятия информации, оказывались недостаточно обоснованными. В чем же причины такой недостаточной корректности выводов? Среди них можно назвать следующие.

Для того чтобы осуществить сколько-нибудь обоснованный методологический анализ понятия информации, необходимо, чтобы в философском исследовании были охвачены основные направления развития теорий и идей об информации. Несомненно, философ должен знать классическую и современную статистическую теорию информации. Но этого мало. Необходимо в сферу анализа вклю-

читать все важнейшие идеи об информации, кроме вероятностно-статистических, еще и невероятностные подходы, семантические и прагматические аспекты информации, приложения теории информации в науках о неживой природе и т. д. Из сказанного следует вывод о том, что иногда обобщению подвергался далеко не весь основной математический, естественнонаучный и иной материал частных наук, связанный с теоретико-информационными идеями и их приложениями.

Часть работ по философским вопросам теории информации страдает односторонностью в том смысле, что исследуется преимущественно объективный (онтологический) аспект. Правомерность таких исследований, разумеется, оправдана, но если при этом игнорируется субъективный, в частности логико-гносеологический, аспект, то нередко получается абсолютизация отдельных естественнонаучных положений. Например, понятие информации в этом случае рассматривается как «застывшее», скажем, в статистической теории (или кибернетике); все же, что выходит за рамки этого формального определения, не считается информацией. Необходимо, следовательно, больше внимания уделять логическому и теоретико-познавательному аспектам философского анализа теории информации.

Из этого положения отнюдь не вытекает, что мы все философские аспекты теории информации сводим к логико-гносеологическим. Это не так. Уже упоминалось, что нельзя отделять различные философские аспекты друг от друга и считать, что лишь один из них является истинно философским. Такое понимание философских аспектов естествознания, встречающееся в ряде работ, сужает, ограничивает предмет философии, ее отношение к частным наукам, разрывает взаимосвязанные функции материалистической диалектики.

В ряде работ правильно исходят из положения о связи информации и отражения. Но при этом вольно или невольно эта связь абсолютизируется, получается так, будто бы информация связана только с отражением. В действительности, информация связана и с другими категориями и законами диалектики. Методологической основой анализа понятия информации служит не только теория отражения (она в этом анализе играет очень важную роль), но и вся материалистическая диалектика. Из этого тотчас же вытекает необходимость выявления связи информации не только с категорией отражения, но и со всеми остальными категориями диалектического материализма (хотя и не все такие категории являются существенными для понятия информации). Кроме того, говоря о связи отражения и информации, почти не раскрывается, как соотносятся между собой понятия отражения и связи, как понимается в кибернетике соотношение отражения и управления.

Философско-методологическое исследование в области естествознания и вообще в любой частной науке связано не только с предметом и методами такой науки, но и с предметом и методом философии. В силу этого подобное исследование связано с движением

мысли не только от частной науки (в данном случае от теории информации) к философии, но и от философии — к частной науке. Философия в таком исследовании выступает, в частности, со стороны своей методологической функции: она дает общие методы, принципы научного поиска. Конечно, как уже говорилось, такими исходными принципами выступают все известные положения научной философии — диалектического материализма. Однако на том или ином этапе научного поиска, в свете раскрытия именно данной темы, отнюдь не все положения материалистической диалектики представляются одинаково важными. Поэтому, прежде чем приступить к подробному рассмотрению философско-методологических проблем теории информации, представляется необходимым изложить те наиболее важные общеполитические положения, которые пронизывают данную работу, составляют ее исходные принципы.

Таковыми принципами прежде всего являются положения, выдвинутые В. И. Лениным. Идеи В. И. Ленина, высказанные в его философских трудах, в особенности в книге «Материализм и эмпириокритицизм», имеют первостепенное значение не только для философского анализа физики, но и всего естествознания и других частных наук. В настоящей работе мы делаем попытку показать, что без фундаментальных идей В. И. Ленина о неисчерпаемости материального мира, об отражении как общем свойстве материи, о диалектико-логическом методе определения понятий, о единстве диалектики, логики и теории познания, о союзе философии и естествознания и ряда других невозможен плодотворный философский анализ теории информации.

Неисчерпаемость информации. Современная физика дает все новые и новые данные, подтверждающие положение В. И. Ленина о том, что «электрон так же неисчерпаем, как и атом, природа бесконечна...» (В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 277). Ясно, что эта ленинская идея относится не только к электрону и не только к «элементарным» частицам вообще. Положение В. И. Ленина о неисчерпаемости материи является важнейшим методологическим принципом любого научного исследования и относится абсолютно к любому объекту науки. А объектом научного познания могут быть не только объекты типа электрона, нейтрона, атома или какой-либо иной материальной системы, но и свойства этих систем, их связи и отношения² и т. д. Вполне правомерно рассматривать ленинское положение как всеобщий теоретико-познавательный принцип, ориентирующий любого ученого в его научном поиске.

В этом плане интересно проследить эвристическую роль принципа неисчерпаемости материи в познании информации. Проявления этого принципа в изучении информации многообразны — здесь необходимо исходить из неисчерпаемости (бесконечности) видов

² Это специально подчеркивается в соответствующих работах советских ученых (Г. А. Свечников, 1965; В. С. Готт, 1968).

информации, свойств и аспектов информации, ее связей с другими свойствами и атрибутами материи и т. д.

Первые «смутные» представления об информации зародились, по-видимому, еще до новой эры и с тех пор под информацией понимались сведения, сообщения о чем-либо. Информация и информационные процессы на протяжении почти двух тысячелетий представлялись в качестве чисто общественного, человеческого свойства и феномена. Сейчас мы можем сказать, что с выделения информации как сведений, сообщений и началось изучение того специфического и самого важного для нас вида информации, который сейчас называется человеческой, или социальной, информацией (точнее — лишь части этой информации). В свою очередь, сама человеческая информация неисчерпаема и она также не сводится только к сведениям, сообщениям.

Исходя из принципа неисчерпаемости материи, можно заранее предсказать, что видов информации должно быть бесконечное множество, хотя на каждом этапе познания информации будет выявляться лишь ограниченное, но каждый раз все большее число этих видов. Проблема классификации видов информации, которая сейчас является весьма актуальной, не может быть решена без учета принципа неисчерпаемости материального мира.

Неисчерпаемым оказался и количественный аспект информации. Если первоначально количество информации измерялось статистическими методами и в связи с этим даже предполагалось, что информация является характеристикой исключительно статистических процессов, то дальнейшее развитие теории информации опровергло эту абсолютизацию представлений о количественном аспекте информации. Появились и невероятностные, нестатистические подходы к определению количества информации, среди которых уже сейчас можно назвать динамический, алгоритмический, комбинаторный (и его вариант — энтропию), топологический и др. И не следует думать, что упомянутые подходы исчерпывающе описывают количественный аспект информации. Исходя из ленинского принципа неисчерпаемости материи мы можем прогнозировать появление и новых подходов и методов изучения количества информации, новых математических концепций информации.

Неисчерпаем не только количественный, но и качественный аспект информации. Качество информации проявляется не только в существовании различных ее видов, но и в том, что даже один и тот же вид информации может иметь различные свойства. Так, в частности, некоторые биологические и социальные виды информации обладают прагматическими и семантическими свойствами.

Названными свойствами качественный аспект информации, естественно, не ограничивается, и хотя сейчас нет других теорий о «качественном» аспекте информации, но появление их также можно предвидеть на основе принципа неисчерпаемости материи. Как относительно количественного, так и качественного аспектов информации возможно бесконечное развитие теорий, методов, идей, и уже одно это свидетельствует о неисчерпаемости информации.

Но данный объект, будучи неисчерпаем вглубь, одновременно является и неисчерпаемым «вширь». Прежде всего имеется в виду связь информации как определенного (и, мы предполагаем, — всеобщего) свойства материи с другими всеобщими и иными свойствами материальных систем. Мы усматриваем наиболее существенную связь информации с отражением и различием (разнообразием). Отметим, что информация связана и с другими свойствами, отношениями материальных систем, что соответственно отражается в связи понятия информации с такими традиционными философскими категориями, как необходимость и случайность, возможность и действительность, сущность, закон и явление, конечное и бесконечное, прерывное и непрерывное, причина и следствие, пространство и время и т. д. Наряду с этим выявляется связь информации и с новыми, становящимися философскими категориями — симметрии и асимметрии, системы, структуры, сложности, организации, определенности и неопределенности, вероятности и т. д.

Не рассматривая других аспектов неисчерпаемости информации, можно сделать вывод, что современное учение об информации блестяще подтверждает и в конкретной форме развивает дальше ленинскую идею. Принцип неисчерпаемости материи позволяет предвидеть важнейший процесс, происходящий как с рассматриваемой теорией, так и со всей наукой — процесс дифференциации. И если в настоящее время существует довольно сложная и разветвленная система теорий, методов и идей об информации, то будущее развитие науки, как это с необходимостью следует из ленинского принципа неисчерпаемости материи, связано с дальнейшим усложнением, дифференциацией этой системы, с появлением все новых и новых концепций информации.

Таким образом, ленинский принцип неисчерпаемости материи требует в логическом аспекте представления понятий, теорий и других форм научного познания в непрерывном развитии и указывает на возможность появления новых видов, новых признаков развивающихся понятий. Наличие особенных форм понятия информации, его аспектов, сторон и связей ставит вопрос о необходимости более общего определения понятия информации. Такое определение возможно, и в его поиске нам также окажут помощь ленинские методологические положения.

Отражение и информация. Основы теории познания диалектического материализма, заложенные в трудах К. Маркса и Ф. Энгельса, нашли дальнейшее развитие в работах В. И. Ленина. К. Маркс, Ф. Энгельс и В. И. Ленин рассматривали теорию познания как теорию отражения, а процесс познания как общественно-исторический процесс. Одной из важнейших заслуг В. И. Ленина явилось то, что на основе изучения высших форм отражения, человеческого познания он выдвинул гипотезу, «что вся материя обладает свойством, по существу родственным с ощущением, свойством отражения...» (В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 91). Дальнейшее развитие марксистско-ленинской философской мысли позволило привести

убедительные доказательства в пользу ленинского предположения, в результате чего гипотеза превратилась в научную теорию, важную составную часть материалистической диалектики.

В свете ленинской теории отражения удалось решить многие общие проблемы познания, а также методологические проблемы частных наук. Особенно полезным оказалось применение положений теории отражения к познанию природы информации. Как отмечалось, в советской литературе, посвященной философским вопросам теории информации, сразу же было обращено внимание на связь понятий информации и отражения. Положение о неразрывной связи информации и отражения стало одним из важных исходных пунктов изучения информации и информационных процессов, который признает абсолютное большинство советских философов. Но по вопросу о том, какие же конкретные формы принимает эта связь, разгорелась дискуссия, которая не прекращается и по сей день.

Согласно одной точке зрения (о которой упоминалось в предыдущем параграфе), информация связана лишь с высшими типами отражения, начиная с первичных форм отражения в живой природе. В обоснование этой точки зрения ее сторонники ссылаются на данные кибернетики, которая со всей определенностью установила взаимосвязь управления, как особого вида активного отражения в кибернетических системах, с информационными процессами.

Но как справедливо отмечает А. И. Берг, «управление всегда должно быть *целенаправленным*. Задача (цель) либо ставится в начале управления, либо вырабатывается в процессе управления. Кибернетика изучает, что именно необходимо предпринять, чтобы перевести систему в новое состояние; она изучает также вопрос о том, как это сделать *наиболее выгодным образом*» (А. И. Берг, 1961, стр. 156). Кибернетика неприменима к процессам, где нет целенаправленности, например, к процессам, протекающим в неживых естественных системах. Но в таких процессах имеет место отражение. Это вытекает из ленинского положения об отражении как всеобщем свойстве, атрибуте всей материи. Поэтому, исходя из связи отражения и информации, логично заключить о существовании информации и в неживых естественных объектах. Если этого вывода не сделать и считать, что информация присуща лишь сравнительно высокоорганизованным системам, то принцип связи информации и отражения оказывается не всеобщим, а потому методологически ограниченным (т. е. не философским). Фактически получается, что исходным принципом в таких, не разделяемых нами концепциях является не связь отражения и информации, а связь информации и управления (как особого вида отражения — именно активного отражения)³. Нам представляется такое сужение методологической роли принципа связи информации и отражения не-

³ Хотя управление нельзя сводить лишь к отражению. Управление — это один из высших видов движения материи, а отражение представляет собой лишь одну из сторон движения.

правомерным, ибо в данном случае в качестве исходного берется не философский принцип (отражение), а специально-научный, кибернетический принцип (управление).

Конкретной же ошибкой, послужившей формированию такого чересчур узкого взгляда на методологическую роль принципа связи отражения и информации, послужило то, что под информацией понимали только ценную (и зачастую даже лишь осмысленную) информацию (а ценность, как далее будет показано, связана с понятием цели). Поэтому концепция неразрывной связи управления и информации, на наш взгляд, должна быть заменена концепцией неразрывной связи ценной информации и управления. Но эта последняя концепция методологически эффективна лишь в сфере кибернетики и не может претендовать на всеобщность. Универсальным же теоретико-познавательным принципом, как нам кажется, является лишь связь отражения как атрибута материи и информации. Эта концепция обладает эвристической функцией, позволяет предсказать существование информации в неживой природе. Именно эта концепция исходит из существования отражения в неживой природе. Исходя из неразрывной связи отражения с информацией, логично предположить, что всей материи присуща информация.

Концепция о неразрывной связи информации и отражения и вытекающий из нее вывод о существовании информации в неживой природе является важным методологическим ориентиром для наук о неживой природе — физике, химии, геологии и т. п. Именно в этих науках с успехом применяются теоретико-информационные методы для изучения объективных характеристик систем неживой природы (при этом важно отметить, что такое применение не сводится к простому переложению известных истин на теоретико-информационный язык). Теория информации фактически дает количественные методы для изучения процессов отражения (самоотражения, взаимоотражения) в неживой природе. А это оказывается важным и для теории познания, ибо современная техника познания связана со все усиливающимся применением приборов, т. е. объектов неживой (в определенной степени искусственной) природы, где широко используются процессы отражения, в том числе и на самом низком известном сейчас структурном уровне (на уровне «элементарных» частиц)⁴.

Как уже отмечалось, проблема связи отражения и информации не сводится только к вышеизложенному. В советской философской литературе обсуждается проблема более конкретного отношения рассматриваемых понятий. Ясно, что отправными положениями этих исследований являются положения ленинской теории отражения.

О методе определения понятия информации. Вряд ли можно ограничиться одной лишь констатацией много-

⁴ Подробную характеристику отражения в неживой природе см. в монографии Б. С. Украинцева (1969).

аспектности, неисчерпаемости информации и на этом оснований оставить всякие попытки дать общее определение понятия информации. Между тем, как уже говорилось, существует мнение, что вообще такого общего определения дать невозможно. По сути дела такой взгляд выражает сомнение в возможностях философского анализа понятия информации, в котором главным результатом является определение понятия. Ведь в «оправдании определений понятий» В. И. Ленин видел «дело философии» (см. В. И. Ленин. *Философские тетради*. — Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 108).

Ленинский принцип неисчерпаемости материи неразрывно связан с другими принципами — развития и материального единства мира. В. И. Ленин отмечал, что «всеобщий принцип развития надо соединить, связать, совместить с всеобщим принципом *единства мира, природы, движения, материи...*» (В. И. Ленин. *Философские тетради*. — Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 229). Соответственно — разнообразие особенных форм понятий, их развитие не исключает существования общего понятия, в данном случае понятия информации. Неисчерпаемость (развитие) того или иного понятия не должна служить помехой для общего его определения.

Например, несмотря на неисчерпаемость (бесконечность) видов и свойств материи и ее развитие, оказалось возможным дать философское определение понятия материи. Ленинское определение понятия материи основано на том, что всем вещам, их связям, свойствам и отношениям присуще одно общее и самое главное — существенное свойство — бытие вне нашего сознания. Именно с этим единственным признаком и связал В. И. Ленин философскую категорию материи. Содержание понятия материи, данное В. И. Лениным, включает, таким образом, единственный наиболее общий и существенный признак — быть объективной реальностью, существовать вне нашего сознания. Очевидно, что соответствующий признак (или соответствующие признаки) должен быть у любого достаточно общего понятия, в том числе и понятия информации.

Важное значение в данной связи для нас имеет не само содержание понятия материи, а тот метод, в результате которого было получено это определение. Нам представляется, что анализ метода философского определения материи является весьма поучительным. «Материя как категория диалектического материализма, — отмечает Ф. Т. Архипцев, — выступает своеобразным итогом, выводом из всей истории философии и истории познания в целом» (Ф. Т. Архипцев, 1966, стр. 151).

Можно считать, что и понятие информации также должно выступать как итог, вывод из всей истории теории информации и всего познания в целом.

Ленинское определение понятия материи является ярким примером диалектико-логического метода определения понятий.

В домарксистском материализме понятие материи отождествлялось с каким-либо ее конкретным видом и проявлением: огнем, воздухом, водой, атомами, веществом и т. д. Подобный «структур-

ный» подход к определению понятия материи в общем также основывался на обобщении данных современных (тому или иному философу) знаний и наук. Но это было формально-логическое обобщение, а не диалектико-логическое. В отличие от всех предшествующих представлений о материи В. И. Ленин обобщает данные современного ему естествознания и вообще всего познания не на базе формальной, а диалектической логики. Ленинское определение понятия материи выступает как итог исторического и соответствующего логико-гносеологического анализа тенденций развития понятия материи, основывается не только на структурном, но и на генетическом подходе. Вследствие этого диалектико-материалистическое понятие материи есть итог движения, развития понятия материи, выходящий за рамки формального обобщения известных в данный момент видов, структур материи. Определение понятия материи исходит из неисчерпаемости, многообразия конкретных структур, форм, видов материи, прогнозирует возможность открытия новых ее проявлений.

В современных попытках определения общенаучных и новых философских категорий с успехом может быть использован метод, аналогичный методу определения понятия материи В. И. Ленинным, т. е. диалектико-логический метод. Сейчас все больше и больше осознаются требования диалектической логики к определению понятий. В качестве примера можно привести определение понятий симметрии и асимметрии. На первых этапах методологического исследования понятия симметрии давалось в основном формально-логическое определение, через перечисление признаков, особых форм проявления симметрии, таких, как однородность, однообразие, соразмерность, пропорциональность и т. п. Однако в дальнейшем оказалось возможным дать иное, более широкое определение понятия симметрии, вычленив в качестве наиболее общих и существенных признаков взаимосвязь, отношение тождества и различия (В. С. Готт и А. Ф. Перетурин, 1967; Н. Ф. Овчинников, 1966). Анализ истории определения понятия симметрии (впрочем, как и большинства других научных понятий) показывает, что на первоначальных этапах происходит суммирование, как бы накопление признаков, не всегда существенных для понятия. И лишь в дальнейшем дается качественно иное, не формальное, а диалектическое обобщение и соответствующее диалектико-логическое определение понятия.

Аналогичный процесс становления проходит и понятие информации. Познание природы информации, как отмечалось, приводило к выявлению все новых и новых свойств, признаков информации. Некоторые ученые в определении понятия информации пошли по пути перечисления ее признаков, либо по пути отрицания иных видов (и соответственно — признаков) информации (скажем, информации в неживой природе) на том основании, что им (видам) не присущи некоторые признаки (например, связь с управлением и т. д.). Нам представляется, что истинно диалектический подход должен избегать крайностей упомянутых точек зрения. Нет

необходимости ни отрицать существование различных видов информации и тем самым давать «узкое» определение понятия информации, ни просто перечислять все известные признаки информации.

Общее определение понятия информации не может быть формальным обобщением тех понятий информации в их особенной форме, которые известны в настоящее время. Уже говорилось о том, что теория информации и далее будет развиваться, появятся новые математические и иные концепции информации. Поэтому искомое определение понятия должно быть дано с «запасом», оно должно быть достаточно широким для того, чтобы его не изменил какой-либо вновь открытый вариант теории информации. Для того чтобы получить искомое определение, необходимо идти не путем формального обобщения современных данных естествознания, математики и других наук, где применяются методы теории информации. Здесь необходим логико-гносеологический анализ развития понятия, исходящий из прогностической функции принципа соответствия. Само же определение понятия информации должно вытекать из теоретико-познавательной тенденции движения понятия и выступать в качестве итога, предела этого процесса. Такое общее определение понятия мы попытаемся дать, исходя из существенной связи отражения и разнообразия. Из всех выявленных признаков информации мы вычленим два наиболее существенных, которые и будут положены в основу общего определения понятия.

Единство диалектики, логики и гносеологии и понятие информации. Определение понятия информации как отраженного разнообразия выступает как единство объективного и логико-гносеологического аспектов. Единству, совпадению диалектики, логики и теории познания уделено центральное место в ленинских «Философских тетрадах», эта идея является важной составной частью того нового, что внес В. И. Ленин в материалистическую диалектику.

Единство диалектики, логики и теории познания может быть рассмотрено и в виде противоречивого единства объективной и субъективной диалектики (Б. М. Кедров, 1963, стр. 26). В нашей философской литературе, как уже отмечалось, основное внимание уделяется объективному аспекту философского анализа теории информации. Задачу такого исследования мы видим прежде всего в изучении информации как свойства материи, в связи и отношениях с другими общими ее свойствами.

Однако легко видеть, что исследование только объективного аспекта информации в философском отношении является односторонним. Иногда в подобного рода исследованиях абсолютизируется какое-либо одно свойство (признак, черта) самой информации (как это случилось, когда, анализируя лишь статистическую теорию информации, некоторые философы увидели в качестве наиболее существенного признака информации ее связь с процессами превращения возможностей в действительность, или, анализируя кибернетику, подчеркнули связь с управлением). Впрочем, подоб-

ный недостаток (склонность к абсолютизации, преувеличение одного какого-либо момента в конкретной истине) свойственно не только исследованиям в области теории информации, но и в других специальных науках. Необходимое соотношение абсолютного и относительного наступает только тогда, когда в сферу исследования вовлекается логико-гносеологический аспект, который большее внимание уделяет именно релятивному моменту истины и тем самым «нейтрализует» недостатки, односторонность чисто «онтологического» анализа.

Поэтому нам представляется необходимым диалектическое сочетание, взаимосвязь, взаимопроникновение, единство объективного и субъективного (в частности, логико-гносеологического) аспектов в философском анализе естественных и других наук. Именно этот принцип единства диалектики, логики и теории познания (который фактически лег в основу общепринятого определения предмета материалистической диалектики) является одним из важнейших исходных положений предпринятого нами исследования.

На основе логико-гносеологического анализа мы попытаемся сделать некоторые выводы общего характера и об объективном аспекте информации. При этом, естественно, будет использована та сторона единства объективного и логико-гносеологического аспектов, которая связана с их тождеством. Вместе с тем единство этих аспектов не исключает, а наоборот, предполагает и момент различия. Некоторые аспекты их различия (в рамках единства) будут также далее отмечены.

Уточним само понимание логико-гносеологической проблематики теории информации, как мы это себе представляем. Исследуя логический аспект, мы рассматриваем не только логику движения понятия информации (диалектико-логический аспект), но и приложения самого понятия информации в логике (здесь уже идет речь о приложениях теории информации в формальной логике). Аналогичное замечание относится и к теоретико-познавательному аспекту — положения теории познания используются для изучения природы информации, но вместе с тем делается попытка применить средства теории информации для уточнения содержания положений гносеологии. Ясно, что этот «двойной» аспект имеет непосредственное отношение к идее взаимосвязи философии и естествознания (вообще всех частных наук).

Взаимосвязь теории информации и философии. Идея о союзе философов-марксистов и естественников, сформулированная В. И. Лениным в статье «О значении воинствующего материализма» (В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 45), является основой всей философской работы в области естественных и других частных наук. Ленинское положение о союзе философии и естествознания предполагает различные формы — как влияние философии на естествознание, так и обратное влияние. Движение философской мысли может идти как от философии к естествознанию (методологическая функция философии), так и от

естествознания к философии (что связано с мировоззренческой функцией философии). Это положение о взаимодействии, взаимовлиянии философии и естествознания прямо направлено против тех, кто стремится оторвать философию от естествознания, а методологическую функцию философии от мировоззренческой. Здесь важно отметить, что некоторый новый угол зрения в вопрос об укреплении союза философии и частных наук (в том числе естественных) вносит теория информации.

Взаимосвязь философии и теории информации заключается не только в том, что философия помогает раскрыть смысл основных понятий и исходных принципов теории информации, а эта последняя оказывает определенное влияние на обогащение категориального аппарата материалистической диалектики. Теория информации, на наш взгляд, может оказаться полезной при уточнении содержания, формализации и математизации ряда философских категорий, и, прежде всего, понятий логики, гносеологии, теории развития и т. д.

Подобный вывод в какой-то мере вытекает уже из предлагаемого нами общего определения понятия информации как отраженного разнообразия. Теория информации позволяет количественными методами измерять движение и структуру разнообразия в процессах отражения. Кроме того, теория информации оказывается полезной и в общей теории развития — речь здесь идет о возможности измерения методами теории информации степени сложности, упорядоченности, организации и, соответственно, степени, темпов и направления развития материальных и идеальных систем. Важно отметить, что наряду с теориями, изучающими количественный аспект, могут применяться и формализованные концепции качественного аспекта информации, скажем, — семантические и прагматические. А это оказывается очень важным и для философии, поскольку предполагает изучение таких сторон структуры (разнообразия), отражения и развития, которые ранее не рассматривались или же изучались недостаточно.

Применение теоретико-информационных методов в философских науках предполагает перевод их с языка философии на язык теории информации. Соответствующие исследования в настоящее время частично ведутся. Однако этот этап «перевода» должен перейти в другой — в этап активного применения теории информации для уточнения содержания ряда понятий и методов, обсуждаемых в философии лишь на качественном уровне. Речь в данном случае идет не только о внедрении в философию понятий теории информации (разумеется, в обобщенном виде), но и теоретико-информационных методов. Нам представляется, что это совершенно новое явление, с которым приходится сталкиваться философии. Хотя отдельные мысли в этом направлении (математизация философии) и высказывались ранее, однако дальше общих соображений дело не шло. Сейчас же намечается вполне реальное проникновение теории информации в отдельные разделы философской науки, их математизация.

Когда говорится о проникновении теоретико-информационных методов в философию, возникает вопрос о принципиальной возможности и необходимости такого процесса. Если бы имелась в виду лишь ассимиляция философией в обобщенном виде понятия информации на содержательном уровне, то против этого вряд ли можно было бы возразить. Подобная возможность не исключена, современная научно-техническая революция выдвигает ряд понятий, которые ранее были понятиями некоторых частных наук, а теперь стали общенаучными. Эти общенаучные понятия и представляют из себя тот материал, из которого образуются новые философские категории, хотя это, конечно, не единственный источник новых всеобщих категорий.

Здесь же имеется в виду не только возможное включение понятия информации (в обобщенном виде) в состав философских категорий (условия этого мы обсудим еще в заключении), но и использование формальных и математических методов в философии. Для того чтобы оценить правомерность подобной постановки вопроса, следует кратко остановиться на соотношении предметов и методов философии и математики и их отношении к другим наукам.

Известно, что по вопросу о предмете современной математики нет единодушного мнения не только среди математиков, но и философов. Пожалуй, наиболее распространено мнение, что математика — наука о количественных отношениях и пространственных формах (и им подобных отношениях и формах). Подобное определение предмета математики в известной степени оказывается правильным, но оно недостаточно широко для современной математики. Более адекватной оказывается несколько иная концепция, заключающая данное определение в качестве частного случая. Эта концепция достаточно четко сформулирована в монографии Б. Чендова (Б. Чендов, 1969, стр. 145—157).

Б. Чендов показывает, что начиная примерно с 50-х—70-х годов прошлого века более правильной точкой зрения на предмет математической науки представляется точка зрения, сформировавшаяся достаточно определенно в трудах французской школы математиков, выступающих под псевдонимом Н. Бурбаки, а именно, что математика занимается изучением особых, так называемых математических структур или, как говорит автор, абстрактных структур (Б. Чендов, 1969, стр. 145).

Понятие структуры носит характер всеобщности, оно является универсальным понятием. Различные структуры можно классифицировать по разным основаниям, из которых Б. Чендов выбирает лишь аспект абстрактно-конкретного и содержательно-формального и показывает возможность выделения по меньшей мере трех уровней структур (прежде всего по уровню абстрактности или конкретности).

Первый уровень составляют предметы (вещи) и явления, процессы, характеризующиеся определенной специфической природой. Б. Чендов называет их «специфические конкретные объекты»

(структуры), или, кратко, «конкретные объекты» — они являются предметом частных наук.

Второй уровень структур включает в себя отношения и свойства (предикаты), которые имеют определенную специфику и относятся к элементам (индивидам), отличающимся неопределенностью, т. е. не имеющим специфической (конкретной) природы.

Эти свойства и отношения могут быть присущи структурам первого уровня с весьма различной конкретной природой. Такие структуры Б. Чендов называет «универсально-конкретными», или, более кратко, «универсальными структурами».

Следующий уровень абстракции есть абстракция от структур второго уровня. Эти структуры делятся на два класса в зависимости от типа присущей им определенности и неопределенности. Те структуры, в которых определен формальный аспект, а содержательный не определен, характеризуются как «существенно-формальная определенность» (Б. Чендов, 1969, стр. 148). Эти структуры Б. Чендов называет также формально-абстрактными или математическими структурами. Математика занимается изучением формально-абстрактных (математических) структур и это позволяет определить ее место среди других наук, а также дать классификацию современных направлений и методов математики. Различные типы фундаментальных математических теорий изучают соответствующие типы формально-абстрактных структур. Так, классическая и конструктивная математика изучают соответственно два типа формально-абстрактных структур — экзистенциальных и генетических.

Второй класс структур третьего уровня составляют такие структуры, где формальный аспект не определен, но зато выявлен содержательный. К таким структурам относятся категории научной философии, которые отражают существенно-содержательную определенность объективной действительности и познания.

Из сказанного следует, что философия и математика находятся на одном и том же уровне всеобщности, и одна и другая имеют универсальное значение (Б. Чендов, 1969, стр. 156). Однако эти науки отличаются не только в плане содержания и формы, качества и количества. Философия, изучающая наиболее общие стороны определенности объективного мира и познания, вместе с тем представляет собой научное мировоззрение и методологию всех наук. Математика же, исследующая формально-абстрактные структуры, будучи приложима к самым различным объектам действительности и познания, играет роль вспомогательного инструмента при решении проблем частных наук, не может выполнять методологических функций вместо философии (в силу отвлечения от содержательных аспектов).

Ясно, что возможный процесс математизации философии не следует представлять как «поглощение» математикой философии, как утрату этой последней своей методологической функции. Математика, даже вторгаясь в наиболее трудную для нее сферу — философию, по-прежнему будет выполнять роль вспомогательного

научного средства. Преимущество же такого процесса заключается в возможности уточнения, экспликации существенно-содержательных философских положений.

Однако такой экспликации, на наш взгляд, поддаются далеко не все философские понятия. И не только потому, что это чрезвычайно трудно, а просто потому, что подобная математизация и формализация, если она будет проведена, переведет эксплицируемые понятия на более низкий уровень абстракции, лишит их всеобщей содержательности, по сути дела, превратит в понятия частных наук, например, типа понятий «общей теории систем». Поэтому формализация некоторых понятий философии, являющихся обобщением понятий частных наук, просто бессмысленна — достаточно того, что соответствующие понятия частных наук (которые обобщаются в философии) формализуются и математизируются в рамках этих специальных наук. Поэтому здесь роль философии может заключаться лишь в методологическом обеспечении подобной математизации и формализации понятий частных наук.

Но не все философские понятия являются лишь обобщением понятий частных наук. Например, многие (но не все!) понятия гносеологии и логики не являются таковыми, они исследуют законы, формы и методы познания, мышления, и подобных понятий в специальных науках (исключение могут составлять лишь науки, изучающие самый процесс мышления) просто нет, ибо объектом познания у них является не мышление, познание, а предметы объективной реальности. Эти логико-гносеологические понятия изучаются в философии лишь в плане содержательной определенности. Поэтому их формализация, математизация привели бы к дальнейшему уточнению понятий, что принесло бы немалую пользу философии в целом.

Конечно, предполагаемая математизация и формализация гносеологии и логики не может охватить все их содержание, — это положение хорошо известно и является неизбежным недостатком подобных процессов. Однако любое уточнение содержания является, с другой стороны, прогрессивным явлением. Думается, что вторжение теоретико-информационных методов в логику, гносеологию будет содействовать более точному и ясному решению ряда старых проблем, в особенности спорных, позволит наметить решение новых вопросов и отбросить некоторые ложные представления.

Применение теоретико-информационных методов мы рассматриваем как аспект *математизации философии* (хотя к одному этому не сводится такое применение). По-видимому, в некоторой мере и к философии относится известное высказывание К. Маркса о том, что наука лишь тогда достигает совершенства, когда ей удается пользоваться математикой (см. П. Лафарг, 1956, стр. 66).

Сейчас еще не получены какие-либо существенные результаты в философии благодаря использованию теоретико-информационных методов. Но это еще не может служить аргументом в пользу неэффективности такого рода приложений названных методов. Не исключено, что основной смысл применения теоретико-информаци-

онных приемов в логике и гносеологии заключается в возможности более точного, количественного выражения уже установленных в качественной форме положений. Кроме того, можно предположить, что в дальнейшем приложение теории информации приведет к появлению новых идей в философии.

Второй аспект взаимосвязи теории информации и философии — использование философских понятий и принципов для выяснения самой природы информации. Философия дает теории информации, как и любой другой частной науке (теории), то, чего сама по себе она лишена. Тот или иной вариант теории информации изучает либо количество информации, либо какой-либо вид (процесс) или свойство информации, уточняя далеко не все содержание понятия информации и информационных процессов. Любая теория информации не занимается содержательным логико-гносеологическим анализом своих исходных принципов, понятий и, прежде всего, понятия информации. Такое понятие вводится в теорию, как правило, интуитивно. Однако это было оправдано лишь на первых порах развития теории информации. Сейчас же настало время перехода от интуитивных представлений об информации к научному ее определению. И в этом существенную помощь теории информации может оказать лишь философия диалектического материализма. Ведь при этом возникает необходимость выхода за рамки собственно теории информации, ее понятий, методов и принципов и введения в рассмотрение философских категорий, законов и т. д.

Мы уже говорили о том, что существует мнение, будто бы использование категорий материалистической диалектики ничего не дает теории информации (такого мнения, в частности, придерживаются П. Киршманн, Г. Дам и другие представители современного идеализма). Но этот взгляд несостоятелен в корне, ибо явным образом противоречит действительному положению дел. Сами специалисты в области теории информации подчеркивают плодотворность философских категорий и используют в своих работах важнейшие выводы, полученные в процессе философского анализа понятия информации. Эти специалисты просто не могут обойтись без привлечения более широких идей, выходящих за рамки теории информации. И это понятно. Ведь «кто берется за частные вопросы без предварительного решения общих, тот неминуемо будет на каждом шагу бессознательно для себя «натякаться» на эти общие вопросы...» (В. И. Ленин. Отношение к буржуазным партиям. — Полное собрание сочинений, т. 15, стр. 368).

Уместно некоторыми примерами проиллюстрировать познавательную ценность философско-методологических положений для развития кибернетики и теории информации. Прежде всего приведем мнение известного советского специалиста в области теории информации А. Б. Левита, который говорит о методологической продуктивности идеи связи отражения и информации. Он пишет: «В советской литературе по философским вопросам естествознания уже давно развивается гипотеза о том, что материи в любой форме присуще свойство отражения, которое является таким же ее

атрибутом, как время, пространство и движение. Ленин определял это свойство как близкое к ощущению, но еще не являющееся ощущением. Если принять эту гипотезу и вспомнить определение энергии как количественной меры движения, то по аналогии можно предположить, что количественной мерой отражения является информация.

При таком подходе все встает на свое место. Термодинамическая энтропия действительно оказывается количественной мерой неупорядоченности, хаотичности материи; неэнтропия характеризует степень упорядоченности, организованности материи, а количество информации показывает степень упорядоченности отражения. В этом свете кибернетику, исследующую единство информационных процессов и процессов управления, в результате которых происходит упорядочение материальных объектов, можно рассматривать как выражение связи материальной субстанции с ее атрибутом — отражением (А. Левит, 1968, стр. 47—48).

А. Б. Левит одновременно поддерживает и другую методологическую идею о том, что информация является свойством всей материи, в том числе и процессов неживой природы. Конкретная реализация этой идеи привела к разработке интересного направления теоретико-информационных исследований, которую называют физической теорией информации (Д. С. Лебедев и Л. Б. Левитин, 1964). Наличие информации в неживой естественной природе, технике, биологических и социальных системах свидетельствует о плодотворности более общего исходного положения философского анализа понятия информации — материальности информации, ее объективности.

Весьма широко используется в кибернетике и концепция связи информации и различия, разнообразия, при построении информационной теории управления (Ю. М. Горский, 1969, 1970; Ю. М. Горский и В. А. Крыленко, 1968; И. Д. Кочубиевский, Е. В. Король и Е. К. Попова, 1968; В. П. Май, 1968; Б. Н. Петров, И. Д. Кочубиевский и Г. М. Уланов, 1967; Б. Н. Петров, И. Д. Кочубиевский, Г. М. Уланов и Е. Б. Дудин, 1968). Такие примеры не единичны, их количество можно было бы увеличить и это отчасти будет сделано позднее, когда мы будем обсуждать проблему диалектического противоречия в развитии теории информации и другие методологические вопросы.

Далее попытаемся исследовать понятие информации «с точки зрения того, как известное явление в истории возникло, какие главные этапы в своем развитии это явление проходило, и с точки зрения этого его развития смотреть, чем данная вещь стала теперь» (В. И. Ленин. О государстве. — Полное собрание сочинений, т. 39, стр. 67). Но нас будут интересовать в основном не факты и даты истории развития теории информации (это дело историка науки), а узловые пункты движения понятия, поворотные моменты становления основных идей анализируемой теории.

РАЗВИТИЕ И ОСОБЕННЫЕ ФОРМЫ ПОНЯТИЯ
«КОЛИЧЕСТВО ИНФОРМАЦИИ»
КОНЦЕПЦИЯ РАЗНООБРАЗИЯ

§ 1. Вероятностно-статистические идеи в теории информации

Статистическая теория информации в качестве основных использовала понятия вероятности, неопределенности и количества информации. В этом параграфе в основном придется говорить именно о понятии количества информации и меньше — о самом понятии информации. Понятие «количество информации» в статистической теории достаточно четко определено, тогда как понятие информации определено не столь точно и, будучи некоторым уточнением существовавшего до теории Шеннона общепринятого представления информации как сведений, все же отличается от него.

К. Э. Шеннон одним из первых обратил внимание на то важное обстоятельство, что количество информации как суммы сведений, передаваемых по техническим каналам связи, может быть измерено посредством хорошо известного понятия вероятности. Понятие количества информации в шенноновской теории является уже производным от понятия вероятности.

Вероятность. К определению понятия вероятности существуют несколько различных подходов, — среди них классический, статистический (частотный), логический, аксиоматический.

Общепринято считать, что классический подход к определению понятия вероятности основывается на понятии равновозможности, или равновероятности, событий. Число равновозможных событий часто определяется из соображений симметрии, скажем, симметрии двух сторон монеты, симметрии граней куба и т. д. Понятие симметрии в этом случае связано с понятием равновозможности и также предшествует понятию вероятности.

Необходимо, однако, отметить, что когда говорят, что понятие вероятности основано на понятии симметрии, то само понятие симметрии как бы подразумевается вполне очевидным, интуитивно понятным. Что же понимается под симметрией в таких случаях? Когда говорится о симметрии монеты, симметрии игральной кости и т. д., то обычно имеют в виду, что стороны монеты, грани игральной кости не отличаются друг от друга. Но оказывается, они не различаются лишь в определенном отношении, в другом же отношении они различны, ибо можно отличить одну сторону монеты от

другой, грань № 1 в игральной кости от грани № 5 и т. д. Значит, понятие симметрии выражает определенное тождество среди различий. И, что примечательно, — наличие тождества является лишь необходимым, но отнюдь еще не достаточным условием симметрии. Установив, что, скажем, грани игральной кости в чем-то не отличаются друг от друга, мы уже отвлекаемся от этого тождества. Определяя вероятность выпадения грани куба, мы обращаем внимание на количество этих граней, т. е. на разнообразие (коллектива) граней игральной кости (уже не на само тождество граней, а именно на их различие в этом тождестве).

Во многих задачах определение математической вероятности из соображений равновозможности (равновероятности) и начальной симметрии оказывается по меньшей мере затруднительным. Здесь имеется в виду нарушение симметрии и равновозможности в результате неравномерного распределения материала (игральной кости), действие возмущений в процессе испытаний и т. д. Так же как в физике нарушение симметрии обычно ведет к поиску других, более общих групп симметрии, так и в теории вероятностей нарушение условий симметрии, свойственных классическому подходу, привело к возникновению нового — частотного, или статистического, подхода.

В тех случаях, когда соображения, эффективные для классического подхода, не приводят к определению понятия вероятности, остается один путь — эмпирического определения вероятности как частоты при достаточно большом числе испытаний.

Основным исходным понятием статистического подхода следует считать понятие коллектива, т. е. последовательности экспериментов, испытаний (элементов), где каждый элемент наделен некоторым определенным признаком, т. е. указан способ, как отличить один элемент от другого. Статистическая вероятность есть количественная характеристика массовых явлений, событий.

Свойство различия и тождества элементов коллектива является не единственным свойством, которое приписывается частотному подходу. Другое свойство — иррегулярность (по терминологии Р. Мизеса) — по существу означает, что каждый последующий элемент коллектива не должен содержать всей информации о предыдущем элементе. Иногда говорят, что он вообще не должен содержать никакой информации, но в действительности в статистических совокупностях так не бывает. Теоретически, конечно, можно представить себе такую последовательность, когда иррегулярность переходит в абсолютную независимость элементов. На практике же требование иррегулярности все же означает не абсолютную, а лишь относительную их автономность, относительную независимость элементов последовательности.

И, наконец, следующее важное свойство (которое по Р. Мизесу выражается в существовании предела частоты при стремлении числа членов коллектива к бесконечности) означает устойчивость, постоянство концентрации элемента с заданным признаком среди других элементов коллектива.

Легко видеть, что частотный подход в некоторой степени обобщает классический подход. В последнем коллективом является множество равных возможностей, элементы которого в определенном отношении можно отличать и в другом отношении отождествлять. Частотный подход расширяет понятие коллектива, включая в него (на принципиально иной основе) и те элементы, которые игнорировались в классическом подходе.

Вероятность может характеризовать не только процессы в объективной реальности, но и в познании, в частности, в его логическом аспекте. Кроме частотного и классического следует назвать третье особенное понимание вероятности — логическое (Г. И. Рузавин, 1967). Оно отражает определенное отношение между суждениями. Логическая вероятность, в частности, может представлять собой степень подтверждения высказывания, т. е. является характеристикой соотношения того или иного высказывания и достоверного знания, например, эмпирических данных. Если суждение полностью подтверждается достоверным знанием, то его вероятность равна единице; если оно противоречит достоверному знанию, она равна нулю. Логическая вероятность выражает меру связи суждения и достоверного знания, обусловленности первого вторым. Это, однако, лишь описательная характеристика логической вероятности, поскольку необходимо определить ее отличие от ранее рассмотренных особых форм понятия вероятности. Что же касается математического аппарата определения логической вероятности, то здесь используются идеи, о которых говорилось выше (например, идеи частотного подхода), или же математическая экспликация логической вероятности основывается на аксиоматическом подходе. Поэтому для истолкования природы вероятности ее особая форма — логическая вероятность — оказывается не столь существенной, как ранее рассмотренные подходы.

На практике вероятность определяют или из статистических или из классических соображений. Однако при построении теории вероятностей как математической дисциплины имеет смысл абстрагироваться от конкретного вида определения вероятности и использовать то общее, что свойственно обоим упомянутым подходам. Такое аксиоматическое обоснование теории вероятностей, которое сейчас признано большинством математиков, предложено А. Н. Колмогоровым еще в 1929 г.

Исходными объектами в аксиоматике А. Н. Колмогорова являются элементы множества, которые принято называть элементарными событиями. Далее из этих элементарных событий случайные события формируются по законам теории множеств. Вероятность рассматривается как некоторая мера¹ подмножеств множества

¹ В абстрактной теории меры мера определяется аксиоматически, т. е. она должна удовлетворять определенным условиям (аксиомам), которые напоминают аксиомы теории вероятностей; но исторически сложилось так, что понятие меры возникло не как обобщение понятия вероятности. Более того, она некоторое время к теории вероятностей отношения не имела. Вероятность как частный случай меры была выведена дедуктивным путем. Понятие о мере множества развивалось

элементарных событий, которая должна удовлетворять некоторым аксиомам (Б. В. Гнеденко, 1961, стр. 46—52).

Итак, на базе теории множеств (теории меры) строится вся теория вероятностей.

Аксиоматический подход к понятию вероятности в некоторой степени обобщает рассмотренные ранее подходы и, по-видимому, формализует важную часть общего содержания понятия вероятности. Во всяком случае нельзя не признать весьма существенным для понимания природы вероятности тот факт, что в любом аксиоматическом определении понятия вероятности речь идет о представлении вероятности как некоторого постоянного отношения множества и его подмножества, при котором происходит ограничение многообразия. Природа вероятности вместе с тем не может быть раскрыта исключительно на анализе различных подходов к определению вероятности, для этого требуется изучение разнообразных приложений вероятностно-статистических идей.

Методологический анализ содержания понятия вероятности привел к двум основным концепциям, которые мы условно назовем «возможностной» и «случайностной» (существует и их комбинация). Ясно, что в процессах превращения возможностей в действительность могут быть случаи, когда объективно-реальное бытие получает лишь часть множества возможностей. Процесс превращения возможностей в действительность может характеризоваться не только наличием временного промежутка между ними, процесса становления, но и редукцией многообразия возможностей. Подобная же редукция многообразия осуществляется и в случайных событиях, т. е. событиях, наступление которых отнюдь не является неизбежным, которые могут совершиться, но могут и не иметь места. Это наличие момента редукции многообразия в процессах превращения возможностей в действительность, а также в случайных явлениях, и служит, на наш взгляд, одним из оснований для применения вероятностных представлений в теории информации. Вероятность выступает и как мера возможности и как мера случайности. Такая точка зрения на вероятность исторически вполне оправдана. Действительно, вероятностно-статистические представления появились лишь тогда, когда наука вплотную приступила к измерению (а не изучению) случайных явлений, процессов превращения возможностей в действительность. Поэтому гносеологически оправдано истолкование вероятности как меры случайности и возможности.

Развитие теории вероятностей и особенно ее приложения показали, что трактовать вероятность целиком в «возможностном» (ди-

как обобщение длины отрезка, площади плоских фигур, объема пространственных предметов. Не вдаваясь здесь в более подробное рассмотрение, что такое мера, мы лишь отметим, что понятие меры, будучи абстрактным математическим понятием, имеет прямое отношение к проблеме измеримости объектов и систем реальной действительности. Категория меры в математике отражает возможность количественного измерения тех или иных систем, рассматриваемых как абстрактные множества

ахроническом) аспекте, видимо, нельзя (Н. В. Хованов, 1969; А. С. Кравец, 1970). Вероятность достаточно хорошо измеряет и одновременно существующие объекты, поэтому для общего определения понятия вероятности редукция возможностей не оказывается столь существенной.

Н. В. Хованов сделал вывод, что вероятность наиболее тесно связана с категориями необходимости и случайности. С этим также можно было бы согласиться, если бы упомянутый автор достаточно четко не сформулировал мысль, что вероятность выступает как мера необходимости, и тем самым не сбрасывал бы при этом со счетов ее связь со случайным. В самом деле, возьмем одно из наиболее кратких определений категории необходимости, как того, что обязательно должно произойти (происходит) в данных условиях, поскольку необходимость вытекает из сущности явлений. Но раз событие обязательно произойдет, то вероятность его наступления всегда равна единице и никак не может быть меньше. Правда, такие события, которые вообще не могут произойти, характеризуются нулевой вероятностью, но именно потому, что другие с необходимостью происходят. Поэтому, если говорить без дальнейших оговорок, что вероятность выступает как мера необходимости, то мы получим довольно тривиальный результат — эта мера всегда равна единице и, следовательно, развитый аппарат теории вероятностей для анализа чисто необходимых событий просто не может быть использован. Тем самым концепция о вероятности как мере необходимости без учета случайного характера этой необходимости не только философски несостоятельна, но и неприемлема для самой теории вероятностей.

Теорию вероятностей не интересуют коллективы (системы), где элементы обладают одними и теми же признаками, т. е. где эти признаки необходимо присущи каждому элементу. В этой теории рассматриваются такие системы, в которых не все элементы обладают данными признаками, следовательно, такие коллективы, которым внутренне присуще ограничение разнообразия. Но если теория вероятностей изучает коллективы, в которых элементы или обладают данным признаком, или не обладают им, значит здесь оказывается работоспособной философская категория случайности. Ведь категория случайности характеризует такие события, которые могут произойти, а могут и не совершиться (чтобы нас не заподозрили в сохранении диахронического аспекта, лучше скажем — происходят, не совершаются и т. д.), что, естественно, эквивалентно тому, чтобы сказать, что данный элемент коллектива может иметь некоторый признак, а может и не иметь его. В какой степени элементы коллектива имеют данный признак или же не имеют его, и измеряет вероятность. Получается, что вероятность в таком понимании выступает все же как мера случайности.

Именно поэтому можно понять, почему в аксиоматике теории вероятностей А. Н. Колмогорова вначале строится понятие случайного события, а затем каждому случайному событию ставится в соответствие некоторое неотрицательное число, называемое вероятностной мерой. Правда, понятие случайного события не является исход-

ным, таким понятием является множество элементарных событий. А элементы подмножества множества элементарных событий, удовлетворяющие некоторым требованиям, считаются случайными (Б. В. Гнеденко, 1961, стр. 47). Но вряд ли можно утверждать без должного уточнения, что эти события необходимы. Это просто события, природа которых, как верно замечает Б. В. Гнеденко, безразлична для логического развития теории вероятностей. И это понятно, ибо для того, чтобы дедуктивно построить понятие случайного события, надо прежде ввести понятие события вообще. Это понятие в данном случае эквивалентно просто понятию элемента множества в теории множеств, т. е. первичным является «теоретико-множественное» событие. Поскольку в логическом построении теории вероятностей понятие случайного события предшествует понятию вероятности, то по меньшей мере странным выглядят заявления, в которых отрицается эта относительная «первичность» случайности (Н. В. Хованов, 1969, стр. 42—43).

Конечно, объективно-реальные события, как правило, не бывают чисто случайными или только необходимыми. А поскольку вероятностно-статистические методы применяются именно для отображения объективной действительности, то вероятность в самом общем виде количественно характеризует взаимосвязь необходимости и случайности.

Известно также, что довольно широко используются вероятностно-статистические методы для построения моделей однозначно детерминированных систем (метод Монте-Карло и др.). Это, конечно, не может служить в качестве аргумента концепции вероятности как «меры необходимости». Ведь речь идет о вероятностно-статистическом моделировании. А модель и объект познания, будучи различны по своей природе, всегда будут иметь какие-то общие свойства и закономерности (об этом еще будет идти речь в последней главе). Когда же происходит содержательная интерпретация таких моделей, перенос знаний с модели на исследуемый объект, то здесь фактически отходят от исходных положений и категорий, лежащих в фундаменте вероятностных представлений.

Построение вероятностных моделей невероятностных систем (скажем, динамических) возможно только потому, что им присущи некоторые общие свойства. Эти свойства оказываются уже мало связанными с категориями случайности и необходимости (или возможности и действительности) и скорее характеризуются категориями тождества и различия. В частности для вероятностных и некоторых динамических систем характерно наличие отношений (процессов) ограничения разнообразия. В этом случае для характеристики и вероятностных и динамических систем применяется математическое понятие меры, которое является более общим понятием, чем вероятность. Вероятность же выступает как особая форма математического понятия меры.

Можно, конечно, предположить, что движение понятия вероятности в сторону понятия меры может происходить, захватывая, кроме уже известных вероятностных структур, и другие математические

объекты. Однако такое движение, если оно и будет далее происходить, не может дойти до того, чтобы теория вероятностей «поглотила» теорию множеств. Теоретико-вероятностные представления все же в определенном смысле останутся уже теоретико-множественных, а понятие вероятностной меры вряд ли может быть возведено в ранг понятия меры. Несколько преувеличенное представление о возможностях вероятностных методов, которое сейчас очень модно, вызывается, на наш взгляд, тем, что специфические вероятностные представления распространяются на те области, где «работоспособным» оказывается теоретико-множественный подход. Это отнюдь не означает, что мы вообще выступаем против более широкого определения и понимания вероятности, чем это имеет место сейчас. Как раз напротив, в дальнейшем нами в основном будут использованы более широкие представления о вероятности, но такие, которые и в самом деле имеют теоретико-множественный характер. Для дальнейшего изложения особый интерес представляет для нас именно трактовка вероятности как некоторого ограничения разнообразия, как отношение мощности подмножества и множества.

Неопределенность. Представление о вероятности как отношении мощности подмножества и множества связано с другой характеристикой, которую можно назвать *неопределенностью*. Как замечает Б. Н. Пятницын: «понятие вероятности всегда применялось для того, чтобы дать описание некоторой ситуации, содержащей известную неопределенность, — была ли эта неопределенность присуща самому объекту, о котором шла речь, или отношению к этому объекту изучающего его субъекта, — иначе говоря, для построения вероятностного описания неопределенной ситуации» (Б. Н. Пятницын, 1968, стр. 80). (Далее этот автор говорит также о том, что для описания неопределенных ситуаций применялись не только вероятностные описания, — это замечание окажется полезным вспомнить, когда мы в следующем параграфе будем говорить о понятии количества информации, построенном на невероятностных идеях.)

Неопределенностные ситуации характеризуются тем, что объективно (или субъективно) происходит процесс отбора, выбора элемента или подмножества из какого-либо множества. Причем степень неопределенности отбора (как объективного процесса) или выбора (как процесса, зависящего от субъекта) выступает в теоретико-множественном аспекте как отношение мощности подмножества (элемента) и всего исходного множества.

Впрочем, такое же отношение, как отмечалось, характеризует и вероятность, однако в ином, в известном смысле противоположном аспекте. Если вероятность характеризует отношение выбираемых элементов ко всей их совокупности, то неопределенность есть обратное отношение, т. е. отношение всей совокупности элементов к выбираемым. Такая взаимная обратимость понятий вероятности и неопределенности и послужила причиной использования понятия вероятности для измерения степени неопределенности в статистической теории информации.

На основе общих соображений об обратимости степени неопределенности и вероятности можно прийти и к более конкретным соотношениям. Для этого необходимо обратить внимание на то, что степень неопределенности множества, состоящего из одного элемента, равна нулю, ибо выбирать (отбирать) здесь не из чего. Выбор возможен, если количество элементов более одного, т. е. если их по крайней мере два. Элементарным выбором и, соответственно, начальной ненулевой степенью неопределенности является выбор из множества, состоящего из двух элементов.

Вероятность выбора элемента из множества, состоящего из одного элемента, очевидно, равна единице, ибо выбрать можно один и только один элемент. Вероятность выбора элемента из множества с двумя элементами (при условии равновероятности) равна уже половине. С увеличением числа элементов множества вероятность их выбора падает, а степень неопределенности растет².

Теория информации (статистическая) устанавливает количественную зависимость между определенностью и вероятностью, но при этом она в некоторой степени абстрагируется от природы рассматриваемой неопределенности. Между тем сама неопределенность обусловлена теми или иными явлениями, имеет свои особенные (так же как и вероятность) формы. Так, например, одна из первых выявленных особенных форм неопределенности связана с термодинамическими явлениями, которые в известном смысле были обобщены статистической физикой.

Вообще развитие представлений об определенности и неопределенности в физике находится в тесной связи с изменением форм детерминизма. Так, в лапласовской форме детерминизма признается только определенность параметров, характеризующих явления природы, и целиком отрицается их неопределенность. Однако эта абсолютизация определенности потерпела первые поражения уже в связи с открытием и изучением термодинамических явлений. При познании атомных явлений физика также столкнулась с объективной неопределенностью (уже в боровской модели атома, где неопределенность связана с наличием нескольких возможностей для перехода электрона с одних энергетических уровней на другие).

В квантовой механике неопределенность имеет свою специфику, прежде всего выражающуюся в том, что здесь существует особое соотношение неопределенностей Гейзенберга, которое является логическим следствием новой теории, следствием реально существующего корпускулярно-волнового дуализма, присущего микрочастицам. Принцип Гейзенберга отражает объективную неопределенность, наличествующую между пространственно-временными и им-

² Функция, удовлетворяющая этим условиям связи степени неопределенности (H) и вероятности (P), есть логарифмическая, т. е. $H = \log \frac{1}{P} = -\log P$. Эта функция в своей конкретной форме выражает противоположность, противоречивое единство, рассматриваемых понятий (вероятности и неопределенности).

пульсно-энергетическими состояниями микрочастиц и выражающуюся в их зависимости друг от друга, которая состоит в том, что определенность одних состояний порождает неопределенность других состояний. Частным случаем этой зависимости является то обстоятельство, что такая определенность пространственно-временного состояния микрочастиц, как наличие у них траекторий, возможна лишь при существовании неопределенности в их импульсно-энергетических состояниях.

Наличие неопределенности в квантовой механике обусловлено по меньшей мере еще рядом обстоятельств. Квантовая механика, отображающая случайные процессы и использующая понятие вероятности, также связана с превращением возможностей в действительность, с квантовой суперпозицией и т. д. (подробнее об этом см. в работе В. С. Готта и А. Д. Урсула, 1971).

Было бы неверным представлять себе, будто неопределенность имеет место лишь в термодинамических и квантовомеханических явлениях. Скорее всего неопределенность в этих явлениях выступила настолько отчетливо, что невозможно было уже от нее отвлечься, как это случилось при построении классической механики. Теперь же, выявив «развитые» формы неопределенности, научная мысль обратилась и к изучению классической механики под углом зрения неопределенности. Вывод, который следовал из такого рассмотрения, достаточно четко сформулирован Л. Бриллюэном в книге, вся вторая часть которой и посвящена доказательству существования неопределенности в классической механике (Л. Бриллюэн, 1966). И хотя с рядом положений Л. Бриллюэна мы согласиться не можем (он, например, часто отождествляет неточности, ошибки с неопределенностями, неверно трактует принцип детерминизма и т. д.), тем не менее вывод об объективном существовании неопределенности, который иллюстрируется многочисленными примерами, представляется полностью справедливым. Причем основной источник этой неопределенности отнюдь не связан со случайными явлениями, а обусловлен действием возмущений на познавательный процесс.

Правда, Л. Бриллюэн в соответствии с субъективистским толкованием соотношения неопределенностей В. Гейзенбергом пытается представить такие возмущения только как воздействие субъекта на объект. Он, например, пишет: «Изолировать эксперимент от окружающего мира недостаточно: нужно еще изолировать наблюдателя от его аппаратуры, а такая изоляция не может быть полной, поскольку это исключило бы всякую возможность наблюдения. Следовательно, определенной связи между наблюдателем и аппаратурой избежать нельзя...» (Л. Бриллюэн, 1966, стр. 49). Конечно, связи между наблюдателем (субъектом) и объектом познания избежать нельзя и это, несомненно, является одной из причин научной неопределенности, но ведь и объект и субъект познания также нельзя изолировать полностью от внешней среды. Поэтому научная неопределенность имеет более сложный характер, чем это представляет Л. Бриллюэну, она обусловлена всеобщей связью и взаимодействием вещей.

Если ограничиться только квантовой механикой и присущей ей формой неопределенности, то можно прийти к выводу о том, что понятию неопределенности свойственны следующие наиболее общие существенные признаки. Во-первых, это отсутствие резких граней между свойствами и состояниями явлений природы; во-вторых, преобладание зависимости свойств, состояний явлений друг от друга над их относительной независимостью; в-третьих, проявление необходимости не как неизбежности, а как возможности и случайности (В. С. Готт, 1968, стр. 25).

Напротив, определенность характеризует такую форму объективного существования явлений, которая обладает признаками: 1) наличием резко выраженных граней между состояниями явлений природы; 2) относительной независимостью свойств, состояний явлений друг от друга; 3) выражением необходимости через однозначность переходов возможности в действительность (В. С. Готт, 1968, стр. 25). Причем невозможность каких-то состояний, переходов, преобразований является, по-видимому, одним из главных признаков характеристики понятия определенности.

Между неопределенностью и определенностью существует глубокая взаимосвязь и взаимообусловленность. Определенность явлений природы существует только на основе их неопределенности, возникает из нее и является ее стороной; неопределенность — это определенность в ее становлении.

Долгое время явления природы изучались со стороны их определенности, это конкретно выражалось в лапласовской форме детерминизма, метафизическом методе, абсолютизирующем относительную независимость явлений природы. Неопределенность же в этот период, как впрочем и случайность, приписывалась в основном несовершенству наших знаний, неточности приборов и т. п. Оставалось в тени даже то обстоятельство, что объективная неопределенность входит в содержание принципа физической относительности, второго начала термодинамики (в его статистической интерпретации), пространственной локализации любых (а не только квантомеханических) процессов. Нельзя сказать, что неопределенность здесь не исследовалась, но она носила неявный, неосознанный характер, само же понятие неопределенности, как правило, не использовалось и не выделялось сколько-нибудь четко, — это был еще период предыстории становления понятия неопределенности. На формирование категорий определенности и неопределенности, без сомнения, огромное влияние оказала именно квантовая механика, которая, по существу, вскрыла первую особенную форму понятия неопределенности, причем одновременно формализовала это понятие в виде соотношений Гейзенберга. Этот толчок со стороны квантовой механики для развития рассматриваемых понятий трудно переоценить — он явился началом выявления других особенных форм понятия неопределенности и постепенным превращением его во всеобщую категорию познания.

Это замечание тем более справедливо, если учесть, что философы интересовались категориями определенности и неопределенно-

сти гораздо раньше естественников. Еще Анаксимандр полагал, что «неопределенное» (первовещество, апейрон) породило все известные, определенные виды вещества. У Аристотеля в его учении о «формах» материя также выступает как нечто неопределенное и, лишь приобретая «форму», превращается в определенные вещи.

В той или иной степени категории определенности и неопределенности использовались многими философами, но из домарксистских философов лишь Гегель уделил им наибольшее внимание. Его исходное бытие — неопределенно. «Оно свободно от определенности по отношению к сущности, равно как еще свободно от всякой определенности, которую оно может получить внутри самого себя» (Гегель, 1937, стр. 66). Гегель исследует (в идеалистическом плане) диалектику определенности и неопределенности и, хотя он не дал четкого определения рассматриваемых понятий, тем не менее можно сделать вывод, что его (сущая) определенность есть качество (Гегель, 1937, стр. 103), результат становления наличного бытия как бытия с некой определенностью. Своеобразие качественной определенности заключается, по Гегелю, в том, что она «едина с бытием», в отличие от количественной определенности, которая не тождественна с бытием и при изменении в известных пределах не ведет к изменению качества (Гегель, 1929, стр. 184—185; 1937, стр. 380, 406—408).

Подобная трактовка определенности и неопределенности играла свою роль в системе категорий гегелевской диалектики, но она не была воспринята развивающейся наукой, в особенности естествознанием. Причину этого, без всякого сомнения, следует полагать в объективно-идеалистическом характере рассматриваемых категорий у Гегеля, связанных у него с категориями «бытие» и «ничто» и их взаимным обратимым переходом (становлением), также трактуемыми объективно-идеалистически. В современном естествознании и кибернетике понятия определенности и неопределенности связываются прежде всего с категориями, которые получили диалектико-материалистическое истолкование и развитие в работах основоположников научной философии.

К. Маркс, Ф. Энгельс и В. И. Ленин также использовали понятия определенности и неопределенности. В. И. Ленин многое сделал для выявления диалектики определенности и неопределенности в познавательном процессе, в частности, при обосновании относительной и абсолютной истины, при характеристике предметно-практической деятельности общественно-исторического человека и т. д. В. И. Ленин критикует И. Петцольдта, считавшего, что он открыл закон однозначности, который якобы не допускает неопределенности в природе, а требует от нее лишь определенности, закономерности, причем это требование определенности природы якобы диктуется нашим мышлением, а природе остается только подчиняться этому требованию. В. И. Ленин показывает, что определенность и неопределенность присущи самой объективной реальности, а не только деятельности человека (см. В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. — Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 167—168).

В настоящее время уже не только философами, но и естествоиспытателями осознается важность категорий определенности и неопределенности для познания действительности (примером этого могут служить работы Л. Бриллюэна). И вполне понятно, что появление работ философов и естествоведов, где не только делается попытка определения этих категорий, но и производится ретроспективный анализ развития научного знания под углом зрения становления неопределенности, является свидетельством той важной роли, которую приобретают рассматриваемые здесь категории в современном научном познании (Л. М. Курчиков, 1970).

Интерес ученых-естествоиспытателей к понятию неопределенности связан с увеличением роли вероятностно-статистических представлений в науках о природе. Это привело к определенной эволюции стиля мышления естествоиспытателей от классических представлений, базирующихся на определенности, к квантово-статистическим и кибернетико-вероятностным представлениям, где доминирующую роль играет уже неопределенность. Ориентация, направленность естественнонаучного познания от определенности к неопределенности не должна тем не менее служить основанием для вывода, что вообще в реальном мире неопределенность превалирует над определенностью. Подобный вывод кажется столь же сомнительным, как и развенчанное затем представление о том, что единственной формой бытия (в интересующем нас плане) является определенность. Логико-гносеологическое движение в сторону неопределенности отражает, на наш взгляд, лишь факт осознания как неправомерной практиковавшейся ранее абсолютизации определенности, равно как и признания существования, наряду с определенностью, также и неопределенности. В объективной действительности в общем случае определенность и неопределенность взаимосвязаны, ни одна из них не «возвышается» над другой, здесь нет отношения субординации, как нет таких отношений, скажем, между возможностью и действительностью. Однако в конкретных ситуациях (как объективных, так и познавательных) вполне возможно, что на первый план может выступать в данный момент лишь одна из противополоствующих тенденций — или определенность или неопределенность, так же как и в различных сферах действительности проявляются те или иные особенности их формы.

Важная роль категории неопределенности в научном познании осознавалась многими учеными. Хорошо известны также попытки обобщения статистической теории информации, вывода ее за рамки физики, в область гносеологии, попытки трактовать неопределенность и определенность уже не только как категории специальных наук, но и как всеобщие категории познания. Одна из таких попыток связана с именем Бора, с принципом дополнительности, который в некотором смысле представляет собой один из способов (и, конечно, не самый удачный) выражения связи, единства в познании определенности и неопределенности.

Другой формой выражения наличия и соотношения определенности и неопределенности является «негэнтропийный принцип ин-

формации» Л. Бриллюэна (Л. Бриллюэн, 1960, 1966). Сама по себе идея Бора и Бриллюэна об обобщении особенных форм понятий неопределенности и определенности, выяснении их теоретико-познавательной роли является правильной. Однако с их конкретной реализацией в названных принципах Бора и Бриллюэна далеко не во всем можно согласиться. Рассмотрим, например, негэнтропийный принцип информации. При его формулировке Л. Бриллюэн поставил перед собой задачу на базе теоретико-информационных представлений обобщить все известные виды научной неопределенности — в термодинамике, квантовой механике, классической механике и в самой теории связи. Однако такая задача оказалась невыполнимой. И это мимоходом признает и сам Л. Бриллюэн, когда пишет, что «квантовую неопределенность нельзя свести к негэнтропии информации, а негэнтропию информации — к квантовой неопределенности» (Л. Бриллюэн, 1966, стр. 41). Этот вывод подтверждается и теми конкретными формулами, которые приводятся Л. Бриллюэном.

Такая неудача Л. Бриллюэна является вполне закономерной. Она объясняется прежде всего методологическими пороками самого исполнения замысла. Ведь Л. Бриллюэн попытался решать гносеологическую проблему, избегая, как он полагал, всякую философию. Вместо философии такой общей базой он выбрал теорию информации — и именно здесь он просчитался. Хотя теория информации в трактовке понятия неопределенности и представляется весьма абстрактной теорией, она все же не достигает той всеобщности, а главное, — глубины и богатства, которые может сообщить этому понятию лишь научная философия. Старательно избегая всяких «измов», Л. Бриллюэн выбрал неверный путь исследования проблемы категорий определенности и неопределенности (хотя при этом высказал ряд очень интересных мыслей).

Верный путь раскрытия содержания понятий определенности и неопределенности не может проходить в стороне от пути, предуказанного материалистической диалектикой. Именно на основе марксистской философии, осваивая и диалектически обобщая данные современного естествознания, удастся выявить действительное содержание и познавательную роль рассматриваемых парных категорий. При этом философское осмысление естественнонаучного материала отнюдь не обязательно должно начинаться сразу же с «глобального» охвата всех известных науке видов неопределенности; оно может, например, начаться с анализа неопределенности в физике, теории информации и т. д.

В философском плане важно не только установить объективность неопределенности и определенности, их развитие и особенные формы, но и выявить общее и специфическое в проявлениях определенности и неопределенности в объективном мире и в познании. Философское познание шло от понимания неопределенности лишь как черты, присущей человеческому познанию (например, у французских материалистов), через отождествление духовного и природного (у Гегеля) к четкому делению неопределенности на объективную

и субъективную. Субъективная неопределенность не сводится целиком к отражению объективной неопределенности (хотя эта последняя является основой первой). Субъективная неопределенность может характеризовать и специфически логические ситуации, отражать не только свойство материальных, но и идеальных систем. В частности логическая неопределенность имеет свою специфику сравнительно с объективной неопределенностью (например, может не быть связанной со случайностью).

Как справедливо замечает А. А. Зиновьев, неопределенность квантора «отлична от неопределенности, которая может иметь место в основе. Более того, эти неопределенности совершенно независимы» (А. А. Зиновьев, 1967, стр. 149). Нам думается, что применение понятия неопределенности в логике, так же как и понятия логической вероятности, вполне правомерно и нуждается в дальнейшем исследовании.

Итак, определенность и неопределенность характеризуют как объективную действительность, так и отражение ее в формах деятельности субъекта и рефлексию самой этой деятельности. Но не только экстенсивное требование дает основание считать эти категории всеобщими категориями познания. Всеобщность, гносеологический охват широкого круга предметов этими понятиями дополняется и достаточной их содержательностью, позволяет использовать их в качестве методологически эффективных средств научного познания. Эта направляющая роль категорий определенности и неопределенности свидетельствует о том, что они займут видное место не только в физике, кибернетике, биологии, экономике и других специальных науках, но, по-видимому, и в системе категорий материалистической диалектики.

Вышеприведенные соображения о понятии неопределенности необходимы в свете нашей темы потому, что в статистической теории информации понятие количества информации определяется не только в связи с понятием вероятности, но и с понятиями определенности и неопределенности.

Количество информации. Предметом теории информации является определенный аспект такого объекта, как информация (здесь под объектом понимается объект познания, т. е. объектом могут быть и свойства материи). Во-первых, это количественная сторона — теория отвлекается от качества информации, смысла, ценности, разнородности и т. д. Во-вторых, это лишь некоторый аспект количества, выражающий изменение неопределенности в связи с вероятностью. Хотя, как уже говорилось, неопределенность является предметом исследования и других наук (термодинамики, квантовой механики и т. д.), но в этих науках неопределенность приобретает некоторый качественный оттенок, это неопределенность особого рода. В статистической теории информации неопределенность бескачественная (конечно, относительно неопределенности, с которой имеют дело названные науки). Причем процессы, которые приводят к снятию неопределенности (в особенности при передаче сообщений по каналам связи), считаются такими, которые приносят информа-

цию. Снятие неопределенности выступает как процесс получения информации³.

Степень снятой неопределенности в результате передачи сообщений в статистической теории называется *количеством информации*, или, точнее, *индивидуальным* количеством информации, ибо это количество информации от одного события, вероятность которого известна.

Количество информации в соответствии с приведенным определением есть в известном смысле противоположность неопределенности, а значит и диалектическое отрицание неопределенности, ее снятие. Рассматривая связь понятий вероятности, неопределенности и количества информации, мы замечаем их диалектическую противоречивость. Эта противоречивость⁴ связана именно с содержательным аспектом понятий. Связь этих понятий в конечном счете осуществляется в результате движения противоположностей, в результате отрицания. Например, понятие количества информации есть отрицание понятия неопределенности и в то же время отрицание отрицания понятия вероятности. Однако эта противоречивость обнаруживается лишь в том случае, если мы начинаем выявлять их содержание, рассматриваем движение понятий, их генезис. Именно на этом пути и можно понять «механизм» образования новых понятий, который прошла в своем развитии теория информации⁵. Выявление и разрешение противоречий понятий ведет к созданию новых — в этом важнейшая особенность процесса научного творчества. Однако, справедливо замечает Н. Н. Семенов, «как правило, ученые в своих статьях никогда не касаются этой предварительной работы мысли» (Н. Семенов, 1968, стр. 53). Действительно, прочитав основополагающую статью К. Э. Шеннона, мы не обнаружим перехода от одного понятия (и противоположности) к другому понятию (и противоположности) в содержательном аспекте. К. Э. Шеннон излагает уже готовые результаты своего хода мыслей и лишь изредка делает намеки о содержании вводимых им понятий. Для того чтобы понять, объяснить, а затем и предвидеть развитие концепции информации, необходимо выявить содержание и движение ее основных понятий, связь содержания понятия информации с другими понятиями, через которые оно определяется в формальном отношении. Лишь на пути анализа формального аппарата теории (и ее приложений) в связи с движением содержания ее понятий можно в значительной мере понять возникновение нового знания в любой отрасли науки, в том числе и в теории информации. Поэтому выявлению противоречий в

³ Мы считаем, что лучше говорить не об уничтожении, а о снятии неопределенности. Далее будет показано, что получение информации — это не только уничтожение чего-то, но и приобретение.

⁴ Под «противоречием» мы здесь и далее понимаем именно диалектическое противоречие, так же как под «отрицанием» — диалектическое отрицание.

⁵ Рассматривая здесь и далее противоречия развития понятий, мы их считаем отражением противоречий практических, именно эти последние и служат стимулом развития понятий. Во многих случаях мы специально будем останавливаться на соответствии логического развития теории практике ее приложений.

содержании понятий, которые рассматриваются в данной работе, мы придаем важное значение. И в этом также пытаемся следовать известным методологическим высказываниям В. И. Ленина (в «Философских тетрадах» и других трудах).

Современная статистическая теория информации фактически не занимается изучением понятия индивидуального количества информации. Содержание этого понятия входит в более сложные понятия количества информации в снятом виде. Здесь мы опять обращаем внимание на существование различных форм, различных уровней абстракций понятия количества информации.

Наиболее известным понятием количества информации является *среднее количество информации*, называемое еще абсолютной негэнтропией⁶, поскольку она с отрицательным знаком идентична формуле энтропии (в статистической интерпретации) — величины, введенной в физику еще Больцманом. Однако формула энтропии «работала» только в статистической физике и до Шеннона не предполагалось, что ее можно распространить на более широкую область явлений. Современная же статистическая теория информации работает в сфере любых случайных событий, где бы они ни имели место, — в теории связи, лингвистике, экономике, биологии и т. д. Термодинамическая энтропия (с отрицательным знаком) предстает с точки зрения теории информации лишь как частный случай, особенная форма количества — для физических объектов, подчиняющихся статистическим закономерностям. Понятие количества информации, следовательно, есть логическое *обобщение* в определенном аспекте понятия энтропии в физике⁷.

⁶ Формула Шеннона устанавливает не индивидуальное количество информации (для одного события), а *среднее* для данной совокупности событий. Для этого логарифм вероятности умножается на саму вероятность события и все эти величины с отрицательным знаком складываются. В отличие от индивидуального количества информации, которое зависит лишь от вероятности данного события (а это последнее в свою очередь зависит от общего числа событий в совокупности), количество информации по Шеннону зависит не только от количества событий в совокупности, но и от *распределения их вероятностей*. Так, если в совокупности с конечным числом событий вероятности этих событий равны, то каждое из них максимально неопределенно. Формула Шеннона позволяет определить количество информации событий в том случае, когда мы заранее знаем вероятности их наступления. В том же случае, когда мы их не знаем, формула Шеннона уступает место формуле Хартли.

⁷ Несмотря на то, что математические формулы количества информации и энтропии по Больцману отличаются лишь знаком, все же между ними есть существенное различие. Это различие не формальное, а содержательное, вытекающее из интерпретации вероятностей, входящих в указанные формулы. Вероятности в формуле энтропии по Больцману относятся к газу — вообще к статистическим, физическим и химическим объектам, имеющим отношение к тепловому движению. В силу этого распространить законы статистической термодинамики, скажем на лингвистику или на экономику, было бы бессмысленным, ибо эти науки не занимаются изучением «лингвистической» и «экономической» энергии или теплоты. Однако можно абстрагироваться от некоторых особенностей содержания объектов изучения термодинамики, лингвистики и других наук и выделить в них нечто общее, что присуще действующим в них статистическим закономерностям. Этим общим может оказаться, например, наличие неопределенности в тех или иных случайных явлениях, и изменение этой неопределенности может изучать-

До сих пор мы рассматривали только прерывные, дискретные совокупности, что является, конечно, односторонним. Как справедливо замечает Р. А. Аронов (развивая мысли, высказанные еще Гегелем), истинная диалектика прерывного и непрерывного такова: «непрерывное содержит в себе дискретное и само является стороной дискретного, в то время как дискретное содержит в себе непрерывное и само является стороной непрерывного. Природа не есть нечто абсолютно дискретное, так же как она не есть нечто абсолютно непрерывное. Она представляет собой единство непрерывности и дискретности, которое может выступать то одной, то другой своей стороной, но и в том и в другом случае не перестает быть их единством» (Р. А. Аронов, 1966, стр. 169—170).

Теория, описывающая информационные свойства лишь дискретного, является логически (теоретически) односторонней. Из объективной взаимосвязи названных всеобщих свойств материи следует возможность построения теории, где изучался бы не только дискретный, но и непрерывный аспект количества информации. (Необходимость такого расширения выступает, конечно, не только как чисто логическое требование. Это последнее является отражением практики приложений теории информации, например, в технике связи.) Поэтому вполне закономерны попытки распространения формулы среднего количества информации на непрерывные множества (континуум), в результате которых появилось понятие *относительной негэнтропии*.

Относительной негэнтропией новая формула называется потому, что в ней негэнтропия какого-либо опыта выражена не сама по себе, а по отношению к другому опыту. Если определить энтропию опыта саму по себе, т. е. по формуле Шеннона, то получится бесконечность, ибо это опыт с непрерывным числом исходов. Поэтому для того, чтобы могла быть получена конечная степень неопределенности, необходимо объединять в один исход группу непрерывных исходов, так, чтобы их множество уже получилось конечным, т. е. сравнить данное непрерывное множество с другим (А. Г. Витушкин, 1959, стр. 19). Можно объединить непрерывные исходы в группы, пренебрегая исходами, отличающимися друг от друга менее, чем на некоторое малое число (эпсилон). В результате такой операции объединения непрерывных событий в группы (классы) степень не-

ся методами теории информации. Современная статистическая теория информации «работает» в сфере любых случайных явлений, вычленив из них лишь аспект, связанный с изменением неопределенности. Поэтому можно теорию информации рассматривать как некую общую теорию, в определенном смысле обобщающую представления, конечно, далеко не все, статистической термодинамики. Из этого не следует, что можно отождествлять обе теории. При рассмотрении статистической термодинамики и теории информации следует исходить из диалектики тождества и различия — наличие общих, тождественных черт отнюдь не ведет к их полному отождествлению, так же как и наличие отличных черт этих теорий не говорит о том, что различие между ними абсолютно. Между тем в философской и естественнонаучной литературе можно встретить точки зрения, абсолютизирующие либо тождество рассматриваемых теорий, либо же их различие.

определенности опыта оказывается уже конечной. Но это устранение бесконечностей получается благодаря тому, что неопределенность измеряется относительно заданной точности, стандарта (эпсилон), который как бы играет роль заданной системы координат (лишь в этом случае бесконечности исчезают, вычитаются). Количество информации в самом общем случае измеряется как разность степеней неопределенности двух систем — именно это позволяет избежать бесконечностей (одна бесконечность вычитается из другой бесконечности).

Идея относительной негэнтропии была высказана еще К. Э. Шенноном. «В дискретном случае, — писал он, — энтропия измеряет абсолютным образом степень случайности значения рассматриваемой случайной величины. В непрерывном случае это измерение производится относительно *заданной системы координат*... В непрерывном случае энтропия может рассматриваться как мера случайности *относительно принятого стандарта*, а именно выбранной системы координат...» (К. Э. Шеннон, 1963, стр. 299).

Может показаться, что задание уровня, стандарта точности, или, что то же, задание «системы координат» приводит к субъективному пониманию количества информации (ведь первоначальная формула Шеннона не зависела от выбора системы координат, а значит и от наблюдателя, ученого). Однако такой вывод будет поспешным. Дело в том, что логико-гносеологическая операция объединения непрерывных событий в группы отражает определенные особенности объективно-реальных явлений. Эти особенности заключаются в том, что материальным явлениям *объективно* присуща неопределенность (диалектически связанная с определенностью) и в силу этого абсолютно точного измерения произвести невозможно.

В связи с тем, что более общей формулой количества информации оказывается не формула абсолютной негэнтропии, а формула относительной негэнтропии, на ней строится вся современная статистическая теория информации. Были выявлены свойства обобщенной формулы количества информации (И. М. Гельфанд, А. Н. Колмогоров и А. М. Яглом, 1956). Р. Л. Добрушиным показано, что все основные результаты теории информации можно получить, основываясь на этом определении (Р. Л. Добрушин, 1959).

Количество информации (и, как будет далее показано, само понятие информации) выступает как некоторое отношение двух или нескольких систем. Это как бы нечто, содержащееся в одной системе относительно другой. Анализ связи понятия отношения и понятия информации содержится в работе Н. Н. Жукова-Вережникова (Н. Н. Жуков-Вережников, 1966, стр. 32—48). Представление о количественном аспекте информации как о некотором отношении двух систем имеет важное значение для общего определения понятия информации.

Итак, попытки применения (распространения) формулы абсолютной негэнтропии на непрерывные множества выявили противоречия, которые в философских категориях выражаются в виде противоречий прерывного и непрерывного, конечного и бесконечного.

Конкретное разрешение этих противоречий привело к видоизменению формулы Шеннона и именно этой обобщенной формулой пользуется современная статистическая теория информации. Новая формула оказалась применимой и к дискретным и к непрерывным совокупностям. Тем самым современная, более общая статистическая теория информации обнаруживает движение, развитие в направлении, указанном принципом соответствия.

Ограничение предмета статистической теории информации исследованием процессов количественного изменения неопределенности и применение для этих целей лишь вероятностно-статистических методов привело к новым представлениям об объеме понятия информации. Именно — объем понятия информации стал пониматься расширительно — считалось, что информация характеризует не только процессы общения, коммуникации в человеческом обществе, но и вообще все процессы, которым присущи статистические закономерности. Само понятие «количество информации» адекватно описывает статистические процессы, связанные не только с хранением информации, но и с ее передачей и преобразованием. В этом толковании, замечает Р. Л. Добрушин, «теория информации включает в себя совокупность применения различных математических (и в первую очередь статистических) методов к исследованию проблем передачи, хранения и извлечения информации» (Р. Л. Добрушин, 1966, стр. 13).

Ядром, основой этого представления о теории информации, по-видимому, может считаться раздел, связанный с оптимальным кодированием и декодированием информации. Методы оптимального кодирования информации, как отмечается далее Р. Л. Добрушиным, кроме статистических идей, используют и алгебраические идеи комбинаторного характера, причем, наиболее плодотворным оказывается направление, использующее синтез этих идей (Р. Л. Добрушин, 1966, стр. 13).

Если ограничиться лишь анализом статистической теории информации, развития ее понятий количества информации (индивидуального количества информации, абсолютной и относительной негэнтропии), и отвлечься от использования невероятностных (алгебраических) методов, то можно прийти к выводу о статистической природе информации. Можно было бы считать, что информация есть только там, где происходят вероятностно-статистические процессы. Именно к такому выводу и приходили некоторые ученые. Исходя из традиционной схемы построения понятия количества информации, т. е. из того, что понятие вероятности (и связанные с ним понятия случайности и возможности) логически предшествует понятию «количество информации», считалось, что теория информации — раздел теории вероятностей.

Развитие науки показало, что жесткая логическая схема, ставшая традиционной (теория вероятности → теория информации), оказалась недостаточной. Необходимость появления невероятностных подходов в теории информации вытекает из следующих логических (диалектико-логических) соображений.

В логическом развитии теории информации ясно прослеживается противоречие случайного и необходимого, возможного и действительного. Уже появление статистической теории информации выявило эти противоречия и показало логическое неравноправие названных всеобщих категорий в построении научной теории. В самом деле, в этой теории на первом плане выступали именно случайность и возможность, статистичность, а логически вторичными, производными от них — необходимость и действительность, динамичность. Короче говоря, логическим следствием такого подхода явилось то, что понятие количества информации выводилось из понятия вероятности.

В этом статистическом варианте теории информации еще не была осознана неразрывная взаимосвязь упомянутых противоположных категорий. Их логическая асимметрия указывала на противоречие, содержащееся в подобном варианте. Разумеется, это не формально-логическое, а диалектико-логическое противоречие, разрешение которого преследовало цель установления логической взаимосвязи названных категорий. Ведь логические формы должны отражать объективно существующую противоречивую взаимосвязь возможного и действительного, случайного и необходимого. Объективно-реально возможность и действительность, случайность и необходимость не находятся в отношении полной субординации, абсолютной первичности и вторичности, как это получилось в статистическом варианте теории информации. Именно потребность в преодолении этого противоречия привела к появлению нестатистических, невероятностных подходов в теории информации, которые мы рассмотрим в следующем параграфе. Здесь уже в качестве логически первичного могли выступать действительность и необходимость. Это, конечно, тоже односторонняя, ограниченная логическая схема, но своим появлением она обязана естественному развитию внутренних противоречий, содержащихся в статистической теории. И лишь в сумме, во взаимосвязи, статистические и нестатистические подходы в определенной степени реализуют необходимую взаимосвязь всеобщих противоположных характеристик (указанных парных категорий).

§ 2. Методологические аспекты невероятностных (нестатистических) подходов в теории информации

Анализируя невероятностные (нестатистические) подходы в теории информации, мы отнюдь не преследуем цель «принизить» роль вероятностных идей. Статистическая теория информации по-прежнему остается главной и наиболее развитой частью учения об информации. Однако наряду с ее дальнейшим развитием и применением появляются новые подходы, математические и логические средства исследования информации, которые, хотя и менее развиты (а некоторые из них еще не нашли своего практического применения), пуждаются в методологическом исследовании. Необходимо учиты-

вать, что теория информации, возникнув из практических потребностей, «формировалась в значительной мере в результате логического развития самой теории, в известной степени независимо от потребностей практики, путем абстрагирования от тех разнообразных конкретных объектов, в которых происходят процессы передачи, приема, хранения, распределения и преобразования информации» (В. И. Сифоров, 1968, стр. 395). В этом случае особую роль приобретает философское, методологическое обоснование подобного развития теории информации, в частности ее нарождающихся невероятностных вариантов (особенных форм).

В логическом развитии рассматриваемой теории ясно прослеживается диалектическое противоречие случайного и необходимого, возможного и действительного. Разработка статистической теории информации выявила, обострила эти противоречия, показала неравноправие упомянутых всеобщих категорий в формальных теоретических построениях. Если в развитии теории информации появились указанные противоречия и если ставится проблема их преодоления, то естественно, выходя за рамки теории вероятностей, обратиться к более общей математической теории. Таких теорий, включающих в себя теорию вероятностей и некоторые невероятностные теории, несколько (например, σ -алгебра и др.). Однако наиболее общей из них является теория множеств. Поэтому можно ожидать (и в действительности так получилось), что построение невероятностных концепций информации будет происходить именно на базе теоретико-множественных представлений (хотя существует вариант и «конструктивного» направления в теории информации).

Первым подходом, носящим ярко выраженный теоретико-множественный характер, явился комбинаторный (комбинаторика — теория конечных множеств). Простейшее определение комбинаторного количества информации — это логарифм мощности множества, что по форме совпадает с формулой Хартли, т. е. с формулой статистического количества информации с равными вероятностями.

Это совпадение, по-видимому, и привело к тому, что некоторое время комбинаторный подход не считался чем-то самостоятельным. Возможно, здесь сыграло свою роль и то обстоятельство, что наиболее бурному своему развитию комбинаторика обязана теории вероятностей. Однако тождество частных случаев статистического и комбинаторного количества информации не должно заслонять от нас их различия, своим основанием уходящим в различие идей комбинаторики и теории вероятностей. Теория вероятностей в качестве главных рассматривает случайные события, множество которых может быть и конечным и бесконечным, а комбинаторика изучает именно конечные совокупности, независимо от того, являются ли они случайными или неслучайными.

Наиболее развитым является такой вариант комбинаторного подхода в теории информации, как энтальпия. Определяя энтальпию (как и энтропию), сравнивают энтропию данного бесконечного множества с энтропией той же совокупности, покрытой сетью множеств диаметром не более энтропии.

Идеи энтальпии-энтропии зародились совершенно независимо от статистической теории информации. Еще в написанной в 1931 г. Л. Понтрягиным и Л. Шнирельманом статье вводится функция, которая в дальнейшем оформилась в понятие энтальпии-энтропии (Л. Понтрягин и Л. Шнирельман, 1948). Как следует из обширной математической литературы по этому вопросу, комбинаторное определение количества информации развивается совершенно независимо от статистического. Это обстоятельство специально подчеркивалось А. Н. Колмогоровым и В. М. Тихомировым: «Связь... исследований (по энтальпии-энтропии. — А. У.) с вероятностной теорией информации имеет в настоящее время лишь характер аналогий и параллелизма» (А. Н. Колмогоров и В. М. Тихомиров, 1959, стр. 4).

На примере статистического и комбинаторного определений количества информации уже видно их тождество и различие. Вначале выявляется, что статистические совокупности сходны, тождественны в каких-то аспектах с другими математическими структурами, не сводимыми в общем к статистическим. Для этих новых структур (например, комбинаторных) вводится определение количества информации, которое в чем-то похоже, но в чем-то отличается от статистического определения количества информации. Поэтому при определении общего понятия информации возникает, в частности, проблема выделения из всех особенных форм понятия «количество информации» тех признаков, свойств, которые могли бы лечь в основу содержания понятия.

Наряду с комбинаторным определением количества информации существуют работы, где понятие энтропии применяется и для характеристики динамических систем (Я. Синай, 1959). Здесь динамические системы понимаются не в плане противопоставления статистическим, а как противоположность статистическим. Эта противоположность в философском отношении связана с различием в характере причинно-следственных отношений. Статистические системы имеют многозначное отношение между причиной и следствием, а динамические — взаимно-однозначное соответствие. Статистические и динамические структуры (системы) входят в такие общие математические структуры, как σ -алгебра.

Существуют попытки применить понятия теории информации к топологическим структурам, причем первый такой подход принадлежит, по-видимому, Н. Рашевскому. Он связывает понятие топологического количества информации с понятием различия вершин графов, полагая, что «если мы имеем большое число не отличимых друг от друга единиц, то содержание информации в каждой единице и во всей совокупности равно нулю» (N. Rashevsky, 1955, стр. 230). В том случае, если элементы данной совокупности различаются между собой, совокупность обладает некоторым количеством информации. Основная идея Н. Рашевского состоит в том, чтобы посредством количества информации измерять совокупность топологических различий. Так, например, в графе вершины могут различаться по степеням и поэтому граф, вершины которого не различаются по степени, содержит нулевое количество информации.

Топологический подход к определению понятия количества информации развивается также в работах Г. Карремана (G. Karreman, 1955), Э. Тракко (E. Trusso, 1956 а, б), Г. Пикара (G. Picard, 1966) и др. Можно полагать, что он найдет широкое применение в физике, химии, биологии и других науках.

Наконец, последний из рассматриваемых здесь нестатистических подходов к определению количества информации был предложен А. Н. Колмогоровым (А. Н. Колмогоров, 1965б). Речь идет об *алгоритмическом* подходе, связанном, с одной стороны, с обобщением статистического определения количества информации, с другой стороны (в чем и заключается специфика подхода), — с теорией рекурсивных функций. Обобщение статистического определения количества информации рассматривалось в предыдущем параграфе, когда речь шла об относительной негэнтропии. Обобщенная формула в статистической теории определяет количество информации $I(A, B)$ о случайной величине A , содержащейся относительно другой случайной величины B .

Полагается, что для двух объектов A и B существует программа P получения B из A , минимальная длина которой и является алгоритмическим количеством информации, или сложностью B относительно A . Длина программы выступает как некоторый алгоритм, т. е. последовательность операций, которые в необходимом порядке надлежит выполнить для того, чтобы воспроизвести исходный объект. Чем больше разнообразие элементов и отношений порядка в исходной последовательности, тем более сложной (более длинной) оказывается программа. Алгоритмическое определение понятия количества информации вводится по аналогии с понятием относительной негэнтропии и выступает как функция связи, отношения двух объектов (систем) и выражает относительное количество различия (или тождества) этих объектов.

Итак, существуют по меньшей мере четыре различных невероятных подхода к определению понятия количества информации. Все они обнаруживают нечто общее с вероятностно-статистическим подходом, но все же отличаются от него. Основное внимание мы пока уделяем различию между ними, ибо о тождестве речь будет идти в следующем параграфе. Основным выводом этого параграфа можно считать установление важного положения, которое отчетливо было сформулировано А. Н. Колмогоровым, что «информация по своей природе — не специально вероятностное понятие» (А. Н. Колмогоров, 1965а, стр. 95).

Этот вывод может быть усилен и соображениями, о которых мы будем говорить дальше. Оказывается, возможно не только определение количества информации без вероятности, но и *определение вероятности посредством количества информации*. В настоящее время предполагается изменение соотношения между теорией информации и теорией вероятностей.

Мы уже говорили об аксиоматическом обосновании теории вероятностей А. Н. Колмогоровым. И вот через тридцать пять лет после первого аксиоматического обоснования теории вероятностей

А. Н. Колмогоров делает попытку нового обоснования этой теории, отправляясь от предложенного им алгоритмического определения понятия количества информации.

Упомянув об этом последнем определении, мы отмечали, что последовательность максимальной «сложности» и есть программа самой себя. Если такая последовательность (как некоторое конечное множество из очень большого числа элементов) имеет «сложность», близкую к комбинаторному количеству информации (логарифму мощности множества), то элементы такого множества могут рассматриваться как *случайные события*. Действительно, в таком множестве все элементы отличны друг от друга и мы не можем предсказать, какой элемент может следовать за другим. Говоря языком теории информации, любые два элемента такой последовательности (множества) не содержат друг относительно друга информации. В переводе на язык теории вероятностей это означает, что такие элементы являются статистически независимыми.

Если же «сложность» элементов последовательности будет меньше, чем упомянутая выше, то это с точки зрения теории информации свидетельствует о появлении избыточности. А появление избыточности можно интерпретировать как появление статистических связей между элементами, корреляции. Наконец, когда «сложность» элементов последовательности минимальна (например, вся последовательность состоит из одного и того же элемента), то можно сказать, что первый элемент содержит информацию о всех других элементах последовательности. Такая последовательность уже не содержит случайных элементов — здесь мы имеем дело с одним лишь необходимым следованием одного и того же элемента. Таковы некоторые простейшие идеи, могущие пояснить новый «информационный» подход к обоснованию теории вероятностей. Таким образом, предполагается, что понятие количества информации предшествует понятию вероятности, а отношения между теорией информации и теорией вероятности «могут быть обратными современным, и не теория вероятностей будет основой высших разделов теории информации, а в основе теории вероятностей будут лежать понятия теории информации» (А. Н. Колмогоров, 1965 а, стр. 95).

Однако безвероятностное построение теории информации и обоснование на этой основе теории вероятностей возможно и с несколько иных позиций. Другой вариант обоснования теории вероятностей посредством теории информации дают польские ученые Р. С. Ингарден и К. Урбаник.

«Все определения информации, — отмечают эти ученые, — базировались на понятии вероятности. Мы же пытаемся изменить этот порядок, т. е. вначале дадим абстрактное определение информации и затем при помощи ее — понятия вероятности» (R. S. Ingarden and K. Urbanik, 1961, p. 314). В цитируемой статье содержится обоснование нового аксиоматического определения количества информации⁸ без помощи понятия вероятности.

⁸ Количеством информации (или просто информацией) авторы называют опреде-

Значительно более подробное обсуждение этих проблем дано в другой статье Р. С. Ингардена и К. Урбаника «Информация без вероятности», где определяется вероятность (строго положительная вероятностная мера каждого подкольца) на базе понятия количества информации (R. S. Ingarden and K. Urbanik, 1962). В этой статье Р. С. Ингарден и К. Урбаник отмечают, что информация кажется интуитивно более простым и более элементарным понятием, чем понятие вероятности. Оно дает более грубос и общее описание некоторых физических и других ситуаций, нежели вероятность. Следовательно, заключают они, информация представляет более примитивную ступень знания, чем вероятность.

В других работах Р. С. Ингарден развивает эти идеи в основном в плане построения более простой аксиоматики теории информации (R. S. Ingarden, 1963, 1965). Невероятностные идеи в теории информации и построение теории вероятностей на «информационной» основе привлекает внимание и других ученых (S. Guiăsu, 1969; B. Forte, 1968).

Задача, которая решается в работах Р. С. Ингардена, К. Урбаника и других ученых, в определенном отношении аналогична следующей. Выражение для количества информации (абсолютной негэнтропии) можно записать в виде математического ожидания⁹. Математическое ожидание в теории вероятностей обычно определяется на основе понятия вероятности. Определение понятия вероятности посредством количества информации сходно с аксиоматическим определением вначале математического ожидания, а затем на этой основе понятия вероятности.

Но математическое ожидание представляет собой более грубую, или, говоря фигурально, макроскопическую величину. Операция определения математического ожидания представляет собой как бы переход от «микроскопических величин» — распределения вероятностей — к «макроскопическому» значению — среднему значению. В то же время математическое ожидание превращает определенную совокупность (группу) случайных величин в неслучайную. Таким образом, классическое изложение теории вероятностей показывает, как из случайных («микроскопических») величин формируются неслучайные. Здесь в математическом плане конкретизируется превращение случайного в необходимое.

Но математический (логический) аспект, как было отмечено, связан с практическими приложениями. Рассмотрим пример из физики, который приводит Л. Бриллюэн. Пусть имеется сосуд с газом. «Газ, находящийся в сосуде, состоит из огромного множества беспрерывно движущихся молекул. Мы не можем знать точного положения и скорости этих частиц в тот или иной момент времени. Ми-

ленную вещественную функцию, заданную на некотором классе булевских колец и удовлетворяющую ряду аксиом (выражающих определенные отношения между количествами информации колец и их подколец, условия монотонности и т. д.).

⁹ Т. е. $H(x) = M[-\log p(x)]$, где $\log p(x)$ — логарифм вероятности любого состояния системы, рассматриваемый как случайная величина.

кроскопическая структура нам неизвестна, мы знаем лишь макроскопические величины, величины большого масштаба: давление, объем, температуру и химический состав. Эти величины можно измерить, но все подробности распределения молекул наблюдению не поддаются» (Л. Бриллюэн, 1966, стр. 27). Новая логика построения теории информации (как это отмечалось также Р. С. Ингарденом и К. Урбаником) находит свое приложение, ибо отражает одну из важных сторон взаимосвязи макро- и микромира.

Способ определения понятия вероятности на основе количества информации означает «макроскопический» подход вместо традиционного «микроскопического». Такой способ дал бы вместо статистической — информационную термодинамику, физику и т. д. (П. Шамбадаль, 1967, стр. 211—215).

Теоретическая схема построения теории вероятностей, термодинамики, статистической физики и т. д. на основе понятия количества информации также основана на взаимосвязи и взаимопревращении необходимого и случайного, но подходит к их изучению с другой стороны. Если в традиционном построении теории вероятностей исходят из первичности понятия вероятности и вторичности понятия количества информации, из того, что необходимость есть следствие случайности, то в предлагаемом построении теории вероятностей через количество информации первичное и вторичное, необходимость и случайность меняются местами. Все это, по нашему мнению, имеет глубокое философское звучание, оно предостерегает от абсолютизации необходимости или случайности, показывает, что они взаимопревращаются.

Мы видим, что развитие понятия количества информации в невероятностном плане приводит к важнейшим методологическим выводам о соотношении между теорией вероятностей и теорией информации. Но это ведет к необходимости ответа и на другие вопросы. В каком отношении теперь будут находиться теория вероятностей, теория информации и теория множеств? Как мы отмечали, ранее вполне привычным казалось аксиоматическое обоснование теории вероятностей на базе теории множеств, посредством введения специфической — *вероятностной* меры. Т. е. классическая схема соотношения теорий выглядела следующим образом: ТМ (теория множеств) → ТВ (теория вероятностей) → ТИ (теория информации). Вместо традиционной схемы предлагается новая: ТМ → ТИ → ТВ, которая иллюстрирует относительность дедуктивного вывода.

Итак, интенсивное развитие невероятностных подходов в теории информации, попытки обоснования понятия вероятности на основе понятия количества информации ставят под сомнение традиционное представление о соотношении этих понятий. Причем эта проблема оказывается важной как в математических теориях, так и в прикладных, например, таких, как термодинамика, статистическая физика, а возможно, и квантовая механика. Наличие подобной проблемы заставляет нас еще раз рассмотреть под этим углом зрения предисторию теории информации.

Иногда истоки идей об информации видят исключительно в статистических представлениях. Однако задолго до Шеннона и раньше Больцмана мысли, близкие к идеям теории информации, высказал Лаплас, знаменитый «демон» которого мог предсказать будущее лишь на основе динамических закономерностей. Нестатистические (динамические); невероятностные идеи передачи информации (или того, что мы сейчас называем сообщением) в какой-то мере предшествовали статистическим идеям. Это имело место и в более конкретных приложениях теории информации (например, в области биологии). Отрицая нестатистические, невероятностные представления, статистическая теория информации существенно продвинула вперед учение об информации. С нее и началась действительная история информационных идей.

Однако мы видели, что дальнейшее развитие вероятностных подходов в теории информации и ее приложениях привело к их отрицанию и к возрождению, но уже на более высоком уровне, нестатистических представлений. Более высокий уровень заключается, в частности, в развитии математизированных вариантов количественных и качественных теорий информации и в более широких идеях нестатистических подходов (когда, например, алгоритмический подход к определению понятия информации претендует на то, чтобы «поглотить» всю теорию вероятностей).

Поэтому, исходя из методологических соображений, связанных с законом отрицания отрицания, следует считать появление нового «невероятностного» этапа в учении об информации вполне закономерным. И в связи с этим сделанный А. Н. Колмогоровым вывод о невероятностной (в общем) природе информации может быть аргументирован и с позиции рассматриваемого закона.

Отрицание статистического подхода в теории информации нестатистическими подходами поставило вопрос о синтезе этих противоположностей. В настоящее время такого синтеза еще нет и невозможно сказать точно, какую форму он примет. Однако необходимо отметить наличие тенденции к такому синтезу в математических и других концепциях. Представляется, что математическая «синтетическая» теория информации, которая разрешит создавшееся противоречие между статистическими и нестатистическими подходами, включит их в снятом виде в качестве частных, предельных случаев. И в этом плане мы предполагаем, что статистический и такие подходы, как топологический, комбинаторный и динамический, могут быть объединены на базе теории множеств.

Но возникновение нестатистических подходов в теории информации привело к принципиально новому определению понятия количества информации — алгоритмическому. Нам представляется, что эти идеи А. Н. Колмогорова имеют не меньшее значение для развития теории информации, чем положения К. Э. Шеннона. Алгоритмический подход к определению понятия количества информации связан не только с противоположностью статистического (вероятностного) и нестатистического (невероятностного) подходов. Здесь затрагиваются более глубокие противоречия, связанные с ос-

новами математики. Алгоритмический подход ближе к конструктивному направлению, тогда как все остальные обосновываются в пределах классической, теоретико-множественной математики. Поэтому разрешение противоречий между алгоритмическим и всеми остальными подходами связано с синтезом противоположностей, которые далеко выходят за рамки лишь теории информации, и даже теории множеств.

Уделяя значительное внимание нестатистическим, невероятностным подходам в теории информации, мы отнюдь не стремимся, как уже говорилось, в какой-то мере умалить или «перечеркнуть» этап развития теории информации в связи с понятием вероятности. Некоторый акцент на невероятностных идеях в концепции информации обусловлен тем, что они почти не исследовались в философско-методологическом аспекте. Мы полагаем, что статистическая теория информации представляет собой действительно развитую теорию, ядро концепции информации, тогда как о всех других подходах (в том числе и невероятностных) можно говорить лишь как первоначальных, еще недостаточно развитых вариантах теории. Возможно, что некая гипотетическая теория информации включит в себя все существующие подходы в качестве частных случаев. Но это не будет означать «исчезновения» статистической теории; она будет включена в более общую теорию в духе принципа соответствия, тогда более четко очертятся границы применимости теории.

С развитием невероятностных подходов, как отмечалось, появилась и новая схема обоснования теории вероятностей. Эта схема, когда понятие вероятности выводится из понятия (количества) информации, противоположна общепринятой. Наличие двух различных схем связи (вывода) понятий вероятности и количества информации ставит вопрос об их синтезе.

Необходимо также обратить внимание и на наличие тенденций к синтезу и иных концепций, скажем, статистических и семантических идей об информации, прагматических и семантических и т. п. Эти тенденции свидетельствуют о наличии интегративных процессов в развитии концепции информации в самых различных направлениях (наряду с явлениями дифференциации, о чем говорилось ранее). И, наконец, наряду с взаимодействием противоположностей, их взаимотрицианием и синтезом в математическом аспекте, такое же движение происходит и в содержательном, категориальном аспекте, о чем далее еще будет идти речь.

§ 3. Различие (разнообразие) как основа информации

Наличие таких особенных форм понятия количества информации, как топологическое, динамическое, комбинаторное, алгоритмическое, поставили вопрос о преодолении понимания информации как снятой неопределенности, а количества информации как степеней снятой неопределенности. В самом деле, возьмем, например, комбинаторное количество информации. Его можно трактовать и в плане выбора одного элемента из всего множества, что приводит к устра-

нению неопределенности. Это же количество информации можно трактовать и как функцию, как отображение конечного множества. Отображение (понимаемое в математическом смысле, как определенное соответствие множеств) можно охарактеризовать как снятие неопределенности (обязательно предполагающей процесс выбора, отбора), превращение возможностей в действительность. Превращение же случайностей в необходимость уже можно не рассматривать, ибо для комбинаторики превращение случайностей в необходимость не является существенным. Поэтому если мы хотим все же пользоваться понятием неопределенности, то оно будет выступать уже как лишенное своего признака связи со случайностью. Не исключено, что понятие неопределенности и может быть определено лишь как существенная связь тождества и возможности. Наиболее исследованной формой неопределенности является все же «случайная» неопределенность. В объективном и в субъективном мире может происходить редукция возможностей в процессе их превращения в действительность, которые не носят случайного характера. Если процессы редукции возможностей происходят в объективном мире, то, по-видимому, здесь нет неопределенности (самих объективных процессов). Однако при познании аналогичные процессы обладают неопределенностью. Поэтому мы выдвигаем предположение, что неопределенность в объективном мире всегда связана со случайностью, а в познании — не всегда.

Развитие понятия неопределенности в рамках теории информации привело к дальнейшему отбору лишь наиболее существенных признаков содержания понятия. Важной чертой использования понятий неопределенности и определенности в теории информации является не только отражение объективных процессов, но и субъективных, в частности, познавательных, мыслительных, что свидетельствует о повышении уровня теоретического освоения действительности. Процесс развития категории неопределенности в рамках частных наук и, прежде всего, естествознания еще раз свидетельствует о том, что расширение знаний, движение к экстенсивной полноте неизбежно сопровождается вычленением наиболее общих и вместе с тем самых существенных признаков понятий.

Поскольку неопределенность в процессах, выражающих отношение человека к внешнему миру, не всегда жестко связана со случайностью, поэтому в определении понятия неопределенности необходимо обобщить не только особенные формы неопределенности в объективном мире, но и в субъективном, а это ведет, в частности, к отвлечению от признака связи со случайностью. Категория неопределенности, таким образом, характеризуется тремя основными признаками: во-первых, взаимосвязью, взаимозависимостью состояний явлений; во-вторых, наличием тождественных черт, сторон в явлениях, и, в-третьих, процессом превращения возможностей в действительность. Неопределенность в самой общей форме есть сущностное единство взаимосвязи, тождества и возможности. Определенность выступает как единство различия, невозможности и относительной независимости явлений.

Но если для комбинаторного подхода такое широкое понимание неопределенности, допускающее процесс выбора, отбора, еще применимо, то оно оказывается весьма искусственным, а по сути дела неприменимым для некоторых других невероятных концепций количества информации. Имеет ли смысл говорить о превращении возможностей в действительность, когда рассматриваем топологические комплексы? Исходным здесь являются не случайные события и не некоторые возможные вершины графов, а действительно существующие вершины графов с их различиями. Логически первичным здесь оказывается понятие различия, а не понятие возможности, — это последнее не существенно, без него вполне можно обойтись в логическом построении топологической теории информации. Аналогичные соображения мы можем высказать и в отношении динамического и алгоритмического подходов. Появление невероятных методов показало не только то, что для понятия информации несуществен признак случайности, но что и признак возможности представляется для него несущественным. От понятия неопределенности, лишённого своих признаков связи со случайностью и возможностью, остается лишь одно тождество. А это означает, что чисто логическим анализом, учитывающим развитие и особые формы понятия количества информации, мы пришли к выводу, что существенным для общего понятия информации оказывается понятие тождества. Если в статистической теории понятие информации выступает как снятая неопределенность, то в более общем случае можно пытаться трактовать информацию как снятое тождество.

Но эти логические соображения не должны противоречить практике приложений теории информации. Они и в самом деле ей не противоречат. Это отмечается и специалистами, применяющими теоретико-информационные методы в биологии, психологии, логике, химии и т. д. В очень многих приложениях теории информации, приводящих к новым результатам, информация не обязательно связана со случайными процессами. В биологии это может быть совокупность сигналов, в психологии совокупность реальных раздражителей, в химии и физике — это сама наличная неоднородность, структура, организация объекта и т. д. Вот почему логическое требование перехода от узкого понимания информации как снятой неопределенности к представлению об информации как снятому тождеству выступает и как практическое требование. А это означает, что предлагаемое здесь понимание информации на базе понятия разнообразия является наиболее адекватным. Его частным случаем является понимание информации как снятой неопределенности, столь хорошо работающее в статистической теории.

И если Н. Рашевский показал, что понятие топологического количества информации может быть основано на понятии топологического различия, то У. Р. Эшби в своей известной книге «Введение в кибернетику» построил все здание теории информации и кибернетики на основе понятия различия, разнообразия. Пожалуй, именно У. Р. Эшби первым в достаточно отчетливой форме установил по-

ложение, что «информация не может передаваться в большем количестве, чем это позволяет количество разнообразия» и, что «только разнообразие может уничтожить разнообразие» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 248, 294). В этих двух фразах и заключено основное содержание теории передачи информации и кибернетики, о чем подробнее еще будет идти речь дальше.

У. Р. Эшби полагает, что если множество имеет некоторое разнообразие и происходит выбор из этого множества одного (или больше) элемента, то различные возможные результаты этого выбора будут связаны с различными соответствующими вероятностями (У. Р. Эшби, 1959, стр. 249). Т. е. идея У. Р. Эшби заключается в отображении множества с вероятностями (например, статистической совокупности) в множество с разнообразием. Эту идею можно назвать логическим основанием (аксиомой) содержательной интерпретации понятия информации (в данном случае его статистической модели) на основе более общего понятия — различия, разнообразия. Эта аксиома заключается в том, что «любое множество вероятностей, в сумме составляющих 1, может рассматриваться как соответствующее некоторому множеству, члены которого обнаруживают разнообразие» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 249). Под разнообразием У. Р. Эшби понимает характеристику элементов (как правило, конечного) множества, заключающуюся в их отличии друг от друга, несовпадении. Так, о множестве, в котором все элементы одинаковы (допустим это последовательность: a, a, a, a, a и т. д.). У. Р. Эшби говорит, что оно не имеет «никакого» разнообразия (У. Р. Эшби, 1959, стр. 250), ибо все его элементы одного типа¹⁰. Если разнообразие такого множества измерить логарифмически, то получим нуль как логарифм единицы (единица и означает однотипность элементов множества). Такое множество с разнообразием соответствует единичной вероятности выбора элемента из множества — какой элемент ни был бы выбран, он будет одного и того же типа.

Если взять последовательность (множество), где все элементы будут разнотипными, например: a, b, c, d, e и т. д., то такое множество окажется содержащим максимальное разнообразие. Соответствующее множество с вероятностями есть множество с равными вероятностями; равенство вероятностей необходимо, чтобы ограничение, уменьшение разнообразия было минимальным. Логарифмическая мера степени разнообразия равна логарифму мощности (конечного) множества.

¹⁰ Строго говоря, одних понятий множества и элемента оказывается недостаточным для введения такой характеристики множества, как разнообразие. Для этого необходимо ввести еще понятие подмножества, ибо элементы множества обнаруживают разнообразие через подмножество, внутри же этого последнего они обладают одним и тем же признаком. Это аналогично тому, как в аксиоматическом построении теории вероятностей вводится некоторая система подмножеств исходного множества элементарных событий и только элементы этих подмножеств считаются случайными событиями, которым уже приписывается вероятность. Однако это «приписывание» разнообразия через понятие подмножества существенно лишь для аксиоматического теоретико-множественного построения теории информации, которым У. Р. Эшби в своей книге не занимался.

Если разнообразие множества связывается с понятием информации, то степень разнообразия есть логарифмическая функция — это есть количество информации. Уменьшение количества разнообразия соответствует понятию ограничения разнообразия. «*Ограничение разнообразия*, — пишет У. Р. Эшби, — есть отношение между двумя множествами, которое возникает, когда разнообразие, существующее при одном условии, меньше, чем разнообразие, существующее при другом условии» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 181). При переходе от множества с максимальным разнообразием (с некоторым конечным числом элементов) к множеству с элементами одного типа происходит ограничение, уменьшение разнообразия (от логарифма мощности множества) до нуля.

Степень ограничения разнообразия в этом смысле может быть определена формулой избыточности, учитывающей зависимость между логарифмической мерой действительного количества разнообразия и количества разнообразия в множестве, содержащем то же число, но различных элементов. Множества одного уровня избыточности обладают тем свойством, что при увеличении числа элементов количество разнообразия в них увеличивается. Между минимальным и максимальным количеством разнообразия существует ряд промежуточных состояний, которые появляются в результате ограничения разнообразия. Итак, можно сделать вывод, что статистическое количество информации выступает, согласно трактовке У. Р. Эшби, как логарифмическая мера разнообразия множества, и это дает право связывать понятия информации и разнообразия.

Все же это право еще ограничено, ведь пока что рассматривалась с позиций разнообразия лишь статистическая теория информации. Если хотя бы одному из существующих подходов понятие информации как разнообразия, различия (или, что то же, снятого тождества), противоречит, то необходимо сделанный ранее вывод заменить другим. Здесь обязательным требованием является соответствие сделанного общего вывода (о развитии понятия информации от представления о снятой неопределенности к понятию разнообразия) всем существующим подходам, идеям об информации, даже вне зависимости от их приложений. В статистическом подходе концепция разнообразия соответствует как теории, так и практике, приложению в технике связи. Что же касается, например, алгоритмического подхода к измерению информации, то его практические выходы пока еще отсутствуют. Но было бы неверно исключать такой подход из сферы анализа лишь потому, что он сейчас не применяется. Он может найти применение (и, мы полагаем, весьма широкое) в будущем, поэтому концепция разнообразия не должна противоречить ни имманентной логике развития теории информации, ни ее приложениям. Это требование нам представляется очень важным, если учесть приведенное ранее замечание В. И. Сифорова об относительно независимом логическом развитии теории информации (В. И. Сифоров, 1968).

Итак, рассмотрим, насколько «работоспособной» оказывается концепция разнообразия в других существующих подходах в тео-

рии информации, кроме статистического. Имеет смысл начать с проблемы кодирования, поскольку здесь применяются алгебраические методы (в частности, комбинаторного характера).

Кодирование можно представить как преобразование (отображение) множеств. Правила этого преобразования, соответствия двух множеств называются кодом. Само по себе кодирование имеет смысл лишь в том случае, если преобразуются множества с разнообразием. Однообразные множества бессмысленно кодировать. Основной задачей кодирования является перевод разнообразия одного множества в разнообразие другого множества, правила которого задаются условиями передачи, хранения или преобразования информации. Оптимальное кодирование связано с выявлением необходимого (часто минимального) разнообразия множества для передачи сообщения. Для кодирования (и декодирования) информации, независимо от того, является ли оно статистическим или нет, основное значение имеет разнообразие.

Это очень четко отметил У. Р. Эшби. Если некоторое множество, имеющее разнообразие v , кодируется посредством взаимнооднозначного преобразования U , то разнообразие нового множества также будет равно v . «Итак, — пишет У. Р. Эшби, — при кодировании посредством взаимнооднозначного преобразования разнообразие не изменяется» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 202). Проблема кодирования — это прежде всего проблема сохранения разнообразия при определенных преобразованиях.

Используемый при кодировании нестатистический — комбинаторный подход к определению понятия количества информации отражает количественное разнообразие элементов конечного множества. Столь же отчетливо идея использования разнообразия прослеживается в концепции эпсилон-энтропии. Здесь изучаются бесконечные множества, содержащие бесконечное количество информации, однако на них «набрасывается» сеть множеств, которая ограничивает это бесконечное разнообразие. Мера различия здесь характеризуется величиной эпсилон, — с одной стороны, эта величина отождествляет различия (формирует из них группы тождества), а с другой стороны — различает эти группы.

Разнообразие характеризует и динамические системы. Здесь формула количества информации выражается через меру, но понятие меры можно рассматривать как обобщение понятия вероятности. Поэтому, если У. Р. Эшби показал эквивалентность множеств с разнообразием и множеств с вероятностью, то этот вывод также можно обобщить, постулируя эквивалентность множеств с мерой и множеств с разнообразием. В основе этих рассуждений лежит то положение, из которого неявно исходят все количественные подходы в теории информации — именно: разнообразие измеримо. В конкретных приложениях динамического подхода выбирается то или иное разнообразие, например, разнообразие координат и скоростей эвклидова пространства и т. д.

Уже отмечалось, что понятие топологического количества информации целиком базируется на базе топологического различия.

В ходе своих рассуждений Н. Рашевский устанавливал эквивалентность топологических комплексов — графов с множеством с вероятностями. Сами вероятности определялись на базе различия и отождествления вершин графов.

Идея различия и тождества легла и в основу алгоритмического определения понятия количества информации. Формула этого количества информации фактически измеряет степень различия (или тождества) объектов A и B . Если эти объекты тождественны, то количество информации равно нулю, если они различаются каким-то одним признаком, то количество информации равно единице. Степень различия (тождественности) объектов A и B измеряет понятие количества информации.

Разнообразие, различие, имеет определенные аспекты, отношения. Этот факт нашел свое отражение в математических концепциях информации, где изучаются различные классы разнообразия: статистическое, динамическое, комбинаторное, алгоритмическое, топологическое и др. Хотя различные подходы в теории информации изучают различные друг от друга классы (аспекты) разнообразия, но они обращают внимание именно на разнообразие и тождество. Предметом их изучения является разнообразие в той или иной особой форме. Ясно, что, кроме перечисленных математических подходов, можно ожидать проникновение информационных идей и в другие разделы математики. Такая экспансия теоретико-информационных понятий и методов легко объяснима с точки зрения концепции разнообразия. Ведь разнообразие является как характеристикой объектов теоретико-множественной, так и конструктивной математики.

Для построения той или иной теории информации (математической или логической) требуется, кроме идеи разнообразия, применение и других как общих, так и более специальных идей. Однако в любой такой теории в качестве элементарной идеи, исходного понятия, явно (а иногда имплицитно) выступает понятие различия, а более точно — взаимосвязь; взаимопревращение, взаимопроникновение тождества и различия. Эта необходимая связь тождества и различия лежит в основе категориальной системы теории информации, хотя и не исчерпывает ее полностью. Одна из задач философского, в данном случае диалектико-логического анализа — выявить эти понятия, имеющие всеобщий, категориальный характер, показать их эффективность, продуктивность в процессе становления той или иной частной науки (или более узко — теории).

Перечисление примеров, подтверждающих продуктивность концепции разнообразия, можно было бы продолжить. Из сказанного вытекает непротиворечивость концепции разнообразия данным современной науки, логике развития и применения теории информации. Однако было бы неверным требовать от нашего анализа полной доказательности применимости концепции разнообразия. Дедуктивного доказательства здесь получить невозможно, ибо сам процесс доказательства в данном случае включает в себя и индуктивный вывод, например, переход от особых форм понятия информации

к общему. Индукция же в данном случае не может быть полной, ибо понятие (и теория) информации развивается и это развитие не может остановиться, не может ограничиться появлением конечного числа теорий и особенных форм понятия информации. Кроме того, сам процесс доказательства не может быть формальным, ибо мы учитываем не только логику развития понятий и методов теории информации, но и приложения их, т. е. вводим в рассмотрение понятие практики (хотя не всегда в явной форме). Поэтому сам процесс доказательства плодотворности концепции разнообразия носит особенности диалектико-логического подхода.

Наш процесс доказательства оставляет неопределенность и в отношении того, можно ли отождествить понятия информации и различия, разнообразия. Очевидно, что если бы эти понятия совпадали, то необходимость введения понятия информации вызвала бы большие сомнения. Целесообразнее было бы пользоваться понятием разнообразия. В последующем изложении мы попытаемся несколько уменьшить эту неопределенность, показав, что в общее содержание понятия информации входит еще один существенный признак, кроме разнообразия, и постараемся обосновать правомерность его введения.

Невозможность полного доказательства применимости концепции разнообразия ко всем действительным и возможным (будущим) теориям информации заставляет нас применять иной критерий доказательности, нежели простое, формальное обобщение данных современных теорий информации.

Непротиворечие данным естествознания и вообще данным любой частной науки, как уже отмечалось, является *необходимым*, но отнюдь еще не достаточным условием для определения (полного или частичного) содержания понятия информации. Понятия, как отмечал Ф. Энгельс, необходимо рассматривать «в их историческом, соответственно логическом, процессе образования» (Ф. Энгельс. Предисловие к третьему тому «Капитала» К. Маркса. — К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 25, ч. I, стр. 16). Необходимо, чтобы содержание того или иного понятия вытекало из всего хода познавательного процесса (если у понятия уже имеется некоторая история развития). Было бы неверным, например, представлять себе, будто понимание информации как разнообразия вытекает только из естественнонаучных положений или данных математических теорий информации. Мы старались показать, что необходимость перехода к концепции разнообразия выступает как результат исторической, соответственно логической и теоретико-познавательной тенденции, как итог, к которому стремится научное знание об информации.

Если бы такого стремления, перехода к трактовке информации в научном познании не наблюдалось, а мы бы стали утверждать, что информация — это разнообразие, то такое положение нельзя было бы квалифицировать как философское, теоретико-познавательное, оно было бы просто положением специальной науки. Поэтому У. Р. Эшби как биолог, как кибернетик имел право говорить, что информация — это разнообразие, основываясь лишь на статистиче-

ской теории информации. Мы же это право получаем лишь тогда, когда осуществляем логико-гносеологический анализ генезиса понятия информации. Только на основе логико-гносеологического анализа учения об информации и обобщения естественнонаучных данных можно сделать вывод о справедливости концепции разнообразия как основы и метода познания природы информации.

Выявление категорий, лежащих в фундаменте тех или иных научных теорий (специальных наук), не может обойтись без логико-гносеологического анализа развития основных понятий этих теорий. Если мы будем исходить лишь из простого обобщения наличного знания, тем самым выделяя лишь структурный аспект, то мы оставим в тени процесс развития понятия (генетический аспект). Если мы обратим внимание лишь на объективный аспект, игнорируя субъективный, то мы, как правило, не сможем выявить категориальную структуру теории, ибо определенные нами понятия могут не оказаться всеобщими. Всеобщность в философском смысле включает в себя общее не только в бытии, но и в познании. Поэтому логико-гносеологический анализ преследует цель выявления общего (в частности, инвариантного) не только в объективном мире, но и в его отражении в общественном сознании.

Вот почему (в дополнение к сказанному в первой главе) немаловажное значение имеет раскрытие не только объективной основы информации, но и отражения ее в сознании. И в этом плане небезынтересным представляется проследить эволюцию трактовки информации как разнообразия. Эта концепция возникла вначале, как уже отмечалось, в рамках некоторых частных подходов в теории информации (статистического, топологического).

В дальнейшем мы встречаем идеи разнообразия в работах известных кибернетиков — Ст. Бира, В. М. Глушкова, Б. Н. Петрова и других, биологов — Н. Н. Жукова-Вережникова, К. М. Хайлова, И. И. Шмальгаузена и других ученых, которые занимаются уже и приложениями теоретико-информационных идей (Ст. Бир, 1965; В. М. Глушков, 1963б, 1964; Б. Н. Петров, И. Д. Кочубиевский и Г. М. Уланов, 1967; Н. Н. Жуков-Вережников, 1966; К. М. Хайлов, 1966а, б; И. И. Шмальгаузен, 1960а, б, в). Распространение идей концепции разнообразия в самой теории (логике) информации и в ее приложениях создало благоприятную почву для философских обобщений. Сейчас уже значительное число советских и зарубежных философов рассматривают понятие информации сквозь «призму» разнообразия (В. М. Адров, 1967, 1968; Б. В. Бирюков и А. Д. Урсул, 1970; F. Bonsak, 1962; И. Земан, 1966; В. И. Ковалев, 1970; И. В. Кузнецов, 1967; К. Е. Морозов, 1966; Л. Н. Плющ, 1966; Ю. В. Сачков, 1967; А. Г. Спиркин, 1966; В. С. Тюттин, 1967, 1969; Б. С. Украинцев, 1969; В. В. Шкода, 1971).

Итак, вслед за У. Эшби будем считать, что информация может быть существенно более глубоко понята на основе концепции разнообразия, хотя, как следует из вышеизложенного, наше понимание разнообразия значительно шире, чем у основоположника этой концепции. И если У. Р. Эшби разнообразие понимает в основном как

статистическое или кибернетическое, то мы понимаем разнообразие в самом широком смысле, близким по существу к понятию *различия*, т. е. как одну из модификаций важной философской категории.

Категория различия, как и полярная ей категория тождества, является всеобщей философской категорией. Истоки категорий тождества и различия восходят еще к древнегреческой философии (Гераклит, Аристотель и др.), отдельные аспекты этих понятий можно обнаружить и в средние века, у философов нового времени (Ф. Бэкон, Т. Гоббс, Д. Локк, Н. Кузанский, Д. Бруно, Б. Спиноза, Г. Лейбниц и другие). Однако самое большое внимание в домарксистской философии разработке категорий различия и тождества уделил Гегель, выступив против трактовки этих категорий у Канта, Фихте и Шеллинга. Именно Гегель рассматривал различие в диалектическом единстве с тождеством, полагая, что «различие как простое не есть различие; оно впервые таково лишь в соотношении с тождеством; но вернее будет сказать, что оно как различие содержит в себе и тождество и само это соотношение. — Различие есть целое и свой собственный момент; и тождество точно так же есть свое целое и свой момент» (Гегель, 1937, стр. 490). Причем очень важным является также и то, что Гегель рассматривал и особенные формы, модификации тождества и различия (такие, как равенство и неравенство, одинаковость и неодинаковость, сходство и несходство и др.), а также связь тождества и различия с определенностью и неопределенностью и т. д.

Эти идеи Гегеля используются и в настоящей работе, где значительное место уделяется взаимосвязи тождества и различия в информационных процессах, рассмотрению особых форм тождества и различия, взаимопереходу определенности и неопределенности, тождества и различия и т. д.

Понятия различия и разнообразия употребляются нами как весьма близкие по смыслу, хотя, конечно, их необходимо отличать. В качестве отличительных признаков понятий различия и разнообразия можно указать по меньшей мере два. Во-первых, когда говорится о различии, то имеется в виду, как правило, отношение двух объектов, частей объекта и так далее. Разнообразие, как многообразие, является скорее всего характеристикой *совокупности* различий, т. е. понятие различия кажется более атомарным, простым, чем разнообразие. Во-вторых, различие представляется характеристикой *внешнего* отношения объектов, которые сравниваются (даже в том случае, когда сопоставляются части внутри объекта). Разнообразие же выступает как *нечто внутреннее* по отношению к объекту, это есть как бы некоторое отношение объекта к самому себе.

Разумеется, высказанные предположения об отличии понятий различия и разнообразия являются дискуссионными. В данной работе основной акцент делается на аспект тождества понятий различия и разнообразия, которые рассматриваются нами в качестве основы, существенного признака понятия информации.

Категории тождества и различия лежат в основе многих других, в том числе философских категорий, таких, например, как единичное, особенное и всеобщее, сущность и явление, случайность и необходимость, противоположность, качество и количество и ряд других. В системе категорий философии роль этих категорий до сих пор, на наш взгляд, еще в достаточной степени не выявлена. Между тем тождество и различие являются столь же всеобщими и неотъемлемыми свойствами материи, что и пространство, время, движение, отражение и т. д.

Фундаментальную роль категорий тождества и различия в формировании других категорий материалистической диалектики еще надлежит исследовать. Выполнение этой задачи, естественно, выходит за рамки нашей темы, поскольку нас интересует тождество и различие в связи с обсуждением понятия информации.

Важная роль категорий тождества и различия в формировании, в структуре философских категорий свидетельствует о такой же их роли и для естественных и других частных наук. Этот тезис мы специально рассматриваем для теории информации и кибернетики. Важную роль различия в современной науке осознают уже и сами естествоиспытатели. У. Р. Эшби, например, считает понятие различия самым фундаментальным понятием кибернетики и убедительно аргументирует этот тезис (У. Р. Эшби, 1959, стр. 29).

Но если категория различия оказывается методологически плодотворной в теории информации и кибернетике, то понятие информации может содействовать дальнейшему развитию категорий тождества и различия. Развитие категорий материалистической диалектики происходит не только в результате своей собственной логики и истории, но и в результате ассимиляции и преобразования некоторых идей естествознания и других частных наук и вообще всей человеческой деятельности (истории). Здесь возможно не только совершенствование категорий материалистической диалектики и в данном случае категории различия (тождества), но и (доказательное) включение некоторых общенаучных понятий (но отнюдь не простой перенос этих понятий) в систему всеобщих категорий.

Основное внимание в этой работе мы, естественно, уделяем роли категорий разнообразия и отражения для понимания информации. Методологическая роль концепции разнообразия в познании природы информации заключается, по меньшей мере, в следующем. Во-первых, использование концепции разнообразия позволяет прийти к тем же результатам в построении той или иной теории информации, которые достигались, исходя из любых частных соображений. В этом синтетическая, обобщающая, интегрирующая функция концепции разнообразия. Во-вторых, рассматриваемая концепция обладает прогностической функцией — открывает возможность для бесконечного развития теорий информации и их приложений. В-третьих, как это будет подробно показано ниже, рассмотрение информации под углом зрения разнообразия позволяет продвинуться в обосновании положения о существенной связи информации с отражением и рядом других категорий материалистической диа-

лектики. Естественно, что все эти методологические преимущества концепции разнообразия как важного аспекта теоретико-познавательной основы изучения природы информации предполагают необходимость ее серьезных дальнейших исследований.

Говоря о методологической эффективности для теории информации идеи разнообразия вряд ли уместно обойти молчанием некоторую разновидность этой концепции, условно называемую концепцией «ограничения разнообразия». Согласно этой точке зрения, которой придерживаются кибернетик Ст. Бир, биолог К. М. Хайлов и некоторые философы, например М. И. Сетров (Ст. Бир, 1965; К. М. Хайлов, 1966а, б; М. И. Сетров, 1969), считается, что «информация — это то, что ограничивает разнообразие» (М. И. Сетров, 1969, стр. 35).

Не исключено, что истоки этой концепции находятся в книге У. Р. Эшби, в которой наряду с достаточно ясным отождествлением разнообразия и информации (У. Р. Эшби, 1959, стр. 215, 218), встречаются такие выражения, которые можно истолковать в том смысле, что информация появляется лишь при ограничении, уничтожении разнообразия. Однако такое понимание текстов У. Р. Эшби правомерно только в том случае, если авторы ориентируются исключительно на вероятностно-статистические представления, не принимая во внимание иные математические подходы. Кроме того, нужно учесть и «своеобразие» понимания У. Р. Эшби понятия разнообразия, когда он специально предупреждает, что разнообразие множества «не является его внутренним свойством: бывает, что для точного определения разнообразия нужно указать наблюдателя и его способность различения» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 178). На этом основании тут же считать, будто У. Р. Эшби придерживается чисто субъективистского взгляда, разумеется, нельзя (к этому в какой-то мере обязывает оговорка «бывает»), ибо теория информации изучает и такие процессы, когда наблюдатель и в самом деле нужен. У. Р. Эшби предупреждает, что он рассматривает множество возможностей (У. Р. Эшби, 1959, стр. 173) и далее подчеркивает, что «передача (и хранение) информации существенно связана с наличием некоторого множества возможностей» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 177).

Сопоставив это последнее высказывание У. Р. Эшби с ранее приведенным, следует сделать вывод, что разнообразие возможностей по его мысли и в самом деле может пониматься только в субъективном плане. У. Р. Эшби склонен считать, что эти возможности создаются не разнообразием как объективным свойством вещей, а разнообразием, которое субъект приписывает вещи. В отличие от У. Р. Эшби мы будем рассматривать разнообразие прежде всего как объективное свойство материальных систем, а субъективное разнообразие как отражение объективного. Это очень важное исходное положение нашей концепции и именно оно почти однозначно приводит к положению, что объективной основой информации является именно разнообразие как свойство материи, а не как свойство познающего, воспринимающего информацию субъекта. Объек-

тивность разнообразия — положение, которое неизбежно вытекает из диалектико-материалистического переосмысления концепции У. Р. Эшби.

Целесообразно рассмотреть процесс отражения объективно существующего разнообразия (пока лишь в интересующем нас сейчас плане, дальше это будет сделано подробнее). Если отражение разнообразия рассматривать под углом зрения превращения возможного в действительное, то это не окажется самой общей теоретико-информационной моделью, что вытекает уже из ограниченности «возможностного» истолкования понятия вероятности. Поэтому рассмотрение У. Р. Эшби лишь множества возможностей (даже при условии не субъективного, а объективного понимания категорий возможности и разнообразия) является лишь одним из подходов к анализу информационных процессов, который оказывается недостаточно общим даже для вероятностных концепций информации. Более широким подходом является, конечно, рассмотрение не множества возможных, а множества случайных событий.

Но при любых случайных процессах, в том числе и отражении, происходит редукция многообразия и здесь концепция «ограничения разнообразия» могла бы оказаться работоспособной, если бы ее сторонники всегда достаточно отчетливо объясняли, что они имеют в виду под «ограничением разнообразия», поскольку это понятие употребляется, например тем же У. Р. Эшби в смысле избыточности. А отождествлять понятие «ограничения разнообразия», понимаемое как избыточность, с понятием информации, конечно, бессмысленно.

Насколько нам представляется, под «ограничением разнообразия» следует понимать ограничение действительно существующего разнообразия при его отражении. Но если это так, то подобная редукция многообразия возникает в случайных процессах отражения, но ее может не быть в процессах жестко детерминированного отражения. Как следует из анализа невероятностных концепций, информация может характеризовать и динамические процессы отражения, где редукция разнообразия необязательна. Поэтому и ограничение разнообразия — далеко не существенный признак информации и информационных процессов. Вместо понятия «ограничения» как весьма узкого мы предпочитаем при общей характеристике информации употреблять понятие «отражение». Отражение может происходить и с ограничением разнообразия, и без него, и даже с его увеличением. При определении направления изменения информации мы будем также стараться указывать ту систему объектов, в которых такое изменение происходит, так как может случиться, что в одном и том же процессе отражения, но в разных системах объектов происходит различное изменение (ограничение, или увеличение) разнообразия.

В заключение этого параграфа вернемся к интересной в методологическом отношении проблеме *о соотношении понятий информации и вероятности*. Ранее говорилось о том, что понятие вероятности может быть выведено на базе понятия количества информа-

ции. Но при этом речь шла о совершенно новой аксиоматике теории вероятностей, т. е. о формальном аспекте. Теперь же попытаемся показать, что и в содержательном аспекте в существующих подходах к определению понятия вероятности неявно исходят из понятия информации под углом зрения разнообразия. Логический анализ этой проблемы показывает, что действительно есть основания для того, чтобы считать разнообразие основой вероятности (конечно, лишь в логическом аспекте).

Здесь мы ограничимся лишь кратким анализом *классического и статистического* подхода к определению понятия вероятности (некоторые соображения о логической вероятности будут изложены далее). При классическом подходе вероятность рассматривается как отношение числа испытаний, благоприятствующих появлению события, к общему числу испытаний из всех возможных результатов испытания. Общее число возможных результатов испытания, об этом уже говорилось, трактуется как равновозможность, или равновероятность. В этом случае в рассуждениях получается порочный круг — вероятность определяется через равновероятность (которая в свою очередь предполагает вероятность).

Однако такого порочного круга можно избежать, если общее число испытаний из всех (возможных) результатов испытания рассматривать как множество элементов с разнообразием. Ведь вероятность, как это следует из ее определения в классическом подходе, есть *отношение* одного числа испытаний к другому числу испытаний. Вне этого отношения нелогично говорить о вероятности. Поэтому общее число испытаний есть не множество равных вероятностей, как это обычно считают, а множество с разнообразием элементов.

Это исходное множество нельзя рассматривать и как множество возможностей, ибо возможность есть также определенное *отношение* будущего и настоящего. Исходное же множество определяется из действительно существующего разнообразия его элементов, без отношения к будущему. Так, у монеты в действительности, а не в возможности только, существуют две стороны, а у игральной кости не в будущем, а в настоящем существуют шесть граней. Поэтому гносеологический прием введения понятий «равновероятности», «равновозможности» оказывается излишним, ненужным. Классическое определение понятия вероятности базируется на действительно существующем разнообразии элементов (сторон монеты, граней куба и т. д.). Вероятность же выступает как определенное отношение *возможного* разнообразия (т. е. выпадения одной стороны монеты, одной грани игральной кости) к действительно существующему разнообразию. Вероятность, следовательно, выражает некоторую инвариантную меру редукции, ограничения разнообразия в процессе его движения, перехода от возможности к действительности. Итак, на основе этих рассуждений мы видим, что логически исходным понятием в классическом подходе является понятие разнообразия, а значит, и понятие информации. Само понятие вероятности выступает как определенная мера устойчивого *ограничения разнообразия при выборе (отборе)*.

Можно предполагать, что если бы с самого начала была осознана логическая производность понятия вероятности от понятия разнообразия, то в адрес классического подхода было бы направлено меньше критических замечаний. Но это не означает, что классический подход был бы полностью реабилитирован в этом смысле. Ведь этот подход учитывает лишь *начальное* разнообразие (и соответствующее ему статистическое распределение), но не учитывает *нарушение* данного начального разнообразия то ли в результате влияния другого, скрытого начального разнообразия, то ли влияния возмущений на ход процессов.

Дальше нам придется специально остановиться на роли возмущений. Сейчас же отметим лишь то, что возмущения также изменяют разнообразие систем, процессов.

В частотном подходе вероятность рассматривается как свойство массовых событий (*последовательности событий*). Такая точка зрения также оказывается вполне приемлемой, например, с позиций алгоритмического определения понятия количества информации. Подобное определение, предпринимаемое А. Н. Колмогоровым, позволяет наметить схему дальнейшего обоснования мысли о том, что и частотный подход также исходит из первичности понятия разнообразия, а на этой основе и понятия информации, и вторичности (в логическом аспекте) понятия вероятности. Вместе с тем и понятие неопределенности может быть представлено как логически вторичное от понятия тождества. Ведь неопределенность всегда связана с ограничением разнообразия, с определенным соотношением возможного и действительного разнообразия. Понятие неопределенности именно потому связано с понятием вероятности, что и то и другое выступают как *проявления, особые формы, понятия ограничения разнообразия*.

Вышеизложенное свидетельствует о логической приемлемости новых соотношений понятий вероятности, информации, разнообразия и неопределенности — наряду с традиционными их соотношениями. Разумеется, нет смысла абсолютизировать новую логическую схему соотношения понятий и полностью противопоставлять ее ранее принятой. По-видимому, обе схемы можно считать эквивалентными в логическом отношении, что свидетельствует не о субординации соответствующих свойств, отражаемых понятиями, а об их координационном отношении, взаимосвязи.

Итак, с позиций обсуждаемой в данной работе концепции представляется уместным обратить внимание на методологическую эффективность понимания информации на основе понятия разнообразия, различия. В познании информации и информационных процессов (и связанных с ними) концепция разнообразия может выступать в качестве некоторого теоретико-познавательного принципа, который можно было бы назвать принципом разнообразия¹¹.

¹¹ В более общем виде этот принцип выступает как сторона единого принципа взаимосвязи тождества и различия, являющегося методологически эффективным в познании не только информационных процессов, но и явлений симметрии, асимметрии т. д.

Однако разнообразие — это еще не информация. Разнообразие есть основа информации, а понятие разнообразия — существенный признак содержания понятия информации. Не менее существенным является и другой признак — отражение. Но существенность признака отражения в содержании понятия информации в значительной мере оказывается более понятной, если проанализировать семиотические аспекты информации. Конечно можно в определенной степени сделать вывод о существенности отражения для информации и на основе рассмотренных выше математических вариантов теории информации и их приложений. Но этот признак там значительно более «скрыт», чем признак разнообразия.

Появление таких свойств информации, как семантические и прагматические, полностью обязано наличию свойства отражения и его развитию. Адекватность отражения и кодирование его результатов, активность и целенаправленность отражения и управления — все эти важнейшие свойства так или иначе изучаются в семантических и прагматических концепциях информации. Конечно, исследуя эти свойства, можно пойти по тому пути, который выбрали некоторые авторы так называемой семиотико-кибернетической трактовки информации. Из того факта, что информации свойственны смысл и ценность, они решили включить эти признаки в общее определение понятия информации. Однако такое включение всех наиболее известных признаков в понятие информации неоправданно, если не доказана их существенность. «Кибернетико-семиотическая» концепция информации и не может быть доказана, ибо даже человеческая информация не всегда оказывается осмысленной и ценной, что хорошо известно каждому человеку, даже не занимающемуся философским анализом понятия информации. На наш взгляд, «кибернетико-семиотическая» концепция информации представляет именно ту крайность, которая возникает в методологическом анализе понятия информации при чрезмерном акценте на семиотических аспектах информации.

Однако существует и другая крайность, когда семиотические аспекты информации вообще не включаются в сферу методологического анализа, как это получилось, например, в одной из книг (Б. В. Ахлибининский, 1969). И не случайно Б. В. Ахлибининский считает, что информация не связана с отражением, что там, где есть информация, не обязательно есть отражение. Это закономерный результат отсутствия рассмотрения семиотических аспектов информационных процессов, где отражение выступает на первый план по сравнению с разнообразием.

СЕМИОТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАЦИИ

§ 1. Информационная концепция значения

Проблема значения играет важную роль в современной науке, что обусловлено некоторой совокупностью причин (Б. В. Бирюков, 1969). Раскрытие проблемы значения в связи с этим приобретает особую актуальность и тем более оказывается необходимым для анализа семантических аспектов информации. Ведь соответствующая теория (концепция) информации дает логическую и математическую экспликацию понятия «значение». Кроме того, на базе более общего понятия информации оказывается возможным определение понятия значения.

Действительно, в последнее время во многих работах философско-методологического характера все чаще встречается попытка связать понятия информации и значения (Б. В. Бирюков, 1969; И. С. Нарский, 1965, 1969а, б; М. В. Попович, 1966; Л. О. Резников, 1964, 1969; В. А. Штофф, 1969, и др.). Особенно это стремление интерпретировать понятие значения на основе категории информации присуще работам И. С. Нарского (о чем более подробно будет сказано ниже). На наш взгляд, упомянутая тенденция в трактовке значения свидетельствует о возможности создания информационной концепции значения, контуры которой мы попытаемся очертить в этом параграфе.

Информационная функция знака. Участвовавшие в последнее время попытки введения в семиотику как общую теорию знаков понятия информации, на основе которого определяются знак и его отношения (М. К. Бочаров, 1967; Г. Клаус, 1967; Ю. Шрейдер, 1966а, и др.), имеют, на наш взгляд, далеко идущие последствия. С этой точки зрения знаки представляют лишь один из высших видов информации, а знаковые отношения и процессы выступают лишь как частные случаи информационно-кибернетических отношений и явлений. Семиотика же в данном случае может считаться частью общей теории информации. Разумеется, действительная картина взаимоотношения семиотики и теории информации более сложная — ведь и благодаря семиотике происходит расширение предметной области теории информации. Однако для дальнейших рассуждений достаточно считать, что категория информации оказывается более широкой, чем понятие знака, и на этом соотношении

понятий можно попытаться построить некоторые соображения о связи значения и информации.

Для этого заметим, что знак и значение неразрывно связаны, значение является необходимым, неотъемлемым свойством знака (его атрибутом). Как подчеркивает И. С. Нарский: «Знак не может существовать без значения; только в значении коренится то, что делает знак знаком. Соответственно, значение вне знака не может существовать самостоятельно, обращается в ничто» (И. С. Нарский, 1969б, стр. 7).

Но если знак может быть определен на основе понятия информации, то и его атрибут — значение — также приобретает статус информационного свойства (отношения). Именно поэтому информационная трактовка знака неизбежно порождает и предполагает информационную концепцию значения. Причем, такой вывод оказывается вполне естественным и отвечает существу дела. Знак несет именно информационную нагрузку и в этом смысле оказывается заместителем обозначаемого предмета. По-видимому, на это достаточно четко обратил внимание В. А. Штофф, когда, полемизируя с А. А. Ветровым, отметил, что знак замещает обозначаемый предмет не в физическом, энергетическом, вещественном (мы бы добавили и не в пространственно-временном, массовом и т. д.), а в информационном отношении (В. А. Штофф, 1969, стр. 126). Речь, стало быть, идет о том, что функционирование знака связано с совершенно иным свойством материи — свойством отражения и неразрывно связанной с ним информацией.

Попытаемся более подробно раскрыть сущность информационной функции знака в человеческой деятельности и проследить — как же с этой точки зрения можно объяснить значение. Рассмотрим вначале процесс отражения лишь в плане взаимодействия субъекта и объекта познания, как процесс передачи информации.

Отражение имеет место лишь тогда, когда взаимодействуют минимум два объекта (или же две части одного объекта), один из которых можно назвать отражающим, а другой отражаемым. В познавательном процессе отражающий объект всегда один и тот же — это субъект познания, т. е. человеческое общество, взятое на определенной ступени развития и рассматриваемое в ракурсе его познавательных и практических характеристик. Субъект познания представляет собой сложную развивающуюся систему, где в качестве элементов выступают отдельные индивидуумы — ученые, познавательная деятельность которых в конечном счете детерминирована общественными потребностями и целями. Эти элементы системы «субъект познания» и выступают в качестве приемников, потребителей информации, получаемой субъектом от объекта познания. Объект познания — это отражаемый объект, т. е. тот, который находится во взаимодействии с субъектом, а не любой объект природы.

От объекта познания к субъекту передается информация, а от всех других предметов, не являющихся объектами познания, к субъекту поступает не информация, а шум, помехи.

Рассмотренная выше схема познавательного отношения позволяет использовать обычные схемы передачи информации, если представить объект познания в качестве источника сообщения, субъект (или его элемент) познания — в качестве адресата, получателя сообщения, среду взаимодействия — каналом передачи информации, а воздействие предметов, не являющихся объектом познания (но так или иначе связанных с источником, адресатом и каналом), — помехами. Кроме этих компонентов передачи информации, необходимо ввести также кодирующее и декодирующее устройство, которые ответственны за введение и устранение соответствующих символов (знаков). То, что мы связываем функционирование кодирующего и декодирующего устройства лишь со знаками, не означает, что кодирования и декодирования в познавательном процессе нет вне знаков. Они, конечно, есть, например, в процессе обычного созерцания, восприятия, но здесь они функционируют по-иному, нежели в «знаковом варианте».

Пока будем считать, что если нет знаков, нет и кодирующего и декодирующего устройств (это, конечно, сильная абстракция, но она нам необходима для упрощения картины и выявления сути введения знаков). В этом случае информация передается от объекта познания к субъекту и формирует в последнем образ — отражение объекта. Образ в этом случае детерминирован объектом, между ними существует причинно-следственное отношение (здесь речь идет в основном о чувственной ступени познания, например, об ощущениях и восприятиях).

Что является содержанием образа (отражения)? С одной стороны, это содержание обусловлено наличием субъекта, ибо отражение происходит именно в нем, а с другой стороны — отражения не было бы, если бы не было объекта познания, и содержание объекта оказывается первичным в отражательном процессе (является источником информации). Решение антиномии «содержание образа находится в образе и в то же время вне его» решается на пути выявления инварианта, т. е. того общего, сохраняющегося, что присуще и образу и объекту. Очевидно, что одним из таких инвариантов является информация, переданная от объекта к субъекту, она присуща и образу, и объекту, а не только тому и другому в отдельности. Поэтому содержанием отражения является информация (а не сам объект познания и не тело мозга человека), хотя мы не можем сказать, что информация исчерпывает все содержание отражения. Вывод о том, что информация является содержанием (а более осторожно — существенной частью, стороной этого содержания) отражения является исходным пунктом для дальнейших рассуждений, когда схема познания усложняется введением кодирующих и декодирующих устройств, воспроизводящих и аннулирующих знаки.

В познавательном процессе (в отличие, например, от обучения) кодирующее (как и декодирующее) устройство не находится на одной линии между источником информации и адресатом, как это имеет место в классических схемах передачи информации. В общем случае линия передачи информации остается такой, как было опи-

сано выше, и лишь получив информацию, сам человек становится таким кодирующим устройством. В познавательном процессе знак создается не до, а после процесса отражения (разумеется, кроме случая опережающего отражения — прогноза, познания самих знаков и объектов, посылающих информацию в виде знаков). Человек создает знак или же выбирает его из материальных предметов и ставит его в соответствие как отображаемому объекту, так и самому отражению (как результату). И если между отражаемым объектом и отражением существует причинно-следственное отношение, то такого отношения нет между знаком и отражением, а также между знаком и обозначаемым объектом, это отношение носит принципиально иной характер — это отношение кодирования, в частности обозначения, и осуществляется оно чаще всего из прагматических соображений, например, удобства.

Знак, который поставлен в соответствие отражению и объекту познания не несет информации о содержании, структуре и свойствах обозначаемого предмета. Такую информацию о предмете содержит лишь образ предмета. Содержание объекта познания может в какой-то мере быть выражено лишь системой знаков, находящихся в том же отношении, связи, порядке и т. д., что и элементы, части объекта познания. Это соображение вытекает из простейших теоретико-информационных соображений — если имеется лишь один знак, обозначающий предмет, то каково бы ни было информационное содержание этого предмета, оно всегда соответствует лишь одному элементу (знаку), — других возможностей здесь нет. Однако неверно было бы утверждать, что знак, в принципе не отображая содержание ни предмета, ни образа, совершенно не несет никакой информационной нагрузки. Если бы это было так, то мы не подчеркивали бы выше, что знак замещает предмет (объект познания или коммуникации) в информационном отношении. В действительности один знак, даже в предположении, что он никак не связан с исторически ранее возникшими знаками, несет определенную информацию как о предмете, так и об образе предмета.

Это вытекает из того, что наличие знака предполагает операцию соотнесения его одновременно с предметом и его образом, а отсутствие знака говорит о том, что такого соотнесения нет. Поэтому если знак существует, то может отсылать человека (а в более общем случае кибернетическую систему) к объекту (образу), чего не происходит, если знака нет. Знак, в силу сказанного, несет некоторое количество информации об объекте, указывая хотя бы на то, что данный объект существует (реально или мнимо). Наличие знака какого-то предмета снимает неопределенность в отношении его существования или несуществования и тем самым несет информацию. Какое количество информации несет тот или иной знак, отсылая человека к обозначаемому объекту, зависит от конкретной ситуации, от системы отсчета. Так, если знак помогает нам выбрать предмет из многих других (скажем, определить под каким деревом зарыт клад), то он может нести большое количество информации, даже никак не воспроизводя содержание обозначаемого объекта.

Итак, знак во всех знаковых ситуациях несет информационную нагрузку, замещает предмет в информационном отношении. Этот вывод тем более справедлив, если учесть, что сам прием обозначения мы рассматриваем как частный случай кодирования информации. Это кодирование заключается в том, что знаку ставится в соответствие (посредством некоторых кодирующих функций) одновременно как образ объекта, так и сам объект. Поэтому знак сопоставляется как с образом, так и с объектом, данному знаку соответствует информационное содержание объекта и образа, причем объекта лишь в той мере, в какой его информационное содержание соответствует образу (поскольку в принципе объект содержит бесконечное количество информации). Посредством знака, следовательно, кодируется некоторое определенное количество информации, общее как для объекта, так и его образа, т. е. некоторый информационный инвариант. Информационная «емкость» знака определяется упомянутым информационным инвариантом, общим для образа и предмета. Такое рассмотрение процесса кодирования, обозначения позволяет далее перейти к определению сущности значения знака и выявить различные виды (компоненты) значения.

Компоненты и виды значения. Поскольку сущность знака определяется отношением кодирования информации (а не передачи информации, как это было в случае отражения, хотя знаки несут и коммуникативную нагрузку), то отсюда следует, что содержание, или значение, и есть та информация, в соответствие с которой поставлен данный знак. Однако это соответствие двояко — знак кодирует как предмет, так и его образ. Из этого вытекает, что, отвлекаясь от одного из видов соответствия, можно рассматривать каждое из них в отдельности. Такое рассмотрение есть анализ единого содержания знака, оно правомерно, если при этом не забывается их тесная взаимосвязь. Наличие двух аспектов соответствия знака, как известно, породило две концепции значения — предметную и образную (смысловую).

Согласно предметной концепции, значение определяется отношением соответствия (обозначения) между знаком и предметом (объектом). Предметом могут быть как действительно существующие объекты (в этом случае их уместно назвать денотатами), так и существующими лишь в сознании человека (десигнатами). Предметная концепция значения довольно широко используется в логической семантике и уже поэтому рассмотрение предметного значения оправдано. Однако при этом необходимо учитывать, что предметное значение не тождественно вообще значению. Игнорирование этого замечания не приносит особого вреда, если значение отождествляется с предметным значением при рассмотрении логико-семантических проблем, но совершенно недопустимо, когда значение рассматривается в широком логико-гносеологическом аспекте.

Слабые места предметной концепции значения были подмечены сторонниками образной (или смысловой) концепции, в которой значением знака выступает выражаемый им образ (мысленный или чувственный). Ученые, развивающие образную концепцию значе-

ния, полагают даже, что их точка зрения включает в себя все рациональные моменты предметной концепции значения и прежде всего факт предметной отнесенности знака (Л. О. Резников, 1969, стр. 28). В какой-то мере это, конечно, так, но рациональные моменты предметной концепции значения входят в смысловую концепцию слишком уже в неявном виде, а поскольку предметное значение здесь вообще не считается значением, то с позиций образной концепции значения получается, что логическая семантика вовсе не занимается изучением значения знаков (что не совсем так).

Более правильной точкой зрения, устраняющей определенные крайности обеих концепций, представляется такая, которая исходит из взаимосвязи различных видов значения, в частности из единства предметного и смыслового значения. В рамках этой «синтетической» концепции значение выступает как информация, но информация, присущая не отдельно предмету или его отражению, а им обоим вместе.

В самом деле, если считать значением знака только информацию обозначаемого предмета, то эта информация бесконечна и ограничение разнообразия здесь осуществляется лишь при отражении предмета. Из всей информации, заключенной в предмете, при отображении его выделяется лишь часть и именно этой части ставится в соответствие (кодируется) знак. Поэтому предметным значением оказывается лишь часть информации объекта (предмета).

По-видимому (мы говорим, *по-видимому* потому, что это детально не исследовано) значением не является и отображение предмета и даже не вся информация отражения. Ведь при отражении происходит такое преобразование информации, которое может в определенной степени исказить образ (даже при условии интерсубъективности, общезначимости и т. п., т. е. при устранении всех чисто субъективно-индивидуальных искажений). Это искажение может проявляться, например, в неправомерном расширении предметной области понятия (теории), четкие границы которой могут выявиться лишь в будущем развитии науки. Поэтому из всей информации отражения значением (смысловым) выступает лишь та часть информации, которая соответствует (адекватно) объекту (предмету). Информация как значение знака не может быть определена отдельно от образа предмета или же от самого предмета; это лишь та часть информации образа и предмета, которая является для них общей, сохраняющейся, т. е. это *инвариант информации*. Это требование инвариантности, общности, информации предмета и образа показывает единство, неразрывность и в то же время несводимость значения к какому-либо его виду.

Однако значение знака может включать в себя не только информацию образа и предмета, но и другие виды информации. До сих пор мы в основном предполагали кодирование (обозначение) вне зависимости от иных целей, кроме цели адекватного отражения, познания. Однако при кодировании человек может ставить и другие цели, исходить из различных потребностей и в соответствии с ними выражать это в знаках. Так, человек может в знаках выра-

жать также свое состояние, свое отношение к отображаемому и обозначаемому объекту и т. д. В этом случае к информации, о которой говорилось выше, добавляется информация экспрессивного характера, т. е. дополнительная информация о чувствах человека, который создает или выбирает знак. В этом случае в знаке кодируется не только информация, присущая образу и отображаемому предмету, но и информация о кодирующей системе. Поэтому значение такого знака не сводится только к предметному и смысловому, а включает и экспрессивный компонент.

Наличие экспрессивного компонента показывает, что значение не сводится лишь к отражательно-семантическим компонентам, на его состав оказывают влияние и прагматические факторы. В знаке кодируются не только отображаемый объект и образ его, но и выражается (кодируется) сама кодирующая система (например, человек). Влияние прагматического фактора сказывается уже в самом выборе (производстве) знака.

В значениях знаков, используемых естественными науками, прагматический фактор или отсутствует или же сведен к минимуму. Этого, однако, нельзя сказать о значении знаковых выражений, используемых общественными науками. Здесь прагматические моменты имеют существенное, часто даже решающее значение. Например, представители различных классов вкладывают в одни и те же слова различное значение (причем эти значения могут оказаться в отношении антагонизма, как, например, для понятий «демократия», «свобода» и т. д.). Значительное влияние оказывают прагматические свойства на значения знаков, используемые в искусстве, в повседневном общении людей.

Рассматривая семиотические компоненты значения, где центральную роль, как правильно отмечает Л. О. Резников (Л. О. Резников, 1969, стр. 30), играет семантическое значение (в нашем понимании — как единство предметного и смыслового значений), следует упомянуть и о синтаксическом компоненте значения, т. е. той информации, которая закодирована в знаке и которая выражает сведения о других знаках, связанных с данным знаком. Синтаксический компонент значения существует лишь в том случае, если знак выступает не изолированно, не независимо от системы знаков, а включен в нее, является ее элементом.

Учет синтаксического значения играет важную роль в понимании некоторых сторон научного познания. Например, в квантовой механике у символа волновой функции нет ни предметного, ни смыслового значения, предметное и смысловое значение имеет лишь квадрат пси-функции, а сам символ (ψ) обладает лишь синтаксическим формальным значением, выявляющим структурную связь символа (знака) с другими знаками в квантовой теории. Такие знаково-познавательные ситуации присущи не только квантовой механике, но в определенной степени и другим научным теориям. В теоретическом познании появляются знаки, которые кодируют лишь информацию о структуре других знаковых систем, но не кодируют информацию о предметах внешнего мира. В этом случае теория,

включающая знаки, не имеющие предметного значения, приобретает эмпирическую интерпретацию лишь в целом, как единый сложный знак. Аналогичная картина (обладание лишь синтаксическим значением) имеет место и в естественном языке, где знаки, не имеющие предметно-смыслового значения, например, морфемы, образуют смысловые единицы (монемы).

В раскрытии проблемы значения, как и в других весьма сложных научных проблемах, важную роль играет системно-структурный подход. В свете такого подхода становится ясным, что значение выступает не как нечто простое, а как определенная система кодирования информации. Значение даже отдельного знака (а тем более их системы) обладает всеми свойствами системы, представляет единство, взаимосвязь частей, элементов (предметного, смыслового, экспрессивного значения, или синтаксического, семантического и прагматического значений). Далее, значение (как система) относительно; так, предметное значение, если оно кодирует информацию предмета внешнего мира, выступает как элемент семантического значения, если кодирует сообщение о других знаках, то выступает в качестве синтаксического значения, если же кодирует сведения о состоянии, желаниях, чувствах, целях говорящего (кодирующего), то оно выступает в качестве элементов эмотивно-волевого компонента (экспрессивного) значения и т. д.

В естественном языке эти различные компоненты, виды значений обычно четко не выделяются, что ведет к многозначности и даже к антиномиям, парадоксам, например, типа семантического парадокса Эвбулида («Высказывание, которое я сейчас произношу, ложно»), парадоксов теории множеств и др. В парадоксе Эвбулида понятия истины и лжи употребляются для кодирования информации как о действительных предметах, так и о самих высказываниях, т. е. здесь соединены в единое высказывание знаки, значения которых не принадлежат к одному типу. Поэтому для того чтобы избежать семантической замкнутости необходимо, в частности, создавать языки (формализованные, искусственные), слова (знаки) которых обладали бы значением одного типа (класса), например, предметный язык, метаязык и т. п.

Многозначность, однако, проявляется и в том, что даже в пределах значения одного типа (например, для слова «информация»), их предметная область установлена не однозначно. Устранение этого типа многозначности, выделение одного-единственного значения слова в принципе невозможно, ибо значение, скажем, слова «информация» находится в процессе своего становления и, кроме того, наряду с общим значением (общим понятием), неизбежно наличие особенных форм понятия. Поэтому здесь многозначность вполне оправдана и развитие должно идти не по линии отрицания различных значений слова «информация», а по пути обоснования правомерности того или иного значения и дальнейшего его уточнения формальными средствами (логическая и математическая экспликация). Переход от расплывчатого, интуитивного, первоначального значения слова (экспликанда) к более точным, формализованным

значениям (экспликатам) мы рассматриваем в интересующем нас плане как переход к более совершенной форме кодирования информации.

Соотношение информации и значения. Мы исходим из той точки зрения, что информация является более фундаментальным понятием, чем значение. Существуют виды информации (преимущественно в области неживой естественной природы), не обладающие значением. Как справедливо отмечает В. М. Глушков, «с понятием *информация* в кибернетике не связано обязательно свойство ее осмысленности» (В. М. Глушков, 1964, стр. 53). Мы не можем согласиться с мнением П. Киршенмана, когда он настолько тесно связывает понятия значения и информации, что они не мыслятся одно без другого и информация представляется лишь как свойство познавательных и коммуникативных ситуаций, приобретая подчас субъективистский оттенок (Р. Kirschenmann, 1969).

Но если информация отлична от значения, не всегда с ним связана, то в каком смысле используется понятие «информация» при определении понятия значения? Ведь уже говорилось о многозначности слова «информация», о неправомерности отождествления слова и понятия «информация». Поэтому необходим более подробный анализ признака «информация», входящего в общее определение понятия значения как инварианта информации.

Необходимость уточнения понятия информации при анализе проблемы значения отмечалась в работе И. С. Нарского (1969а, стр. 131). Из трех значений термина «информация» — «отраженное разнообразие», «упорядоченность» и «сообщения, знания» — И. С. Нарский отдает предпочтение знаниям, сообщениям, в то же время справедливо замечая, что немаловажны и остальные два.

Ясно, что выделение лишь какого-то одного значения информации в ущерб остальным при анализе проблемы значения оказывается недостаточным, если исходить из концепции единства различных видов (компонентов) значения. Предположим, что информацию мы понимаем исключительно как научное знание, тогда отсюда тотчас же вытекает образная концепция значения. Поскольку в значении знака кодируется не только информация образа, но и предмета, то необходимо исходить из такого понимания информации, которое оказалось бы общим и для материального и для идеального.

Очевидно, что понимание информации лишь как знания не подходит для этих целей.

Признавая, вслед за И. С. Нарским, необходимость всех трех значений понятия информации (и не только их), мы тем не менее будем считать главным для последующего рассмотрения трактовку информации как отраженного разнообразия, которая из всех существующих трактовок информации выглядит, на наш взгляд, наиболее аргументированной и многообещающей. Вместе с тем отметим, что, как это будет показано дальше, для измерения информации как значения наиболее приемлемой все же оказывается характеристика ее как знания (но под углом зрения разнообразия).

Согласно концепции разнообразия, информация существует и появляется там, где происходит (разумеется, в процессе отражения) процесс различения, выделения. Совокупность считается содержащей информацию, если в ней имеются части, элементы, которые хотя бы в каком-то свойстве, или в каком-то отношении отличаются друг от друга, выделяются, нетождественны. Это важнейшее свойство информации, т. е. ее существенная связь с различием (различением), разнообразием, оказывающая «работоспособной» и при анализе проблемы значения. Ведь, как справедливо обратил на это внимание Б. В. Бирюков, «проблема смысла (во всяком случае отчасти) сводится к проблеме различения и отождествления предметов» (Б. В. Бирюков, 1969, стр. 73).

Этот вывод подтверждает и анализ формирования значения в естественном языке, произведенный, например, в работе А. А. Ветрова (1968). Возникновение номем связано с различением, выделением практических ситуаций — объекта действия, а затем и самого действия. «Для того, чтобы обозначать ситуацию в целом, надо уметь ее выделять, отличать от других ситуаций», — пишет А. А. Ветров (1968, стр. 241). Эта мыслительная (отражательная) способность человека складывалась под влиянием предметно-практической деятельности. Умение выделять, различать ситуации (объекты) явилось основой их обозначения. Обозначение в конечном счете есть исторический синтез способности различения, отражения и кодирования.

Объективной предпосылкой дальнейшего процесса — от выделения ситуаций к выделению их составных моментов и других процессов различения, свойственных именно человеку, — явилось само выделение человека из внешнего мира, его осознание себя как существа, противостоящего природе. Животные, не выделяя себя из природы, используют знаки (как сигналы), но в узко ограниченной области, не выходящей за пределы естественно складывающегося разнообразия жизненно важных ситуаций. Для человека способность выделения и обозначения таких ситуаций оказывается лишь исходной, над ней надстраивается высший уровень этой способности, вызванный к жизни появившейся возможностью производить орудия, которые он ставил между собой и природой. Изготовление орудий труда и явилось тем двигателем, который привел к выделению человека из природы, а затем и к дальнейшему совершенствованию человеческих отражательных, мыслительных, способностей.

Создавая орудия труда, человек тем самым производил разнообразие, которого ранее не было в природе, но которое он должен был отражать, выделять из всего остального, ибо это разнообразие стало между ним и природой и от него теперь во все большей степени зависела его жизнь. Появляется, таким образом, разнообразие нового типа, рост которого оказывается по темпам значительно более стремительным, чем рост окружающего естественного разнообразия, а это становится стимулятором развития отражательных, мыслительных, процессов. Создание разнообразия орудий труда,

появление искусственно созданных предметов послужило основой появления знаков — от использования естественных знаков (условных раздражителей) человек переходит к производству, сознательному изготовлению знаков, так же как он перешел от использования случайных естественных предметов для обеспечения своей жизни к изготовлению орудий. Таким образом, потребности отражения и выделения растущего разнообразия предметов труда породило потребность в изготовлении и употреблении знаков, кодирования все увеличивающегося разнообразия искусственных предметов, разнообразия отношения людей к этому разнообразию (и, конечно, к естественному) и друг к другу. Производство орудий труда оказалось тесно связанным с производством знаков, генезисом их значения. Под влиянием производственной, предметно-практической деятельности возникают знаки, в частности звуковые, которые постепенно включали в себя все новые смысловые единицы. Общечеловеческий «тезаурус» расширялся, разнообразие его увеличивалось.

Вот почему нам представляются весьма перспективными концепции семантической информации, основанные на изменении разнообразия (например, концепции Ю. А. Шрейдера и Д. М. Маккея). Д. М. Маккей, например, полагает, что в качестве единицы семантической информации может выступать — «логон», т. е. такое приращение знания, которое добавляет к известным знаниям некоторую минимально различимую часть (D. M. MacKay, 1952).

Выявленная роль концепции разнообразия в проблеме значения послужит далее отправным моментом для выбора некоторых средств измерения смысла. Однако, прежде чем перейти к их рассмотрению, выявим место понятия инвариантности в информационной концепции значения.

Значение как семантический инвариант информации. Выше основное внимание было уделено показу того, что значение выступает как единое семантическое отношение, как отношение кодирования, существующее между знаком и объектом, знаком и образом. Это семантическое отношение предполагает по меньшей мере отношение однозначного (но не взаимнооднозначного) соответствия знака и объекта, знака и образа, а для знаковых систем даже гомоморфного (в исключительных случаях изоморфного) соответствия. Роль однозначного соответствия (гомоморфизма и изоморфизма) в проблеме значения кажется настолько важной, что в логической семантике оно по сути дела признается почти единственным признаком значения (предметного). Причем эта мысль иногда выносится даже за пределы логической семантики, например, в область логической теории научных знаний.

Однако если в логической семантике концепция соответствия (знака и предмета) оказывается работоспособной и как будто бы достаточной, то этого нельзя сказать, когда мы переходим к более широкой системе и рассматриваем процессы научного познания, мышления и коммуникации. Здесь оказывается необходимым дополнение идеи соответствия другой важной идеей — сохранения.

Определение значения как инварианта информации в общем призвано отразить ту мысль, что значение сохраняется в различных преобразованиях знаковых ситуаций. Материалы знаков, интерпретаторы знаков, некоторые другие составляющие знаковых ситуаций могут меняться, а значение сохраняется, остается постоянным, выражая, кодируя одну и ту же информацию. Значение выражает, с одной стороны, свойство информационной инвариантности в знаково-познавательных и знаково-коммуникативных ситуациях. С другой стороны, значение выступает как определенное отношение, как соответствие знака и объекта, знака и предмета, т. е. как двуединое семантическое отношение.

Остановимся более подробно на признаке инвариантности в проблеме значения. Как известно, проблема инвариантности занимает важное место в области физико-математических наук. Однако в настоящее время роль инвариантности осознается и за пределами физики и математики, в частности, и в той области наук, которые связаны с проблемой значения. Так, Г. Клаус отмечает важность проблемы инвариантности для семантики (G. Klaus, 1966). А И. С. Нарский признак инвариантности вводит, наряду с признаком информации, в определение понятия «значение», что представляется нам вполне справедливым. Важное положение о том, что значение — это инвариант информации, нуждается в дальнейшем развитии, уточнении. В самом деле, как отмечает Б. В. Бирюков, возникает проблема об основаниях выбора тех или иных преобразований, по отношению к которым значение выступает как инвариант (Б. В. Бирюков, 1969, стр. 75). В работах И. С. Нарского показано несколько таких важнейших информационно-знаковых ситуаций, в которых значение выступает как инвариант информации.

Рассмотрим здесь более подробно, какие же информационные инварианты необходимо выделить при анализе проблемы значения. Возьмем вначале познавательную ситуацию — производство и употребление знаков в процессе научного исследования. В этом случае значение предполагает инвариантность информации в трех аспектах: в объективном, теоретико-познавательном и логическом.

Объективная инвариантность означает, что предметы, которые обозначает данный знак, сохраняют в обозначаемом отношении одно и то же информационное содержание, не меняющееся в соответствующих преобразованиях, которым подвергаются предметы. Если же имеется в виду значение индивида, то под инвариантностью понимается сохранение информационного содержания самого предмета в различных допустимых ситуациях (Д. П. Горский, 1967, стр. 61). Если же это не индивид, а понятие, то здесь считается, что в различных предметах выделяется то наиболее существенное, общее, сохраняющееся, что свойственно всем таким предметам, обобщаемым в понятии (денотатам). Таким образом, объективная инвариантность предполагает сохранение информационного содержания как в предметах (в одних и тех же или относительно друг друга), так и относительно преобразований различных объективных ситуаций. Здесь необходимо заметить, что это пони-

мание инвариантности включает в себя все исследованные случаи инвариантности (известные, скажем, в физике), но отнюдь не сводится к ним. Здесь инвариантность интерпретируется достаточно широко, включая в себя еще не эксплицированные ситуации, часто интуитивного характера, где по-видимому достаточно простого знания (убеждения), что предмет в информационном (количественном, качественном или в ином отношении) сохраняется, несмотря на соответствующие допустимые изменения (преобразования).

Следующий вид инвариантности — это гносеологическая инвариантность, когда обеспечивается сохранение информационного содержания образа (отражения) в различных познавательных ситуациях, отношениях субъекта и объекта. Какие бы изменения, преобразования (конечно, допустимые) ни происходили с субъектом и объектом познания, образ должен в информационном отношении соответствовать отображаемому объекту, и это информационное содержание образа составляет смысловое значение знака.

Логическая инвариантность заключается в сохранении информационного содержания логического образа при любых правильных мыслительных преобразованиях образа. Частным случаем этого типа инвариантности является формально-логический закон тождества, согласно которому всякая мысль должна быть тождественна самой себе. Знак, кодирующий информационное содержание логической формы познания, должен выражать одно и то же информационное содержание.

Рассмотренные инварианты являются основными в познавательных ситуациях, когда используются знаки. Сюда можно было бы добавить и другие инварианты, скажем, инвариантность информации относительно преобразований материала знака, относительно ученых, изучающих один и тот же предмет, и т. д.

Однако познавательные ситуации не исчерпывают важнейших знаковых ситуаций. И. С. Нарский совершенно справедливо отмечает, что «обычно обсуждаемые знаковые ситуации не учитывают в должной мере того обстоятельства, что значения устойчиво функционируют только в многократно повторяющихся коммуникациях и при наличии нескольких взаимодействующих контекстов и не менее двух интерпретаторов» (И. С. Нарский, 1969 а, стр. 139). Рассмотрение значения как инварианта передаваемой информации очень важно для развиваемой здесь концепции. Значение с этих позиций не выступает исключительно как акт познания индивидуума, а лишь как инвариант информации, которую один индивидуум (интерпретатор) сообщил другому индивидууму (по меньшей мере одному). Исторические факты свидетельствуют о том, что значение как инвариант информации выкристаллизовывается лишь в процессе коммуникации. Так, например, в формировании значения слова «число» большую роль сыграл именно процесс общения, коммуникации племен (Г. И. Рузавин, 1968, стр. 18—19). В этом смысле значение выступает инвариантом информации при коммуникации, как стоимость — инвариантом товара в меновых отношениях.

Мы говорим о значении как инварианте информации, однако требование инвариантности оказывается достаточно жестким. Уже упоминалось о том, что некоторые авторы используют применительно к значению более слабые требования, например, в логической семантике говорят об эквивалентности, о простом соответствии знака предмету и т. д. Отношения типа эквивалентности, соответствия и т. п. оказываются необходимыми, но не достаточными для формирования значения в реальных знаковых ситуациях. Поскольку значение должно выступать в качестве сохраняющегося информационного содержания, то здесь, наряду с отношением эквивалентности (соответствия) должны учитываться и функции перехода от одной знаковой ситуации, в которой функционирует и формируется значение, к другой (т. е. кодирующие и декодирующие функции).

Отношения типа эквивалентности (изоморфизма) безразличны к конкретному виду кодирующих функций, они являются результатом кодирования информации, но не содержат в себе сведений о функциях перехода, правилах кодирования и соответственно декодирования. И лишь введение кодирующих и декодирующих функций, наряду с отношением эквивалентности, обеспечивает инвариантность информации (более подробно об этом в применении к принципу инвариантности в физике см. А. Д. Урсул, 1967 г., стр. 282).

Функции кодирования и декодирования информации играют столь же важную роль в проблеме значения, как и отношение эквивалентности (знака и предмета, знака и образа). На это обратил внимание Д. П. Горский, когда он, развивая идеи С. А. Яновской, сформулировал правила введения и исключения знаковых выражений (Д. П. Горский, 1967). В сущности эти правила есть описательная формулировка некоторых функций (алгоритмов) кодирования и декодирования информации.

Говоря о том, что значение есть инвариант информации, мы несколько упростили действительную картину, поскольку инвариантом значение оказывается не во всех информационно-знаковых процессах. Инвариантом оно выступает в основном в процессах передачи, хранения и в некоторых случаях преобразования информации. Вообще же значение знака может изменять свое информационное содержание (развитие понятия, теории и т. д.) и этот процесс выступает аналогом перехода от одних типов физической инвариантности к другим, сохраняющимся относительно другой группы преобразований. Поэтому значение есть инвариант информации лишь относительно определенных преобразований знаковых ситуаций, обуславливаемых степенью познания предметов, уровнем развития субъекта и средствами кодирования.

Тот факт, что сейчас существует множество различных концепций значения, свидетельствует о том, что каждая из них обращает внимание на определенный аспект инвариантности и соответствия информации, считая тот или иной инвариант более существенным в ущерб другим. Нам представляется наиболее правильной точка

зрения, исходящая из единства всех видов инвариантов (значений), по в качестве главного выделяется семантический инвариант информации (взаимосвязь предметного и смыслового значения).

Некоторые пути измерения значения (смысла). Из определения понятия «значение» как (семантического) инварианта информации следует возможность измерения смысла (значения, содержания) теоретико-информационными методами. Однако измерение количества смысла, как справедливо замечает В. А. Полушкин, содержащегося в том или ином сообщении, — задача колоссальной сложности (В. А. Полушкин, 1967, стр. 273). Здесь возникает множество трудностей, которые, как показывает анализ, связаны не только с проблемой, как измерять, но и с проблемой, что измерять.

Недостаточная ясность проблемы значения, наличие различных концепций значения сказывается и на проблеме измерения значения. Так, начиная с работ Карнапа и Бар-Хиллела наметилось направление в семантической теории информации, когда основной упор делается на измерение предметного значения (Y. Bar-Hillel and R. Carnap, 1953). Это путь логической семантики, которая абстрагируется от смыслового значения, выделяя в качестве основного соответствие знака и предметов (этому служат понятие «описание состояния» Карнапа, понятия логической системы и модели, рассматриваемой в качестве интерпретации логической системы, — у Кемени (J. Kemeny, 1953)).

С другой стороны, наметился отход от традиционной логико-семантической традиции, когда ищутся пути учета и смыслового значения (D. M. MacKay, 1956; Р. Уэлз, 1965; Ю. А. Шрейдер, 1965, 1967). Как отмечает в этой связи В. А. Полушкин, «количество семантической информации может быть определено только по отношению к конкретному приемнику, которым может быть и отдельный человек, и электронно-вычислительная машина, и, пожалуй, человеческое общество в целом. Основой для количественного определения семантической информации является возможность численно оценить информационную организацию приемника уровнем его «словарной памяти» и количеством имеющихся связей между отдельными понятиями» (В. А. Полушкин, 1967, стр. 273). Концепция измерения семантической информации, опираясь на смысловое значение, оказывается более перспективной, чем традиционный логико-семантический подход, ибо предметная отнесенность знака в определенной степени учитывается в образной концепции значения, тогда как предметная теория значения существенно абстрагируется от приемника информации, от отражения в нем предметов. Но, поскольку выше уже говорилось о необходимости единства предметного и смыслового значения, то следует ожидать, наряду с отдельным развитием упомянутых концепций, также их объединения и создания некоторой синтетической теории семантической информации. Ниже мы попытаемся предложить один из возможных вариантов такого синтеза на базе алгоритмической теории информации.

Но прежде обратим внимание на другую особенность существующих попыток измерения смысла. Как известно, в формализованных логических языках обнаруживаются структурно-синтаксические характеристики, посредством которых возможно выразить значение, содержание. Эту возможность измерения содержания через логическую экспликацию использует большинство семантических концепций информации и, в частности, наиболее распространенная концепция Карнапа — Бар-Хиллела. Характерной чертой многих существующих подходов к измерению содержания информации является требование предварительной формализации. А это требование порождает трудности, которые настолько велики, что ожидать практических приложений в ближайшее время вряд ли возможно. Поэтому оказывается, что существующие концепции семантической информации имеют значение скорее всего для теории, нежели для практики измерения смысла.

Вообще требование вначале формализовать, а затем измерять — вполне правомерное, на этом пути может быть получено наиболее совершенное решение проблемы измерения значения. Если предположить, что подобная задача решена, то выяснится, что далеко не вся научная информация может быть измерена, поскольку не вся она формализуема. Однако измерение в принципе возможно и для неформализованной научной информации. Поэтому, наряду с развитием методов измерения содержания, основанных на формальных вариантах, возможны и другие подходы, где формализация не играет столь существенной роли. Ниже мы обсудим некоторые идеи такого более широкого подхода к измерению значения. Истоки такой концепции связаны, с одной стороны, с аналогией в развитии математических и семантических концепций информации, а с другой — с самим существом значения как инварианта информации.

Статистическая концепция информации Шеннона послужила толчком и одновременно аналогом очень многих концепций семантической информации (в частности, варианта Карнапа — Бар-Хиллела). По аналогии можно предположить, что и нестатистические подходы в математической теории информации (динамический, комбинаторный, топологический и алгоритмический) могут быть переосмыслены в понятиях семантической концепции, например, как это сделано Е. К. Войшвилло для статистической теории (Е. К. Войшвилло, 1966). Топологический подход используется Ю. А. Шрейдером, хотя этот подход возник у него независимо от работ по топологической теории информации школы Н. Рашевского (Ю. А. Шрейдер, 1967). Известно также, что в рассуждениях об измерении семантической информации используются и комбинаторные идеи.

Здесь мы обратим внимание на возможность семантического переосмысления алгоритмической теории информации, основы которой были заложены А. Н. Колмогоровым. Согласно этой концепции, количество информации выступает как минимальная длина программы (алгоритма), которая позволяет построить один объект, имея в своем распоряжении другой объект. Очевидно, что

в проблеме значения мы встречались именно с такими ситуациями, например, систему знаков можно рассматривать в качестве «программы», служащей для построения образа предмета (если задан предмет) или предмета по образу (если задан образ). Поскольку значение определяется как инвариант информации, то, по существу, это есть минимальная длина «программы», переводящая один объект в другой, ибо вследствие требования инвариантности из всех длин «программ» инвариантной остается лишь минимальная длина во всевозможных изменениях знаковых ситуаций (семиотических преобразованиях). Важнейшее требование к программе, чтобы она была меньше программируемых объектов или равна им, выполняется во всех случаях.

Подобное понимание значения как инвариантной (минимальной) длины программы позволяет измерять его методами алгоритмической теории информации, используя концепцию разнообразия. Количество информации в этом случае характеризует «сложность», разнообразие программы, позволяющей один объект преобразовывать в другой. Количество семантической информации, зафиксированное в знаке, выражает «сложность» алгоритма, который устанавливает «соответствие» между образом и отображаемым предметом. Поскольку построение алгоритма (программы) возможно, когда один из объектов задан (образ или предмет), то минимальная длина знаков, выражающих команды (операции), может быть измерена их разнообразием.

Например, если измерять смысловое разнообразие на уровне слов (считать, что каждое слово есть элемент, знак с разнообразием, т. е. каждое слово в предложении не повторяет другого), то количество семантической информации есть минимальная длина предложения (количество различных слов), выражающая данную мысль о предмете.

Ясно, что эту мысль можно выражать и большим количеством слов (большим разнообразием). Предложения, содержащие разнообразия больше минимально необходимого, считаются семантически избыточными. Степень этой избыточности можно выразить формулой

$$R = 1 - \frac{I}{I_{\text{факт}}},$$

где I — минимальное количество разнообразия, минимальная длина предложения, выражающего данную мысль, а $I_{\text{факт}}$ — фактическая длина предложения (действительное количество разнообразия слов).

Приведенная формула семантической избыточности отличается от формулы избыточности в статистической теории тем, что здесь мы исходим из смысла предложения (сообщения), а не из его структуры, что свойственно статистическому подходу в теории информации как отражающему синтаксические свойства информации. Поэтому в предлагаемой концепции семантической избыточности

второй член имеет иные составляющие и иной смысл, чем в формуле статистической избыточности.

В данном случае мы исходим из того, что мысль, выражаемая предложением, задана, что она одна и та же. В общем случае, когда переменными оказываются как образы, так и предметы, ими отображаемые, семантическая концепция оказывается довольно сложной и в ее построении важную роль могут сыграть и методологическая идея разнообразия, и алгоритмические приемы измерения, когда значение рассматривается в качестве инвариантной программы, зависящей и от разнообразия образа, и от разнообразия предмета. Применение этих идей для дальнейшей разработки проблемы значения и средств его измерения представляется нам весьма перспективным, поскольку здесь на единой основе могут быть синтезированы различные, до сих пор развивавшиеся относительно самостоятельно, концепции.

§ 2. К характеристике семантических теорий информации

В предыдущей главе рассматривались лишь такие аспекты понятия информации, которые в семиотическом отношении выступают в основном как синтаксические. Эти свойства отражают лишь внутренние отношения между элементами, их связями и отношениями. Это свойства данной системы (как знаковой) самой по себе, или же в ее отношении к другим знаковым системам.

Знаковые системы, разнообразие знаков, характеризуются и некоторыми отношениями, которые можно назвать внешними, к ним относятся семантические и прагматические (Ю. А. Шрейдер, 1966 а, стр. 262). Эти «внешние» свойства знаковых систем не присущи информации в неживой естественной природе, ибо они рассматриваются в системе субъект (получатель информации) и информация. Здесь под субъектом понимается любая кибернетическая система, могущая осознавать (осмысливать) информацию, отбирать ее в соответствии с некоторым критерием ценности, а также принимать на основе этой информации необходимые решения. Выход за пределы чисто количественного, синтаксического аспекта вызван необходимостью более адекватного изучения свойств информации в кибернетических системах, поскольку было очевидным, что не все свойства информации могут быть поняты лишь исходя из статистического и вообще количественного аспекта. Выявление новых свойств информации оказалось возможным лишь в более широкой системе отношений и объектов, чем это имело место раньше. Разумеется, этими отношениями не ограничиваются, не исчерпываются свойства информации, например, человеческой информации,— здесь мы по необходимости должны рассматривать еще более широкую область отношений, способную выявить глубокие, уже выходящие за пределы семиотических отношений, аспекты информации. Все же в настоящей работе мы ограничиваемся методологическим анализом лишь семантических и прагматических аспектов информации.

Наиболее известны работы по семантической теории информации (Y. Bar-Hillel, R. Carnap, 1953; Л. Бриллюэн, 1960, стр. 384—389; Е. К. Войшвилло, 1966; Ф. Джордж, 1963, стр. 479—485; J. G. Kemeny, 1953; C. J. Maloney, 1962; Н. Törnbohm, 1964; Р. Уэлз, 1965; D. Nagrah, 1967; С. Cherry, 1966; Ю. А. Шрейдер, 1965). Р. Карнап и И. Бар-Хиллел предложили простейший вариант информационного анализа содержательной стороны языка (суждений), в построении которого используется символическая логика.

Основная идея семантической концепции информации заключается в возможности измерения содержания (предметного значения) суждений. Но содержание связано с формой, измерить содержание суждения можно только в том случае, если мы уточним его содержание, зафиксируем в некоторой форме и затем по определенным правилам будем измерять количество информации. Получается, что содержание измеряется через форму, семантические свойства выражаются через синтаксические свойства информации (в отвлечении от прагматических характеристик).

Синтаксические и семантические свойства информации взаимосвязаны, хотя и различны. Синтаксические свойства информации выражают лишь внутренние отношения между элементами, их связями. Это свойство данной системы знаков (скажем, суждения) либо поскольку оно рассматривается само по себе, либо же — по отношению к другим таким же знаковым системам. «Цель синтактики, — подчеркивает К. Черри, — изучение чисто формальных аспектов языка» (К. Черри, 1964, стр. 232). Семантика обращает внимание не только на формальные правила, но и на правила отношения знаков (информации) к действительным вещам, их связям и отношениям. Но поскольку в формальных конструкциях кодируется (отображается) действительность, то отсюда вытекает возможность измерения содержания через форму. Разумеется, такое измерение возможно не до конца, так как фиксация формы не означает «улавливания» в ее пределах всего содержания. Поэтому семантика возвышается над синтактикой (что хорошо показано в названной работе К. Черри).

С учетом этих замечаний, характеризующих исходные позиции семантической концепции информации, перейдем к изложению идеи измерения смысла суждений в концепции Карнапа — Бар-Хиллела.

Рассматривается модель простого формализованного языка, включающего конечное число имен индивидов и конечное же число одноместных предикатов. Предложения, состоящие только из имен индивидов и предикатов, называются атомарными. Конъюнкция атомарных предложений, такая, что в нее входит либо само предложение, либо его отрицание (но не оба вместе), называется описанием состояния.

Информация в трактовке Карнапа — Бар-Хиллела — это не просто синтаксическое разнообразие символов, а некоторая характеристика знания, выраженного в определенном формализованном языке, т. е. здесь знаки рассматриваются уже в их отношении

к обозначаемому объекту и выражаемому им содержанию (предметному значению). Содержание информации определяется возможными состояниями обозначаемого предмета в данной языковой системе («описаниями состояния»). Описанию состояния в рассматриваемой теории ставится в соответствие некоторая функция (мера), которая является количественной экспликацией понятия логической вероятности, позволяющей математическими средствами измерять «величину содержания» информации, несомой тем или иным предложением.

Далее Р. Карнап и И. Бар-Хиллел введенную меру истолковывают в вероятностном смысле и устанавливают ряд аксиом, которые аналогичны аксиомам теории вероятностей. Придание вероятностного смысла мере описания состояния позволяет пользоваться результатами индуктивной (вероятностной) логики. Если статистическая теория информации строится на базе понятия математической вероятности, то семантическая теория информации Карнапа — Бар-Хиллела основывается на понятии логической вероятности.

Под элементом содержания, соответствующим кванту (единице) информации, понимается дизъюнкция атомарных предложений, причем такая, что для каждого из атомарных предложений, входящих в состав описания состояния, в нее входит или это предложение, или его отрицание. Как отмечают Р. Карнап и И. Бар-Хиллел, понятие содержания в семантическом смысле аналогично понятию информации, сообщаемой данным предложением (Y. Bar-Hillel and R. Carnap, 1953). В логическом смысле информация определяется как множество элементов содержания (полных элементарных дизъюнкций).

Методы индуктивной логики позволяют выявить связь выдвинутой гипотезы с начальным достоверным знанием, в частности, сделать заключение о степени подтверждения гипотезы. Связь между гипотезой и достоверным знанием (эмпирическими данными) определяется степенью подтверждения гипотезы, которая может рассматриваться как одна из особенных форм логической вероятности. Отрицательный логарифм степени подтверждения гипотезы равен количеству семантической информации, содержащейся в гипотезе относительно достоверного знания. Таким образом, степень подтверждения и количество информации в гипотезе пропорциональны друг другу.

Концепция Карнапа — Бар-Хиллела является лишь началом исследований в области измерения содержания передаваемой информации. Детальный анализ исходных допущений и результатов теории приводит к выводу о малой ее пригодности для анализа содержания естественного языка. Одним из недостатков концепции Карнапа и Бар-Хиллела является использование бедного языка (состоящего лишь из конечного числа индивидов и одноместных предикатов с использованием логических знаков логики высказывания). Столь простой язык, конечно, не употребляется в человеческом познании и коммуникациях. Именно поэтому тотчас же после

создания этой теории начались попытки расширения арсенала охватываемых ею языков, например, в работах Кемени, Торнебома, Мелони, Уэлза и других ученых. Кемени обращает внимание и на тот недостаток рассматриваемой теории, что она исходит из допущения о независимости исходных предикатов (что позволяет составлять описание состояния как конъюнкции атомарных предложений). Кемени строит свою собственную концепцию семантической теории информации, включающей и зависимые исходные предикаты и, кроме того, также предложения, связанные с «постулатами значения», т. е. существенно усложняет язык, в котором может измеряться содержание информации (J. G. Kemeny, 1953). Однако и подходу Кемени свойственны определенные недостатки, ибо если этот подход и позволяет использовать в анализе содержания языковую информацию, то лишь в очень ограниченных пределах — там, где сообщаемая мысль может быть выражена на языке логики предикатов.

Расширение арсенала формальных языковых средств — это, конечно, существенное улучшение теории семантической информации. Однако вариант Карнапа — Бар-Хиллела обладает другим недостатком, который оказывается весьма сильным тормозом для дальнейшего развития семантической теории информации в обсуждаемом русле идей. Ведь анализируемая теория основана лишь на *вероятностной* логике, а поэтому неприменима к анализу основного массива научного знания — достоверного знания. С точки зрения семантической теории информации, построенной на индуктивной логике, высказывание «на Луне есть нефть» содержит информацию, а высказывание «на Земле есть нефть» лишено информации, поскольку это достоверное знание. Такая ситуация оказывается весьма парадоксальной — ведь именно достоверное знание и обладает предметным значением и оно подтверждено практикой, тогда как гипотезы далеко не всегда подтверждаются и, следовательно, в этом случае лишены предметного значения (обладая лишь смысловым значением). В этой теории получается, что два логически правильных умозаключения, одно из которых имеет предметное значение, а другое его не имеет, могут содержать одинаковое количество (семантической?) информации¹. Использование лишь вероятностной концепции в варианте семантической концепции Карнапа — Бар-Хиллела приводит, таким образом, к тому, что здесь могут рассматриваться и суждения, не соотносимые с предметами. Преодоление этого недостатка не может идти по пути использования более богатого языка. Здесь необходимо менять логическое основание теории, исходный принцип ее построения.

Критика «вероятностных» допущений этих авторов может быть построена по аналогии с критикой невероятностных математических концепций. В самом деле, почему только синтаксический аспект должен использовать наряду с вероятностными и невероят-

¹ На это обратил внимание П. К. Анохин в своих комментариях к книге Ф. Джорджа (Ф. Джордж, 1963).

ностные подходы? Ведь измерение содержания форм научного познания, в частности, суждений, не обязательно должно ограничиваться логико-вероятностными средствами, ибо, как следовало из предыдущего параграфа, значение (содержание) по своей природе не однозначно связано с вероятностью. Совершенно справедливо замечание Е. К. Войшвилло, что можно найти сколько угодно примеров, когда смысл того или иного познавательного результата (скажем, исход того или иного эксперимента или доказательства математической теоремы) вовсе не является неожиданным, но тем не менее это не снижает его информативности. «Ясно, что информация, которую содержит суждение, или информация результата опыта, должна была бы зависеть прежде всего от количества и существенности обусловленных им следствий, а не от степени его вероятности» (Е. К. Войшвилло, 1966, стр. 278).

Понимание семантической информации, которое предлагается Е. К. Войшвилло, устраняет чисто вероятностное представление, присущее концепции Карнапа — Бар-Хиллела. Рассмотрим кратко интересующие нас основные идеи работы Е. К. Войшвилло. Одно из ее важных исходных положений — то, что величина семантической информации является относительной, например, некоторое суждение обладает не каким-то абсолютным содержанием, а лишь в отношении к какому-либо вопросу. Это допущение имеет очень важное значение, оно идет в русле основных идей и математических концепций, в которых количество (синтаксической) информации рассматривается тоже как нечто содержащееся в одном объекте относительно другого.

Величина информации, «которую содержит суждение по отношению к некоторой проблеме, определяется тем, насколько доказательство или допущение истинности этого суждения уменьшает энтропию проблемы» (Е. К. Войшвилло, 1966, стр. 289). Под энтропией проблемы имеется в виду мера трудности положительного ее решения, мера недостаточности информации для такого решения, или, что то же, степень необоснованности допущения, что такое решение верно. При этом необходимо иметь в виду, что в общем случае постановка проблемы имеет место при наличии некоторых (начальных) знаний, имеющих отношение к проблеме и выраженных в форме некоторого множества высказываний, доказанных или принятых в качестве допустимых суждений. Важно отметить, что понятие энтропии проблемы интерпретируется в более широком плане, чем в статистической теории информации — просто как меры неопределенности. Эта последняя трактовка энтропии выступает как частный случай более общей, принятой в работе Е. К. Войшвилло, во всяком случае энтропия может также определяться при помощи логических вероятностей.

Из определения общего понятия семантической информации вытекает, что ее величина для ложного суждения оказывается бесконечной, и это согласуется с правилами классической логики. Получается, что из допущения истинности или доказательства ложного суждения становится разрешимой любая проблема.

Величина информации логически истинного высказывания (тавтологии) оказывается равной нулю, что также не противоречит обычным представлениям классической логики. Ведь логические тавтологии не содержат новых знаний об отображаемых ими предметах действительности. Ненулевой информацией обладают лишь высказывания, вносящие новые знания о предметах действительности. Количество информации, содержащейся в некотором суждении, представляющем собой решение данной проблемы, равно сумме величин информации всех суждений по отношению к этой проблеме, на основании которых получено решение проблемы. Эта информация, замечает Е. К. Войшвилло, «не зависит от того, насколько неожиданным оказалось решение проблемы» (Е. К. Войшвилло, 1966, стр. 290), хотя, конечно, не устраняет полной независимости от вероятности и неопределенности (хотя бы потому, что энтропия вопросов определялась на основе логических вероятностей).

Вместе с тем оказывается возможным, не вычисляя вероятности, обратить внимание на логические отношения между суждениями для оценки относительной их информативности. Из концепции Е. К. Войшвилло вытекает, что величина информации следствий составляет часть информации, содержащейся в совокупности посылок.

Важно также отметить, что определенный отход от чисто вероятностных идей, например, в статье Е. К. Войшвилло заключается не в том, что эти последние полностью отбрасываются. Здесь речь идет о возможности более общей точки зрения, создания более общей теории информации, чем общепринятая статистическая и семантическая теория Карнапа — Бар-Хиллела. В построении более общей теории информации проявляется, таким образом, принцип соответствия. Нам представляется уместным назвать эту новую общую теорию семиотической теорией информации, ибо, кроме статистического и семантического аспектов, принятая Е. К. Войшвилло мера информации включает в качестве частного вида и понятие ценности информации по А. А. Харкевичу. Это происходит потому, что в концепции Е. К. Войшвилло информация рассматривается по отношению к решаемому вопросу, т. е. здесь задается некоторая цель, а ее реализация ведет к получению ценной информации. Конечно, еще рано говорить о создании общей, семиотической теории информации. Однако, как явствует из изложенного, попытки в этом направлении уже предпринимаются.

В семантической теории информации для определения понятия информации пользуются понятием неопределенности, но уже логико-семантической, а ее степень измеряется энтропией. Однако наряду с использованием понятия информации как снятой неопределенности (скажем, содержания суждения) уже начинает использоваться и концепция разнообразия как более общая точка зрения. В частности, оригинальная попытка построения семантической теории информации на базе образной концепции значения и концепции разнообразия содержится в статье Ю. А. Шрейдера (1965).

В модели теории семантической информации, предложенной

Ю. А. Шрейдером, информацией обладают не только гипотезы (как у Карнапа и Бар-Хиллела), но вообще любые сведения, которые изменяют запас знаний приемника информации (этот запас знаний называется тезаурусом). В этом случае смысловой аспект информации выражает отношение между информацией как компонентом отражения и образом отражаемых объектов. Однако это отражение осуществляется познающим субъектом, поэтому изменение образа, запаса знаний (тезауруса) естественно рассматривать как изменение семантической информации. Количество семантической информации, содержащееся, например, в каком-либо тексте относительно тезауруса, измеряется степенью изменения тезауруса под воздействием этого текста. Это изменение можно измерить определенным (каким — это пока еще выясняется) способом и определить количество семантической информации.

Подход Ю. А. Шрейдера (так же как подход Е. К. Войшвилло) к построению семантической теории информации является более перспективным, чем подход Карнапа — Бар-Хиллела, поскольку позволяет анализировать методами семантической теории информации и достоверное знание.

Среди других работ по семантической теории информации назовем работу Д. Харраха (D. Harrah, 1967). Как отмечает автор, его цель состояла в том, чтобы показать, как символическая логика и теория семантической информации может быть использована при анализе некоторых аспектов общения между людьми. Особое внимание уделяется рассмотрению семантических и прагматических свойств человеческой информации.

Д. Харрах полагает, что в настоящее время развиваются в основном два направления в теории информации. Одно из них он называет теорией селективной информации, основы которой были заложены К. Шенноном. Как правильно отмечает Д. Харрах, хотя получатель информации может использовать функцию селективной информации, но она не всегда адекватно описывает важнейшие свойства коммуникативных ситуаций, свойственных человеку. В частности, теория селективной (статистической) информации имеет дело с большим множеством сообщений и здесь практически не работает понятие индивидуального количества информации, а также не исследуются семантические и прагматические свойства сообщений.

Другое направление в теории информации, развиваемое, в частности, Карнапом, Бар-Хиллелом, Кемени и другими учеными, использует понятие логической вероятности для измерения количества информации, содержащегося в индивидуальном сообщении (суждении), определяемого как мера неожиданности гипотезы. Здесь количество информации, как полагает Д. Харрах, определяется не эмпирически, а скорее логически. Поэтому считается, что и количество семантической информации должно определяться логическими особенностями.

Д. Харрах предлагает свою систему аксиом, которая, как он считает, лучше всего подходит к описанию коммуникативных

ситуаций. В подходе Д. Харраха к измерению семантической информации используются в основном логические отношения (значения истинности, импликация, конъюнкция, дизъюнкция и др.). Это также представляет отход от чисто вероятностных концепций, приближение к специфике логической информации, ибо специфические отношения вероятностной логики здесь уже не доминируют.

На основе изложенного можно сделать вывод, что чисто вероятностный подход в семантической теории информации оказывается малообещающим и в настоящее время от него отходят, предлагают более общие модели концепции семантической информации. Таким образом, выявляется определенная аналогия в развитии математических и семантических аспектов информации. Причем, поскольку более развитыми оказываются математические теории, то предсказание путей развития семантической концепции зависит от соответствующего анализа (в плане выявления аналогий) математических подходов.

Необходимо также отметить, что в семантических концепциях еще очень мало собственных идей. По-видимому, именно это существенно тормозит направление семантических исследований информации. Выявление тождества и различия математических и семантических концепций информации — важная задача методологического анализа теории информации.

О семантических теориях информации по существу говорить еще рано. Кроме того, эти теории не нашли еще своего применения, хотя есть предположения, что они могут быть использованы в психологии, лингвистике, в теории массовых коммуникаций и т. д. Для создания соответствующей теории необходимо появление фундаментальных идей, их интенсивное развитие, привлечение к разработке значительно большего круга ученых, чем это имеет место в настоящее время. Семантическая теория информации находится лишь в самом начале своего становления.

Наконец, можно предположить, что семантическая теория информации будет развиваться не только в логическом аспекте, будет изучать не только свойство человеческой информации. То, что мы называем значением, содержанием информации, имеет свой аналог и в живой природе. Осмысление, разумеется, требует наличия органа мысли, мозга, осмысление — функция и свойство сознания. Однако семантическое отношение может мыслиться и более широко, если субъект познания (коммуникации) заменить кибернетической системой.

В живой природе аналог осмыслению — опознавание объектов, а именно над проблемой опознавания объектов (образов) работает современная техническая мысль. Опознавание выступает как отождествление и различение образа и объекта, как их соответствие или несовпадение. Ясно, что без опознавания (узнавания) объектов невозможно существование живых существ. Опознавание является основой возникновения прагматических свойств информации (в логическом аспекте, — в действительности они взаимосвязаны).

Поэтому мы надеемся, что в развитии семантической концепции

информации появляются" (а точнее, соединятся, модифицируются уже существующие идеи) не только логические, но и биологические и технические варианты (и синтетические бионические и бионико-логические концепции).

В заключение параграфа уместно отметить плодотворность идеи разнообразия в семантических концепциях информации. Различие и тождество также используются при построении рассматриваемых концепций, но они уже выступают не на синтаксическом, а семантическом уровне, причем, например в модели Ю. А. Шрейдера, это «смысловое» разнообразие выступает довольно отчетливо.

В индуктивной семантической теории информации фактически используется понятие разнообразия — или через понятие меры, т. е. фактически через логическую вероятность, или через дизъюнкцию атомарных предложений (которое вполне правомерно рассматривать также как некоторое логическое разнообразие). Короче говоря, понятие различия через те или иные методы формализации конкретизируется именно как семантическое различие, разнообразие.

§ 3. Ценность как прагматическое свойство информации

Первоначально идея ценности информации зародилась, как можно думать, в рамках развития теории игр и решений. Так, например, Р. Акоф сделал попытку построения бихевиористской теории коммуникации, где выявлялась роль передаваемой информации в поведении самообучающихся и самоорганизующихся систем (R. L. Ackoff, 1958). Методология такого анализа страдала, естественно, пороками самой бихевиористской концепции.

Одной из самых первых работ советских авторов по проблеме ценности информации явилась статья А. А. Харкевича (1960). Его рассуждения основаны на том, что информация собирается для достижения некоторой определенной цели, поэтому делается вывод: «Информация ценна, поскольку она способствует достижению поставленной цели. Одна и та же информация может иметь различную ценность, если ее рассматривать с точки зрения использования для различных целей» (А. А. Харкевич, 1960, стр. 54). Ограничиваясь случаем, когда цель достаточно точно определена, А. А. Харкевич справедливо полагает, что ценность информации может выражаться через приращение вероятности достижения цели. Если до получения информации эта вероятность равнялась p_0 , а после ее получения стала равной p_1 , то ценность информации определяется как логарифм отношения p_1/p_0 , т. е. ценность измеряется в единицах информации, и, более того, как отмечает А. А. Харкевич, различие между категорией ценности и категорией количества информации как бы стирается.

Возникает вопрос — почему возможно измерение ценности информации через ее количество? Ответ на этот вопрос можно получить на основе анализа исходных посылок статистической теории информации. В литературе часто можно встретить мнение, будто бы

шенноновская теория информации полностью игнорирует смысл и ценность информации. Однако это не совсем так. Более правильно было бы сказать, что шенноновская теория, не акцентируя внимание на смысле и ценности информации, развивает количественный аспект информации, — но именно информации, которая априори считается, во-первых, ценной и, во-вторых, истинной в определенном смысле.

Дело в том, что в статистической теории информации, как уже отмечалось, под информацией понимается снятая неопределенность. Количество снятой неопределенности и есть количество информации. Если же приемник информации, скажем, ученый, получил какие-то сведения, не уменьшающие неопределенность (подразумевается, для решения какой-то определенной задачи), то, с точки зрения теории Шеннона, он не получил информации. Сведения, не уменьшающие неопределенности, могут делиться на два вида: 1) сведения, не имеющие никакого отношения к решаемой задаче, а потому оставляющие меру неопределенности такой же, как и до получения сведений; 2) сведения, увеличивающие неопределенность задачи, что соответствует как бы отбиранию, уменьшению имеющейся информации. Правомерно ли такие сведения называть информацией или же нет? Думается, что нет нужды считать такие сведения неинформационными. Во-первых, понимание информации как снятой неопределенности, формализованное в статистической теории, не охватывает всего содержания первоначального понимания информации как сведений, сообщений (произошло уточнение не всего содержания понятия). Во-вторых, информация относительнона — ведь те же сведения могут уменьшать неопределенность в иной задаче и тем самым содержать в этом случае информацию. Например, в теории обмена информацией между людьми, развиваемой Акофом, Бейтсоном, Маккеем, Майлсом и другими, допускается существование и отрицательной информации (R. L. Ackoff, 1958; Г. Бейтсон, 1966; D. M. MacKay, 1956; У. Майлс, 1965). Так, У. Майлс считает, что передача отрицательной информации есть смещение целеустремленного состояния субъекта в направлении неопределенности (У. Майлс, 1965, стр. 72). Это, разумеется, некоторое обобщение шенноновского понимания информации только как снятой неопределенности (как бы возврат к пониманию информации как сведений), ибо здесь заранее не постулируется, что информация обязательно уменьшает неопределенность. Но раз в шенноновской теории речь идет лишь об уменьшении неопределенности, значит имеется в виду ценная информация. Неценная информация не уменьшает неопределенности, не приближает к решению задачи, к осуществлению поставленной цели. Таким образом, если исходить из более широкой точки зрения на информацию, чем это принято в статистической теории, то мы обнаружим допущение, лежащее в основе упомянутой теории, — вся информация обязательно должна быть ценной, иначе она не станет уменьшать неопределенность. В каждом конкретном примере, поясняющем, что такое количество информации в теории Шеннона, мы всегда обнаружим и цель —

познание того или иного объекта, относительно которого заранее строятся гипотезы или вероятные суждения. А в теории передачи информации ставится цель полностью передать сообщение.

В свете сказанного становится ясным, почему А. А. Харкевич определил ценность информации посредством ее количества, а М. К. Гавурин в своем варианте теории ценности информации также дает «оценки для ценности информации через ее количество» (М. К. Гавурин, 1963, стр. 27). Но несмотря на это, шенноновская теория не является теорией ценности информации, а именно теорией количества информации. Причина заключается в том, что в теории Шеннона приемник информации и цель всегда фиксированы, а варьируется лишь количество информации. А для теории ценности необходимо варьировать не только количество информации, но и ее получателей и цели, которые они ставят. В силу этого теория ценности информации в определенном аспекте должна быть содержательнее, чем шенноновская теория, и должна включать эту последнюю в качестве предельного, частного случая — для фиксированных получателей информации и целей. Разумеется, предполагая такое отношение названных теорий информации в духе принципа соответствия, мы вовсе не считаем, что вся современная статистическая теория информации целиком войдет в гипотетическую теорию ценности информации. Ведь, несмотря на то, что классическая механика является предельным случаем релятивистской механики, эта последняя вовсе не включает в себя первую полностью.

Итак, шенноновская теория в определенной, но недостаточной степени учитывает ценность информации. По-видимому, в философской литературе впервые на это было обращено внимание в статье К. Е. Морозова (1966, стр. 392). Кроме того, здесь же отмечено, что в теории Шеннона в некоторой степени учитываются и семантические характеристики информации (в плане отношения информации, приемника и передатчика). В дополнение к аргументации, приводимой в упомянутой статье, мы отметим, что неопределенность может уменьшаться при получении информации приемником информации в том случае, если она является «истинной». «Истинность» здесь следует понимать как соответствие информации на выходе тому, что должно быть передано (информации на входе) — ясно, что такое понимание «истинности» является аналогом обычного понимания истинности как соответствия мыслей объекту. Получение «ложной» информации не может привести к уменьшению неопределенности и такие сведения в шенноновской теории считаются неинформационными. Искажение информации выступает в качестве помех, от которых необходимо избавляться. Поэтому неявно в статистической теории информации учитываются такие семантические характеристики, как истинность и ложность, хотя и в своеобразной, расширенной форме. Следовательно, теория Шеннона уже в своих исходных, но обычно не формулируемых положениях, учитывает в некоторой (но недостаточной) степени ценность и истинность информации.

Обсуждение вопросов связи количественного аспекта информации с ценностным аспектом вовсе не преследует цель показать «все-

силie» шенноновской теории. Здесь мы хотели обратить внимание лишь на то, что ни количественные, ни ценностные, ни семантические аспекты высших видов информации не могут быть полностью «оторваны» друг от друга. Казалось бы, в «чисто» количественных теориях в скрытом виде предполагается и ценность и определенный «смысл» информации. Также и теории ценности не могут быть полностью абстрагированы от количественного и семантического аспектов. В данном случае конкретным анализом подтверждается высказываемое далее положение о взаимосвязи, в частности, семантических и прагматических характеристик информации.

Наряду с направлением в математической теории ценности информации, начатым А. А. Харкевичем, можно отметить еще два подхода: теоретико-игровой (использующей теорию решений), развиваемый в работах М. К. Гавурина (1963), Р. Л. Стратоновича и Б. А. Гришанина (1966), Р. Л. Стратоновича (1965, 1967), Б. А. Гришанина (1967), и «алгоритмический» (М. М. Бонгард, 1963, 1967).

Р. Л. Стратонович и М. К. Гавурин вводят понятие ценности информации, связывающее статистическую теорию информации с теорией решений (а в работах Р. Л. Стратоновича и с теорией оптимального управления). Если понятие количества информации в статистической теории определяется лишь заданием вероятностей исходов, то мера ценности информации, как отмечает Р. Л. Стратонович, требует введения дополнительных функций штрафов (или потерь). Т. е. в рассматриваемом варианте теории ценности информации, наряду с пространством вероятностей, вводится и пространство оценок. Оценка информации производится в результате минимизации потерь. Максимальной ценностью обладает то количество информации, которое уменьшает потери до нуля.

В определенном аспекте подход Р. Л. Стратоновича и М. К. Гавурина отличается от подхода А. А. Харкевича — именно тем, что ценность информации измеряется непосредственно через ее количество, но не находится обязательно в той же зависимости от количества информации, что и в статье А. А. Харкевича. Здесь вводится зависимость оценки информации от многообразия конкретных решаемых задач (целей), в силу чего зависимость между мерой ценности информации и ее количеством может иметь различный характер. Поэтому можно сказать, что связь статистической теории информации и теории игр и решений, реализованная в подходе Р. Л. Стратоновича, М. К. Гавурина и Б. А. Гришанина, является обобщением и дальнейшим развитием подхода А. А. Харкевича.

Наконец, третьему варианту теории ценности информации, развиваемому М. М. Бонгардом, который мы условно назвали «алгоритмическим» подходом², свойственны следующие важные, на наш взгляд, особенности. Во-первых, если ранее рассмотренные подходы к измерению ценности информации базировались на статистической теории информации и полагали, что количество информации

² Такое название не означает, что подход М. М. Бонгарда основан на подходе А. Н. Колмогорова.

измеряет степень ценности, то здесь делаются более широкие начальные допущения. Именно, предполагается, что получаемое количество информации, скажем, каких-то сведений, может вообще не иметь никакой ценности, или ценность может быть отрицательной. Такие допущения являются более широкими, чем в теории Шеннона (на которой основан подход А. А. Харкевича), где ценность всегда положительна, если количество информации больше нуля. Поэтому М. М. Бонгард отмечает, что «введенные Шенноном меры неопределенности и пропускной способности канала оказываются предельным случаем более общих выражений» (М. М. Бонгард, 1967, стр. 136). В варианте теории М. М. Бонгарда вводится допущение, что неопределенность может не только уменьшаться в результате передачи сообщения, но и возрастать — в том случае, когда передается ложная информация (дезинформация).

Другой важной особенностью подхода М. М. Бонгарда является связь статистических характеристик количества информации с алгоритмами проверки решения задачи. Именно с помощью решающего алгоритма вводится понятие полезной информации. Степень неопределенности, уничтожаемая при получении правильного ответа, и характеризует величину полезной информации (которая измеряется также посредством количества информации, т. е. в битах). Вообще информация называется полезной, если она уменьшает неопределенность решающего алгоритма (здесь используется отождествление полезности и снятия неопределенности). Изменение неопределенности связано с перераспределением вероятностей в решающем алгоритме. Изменением этих вероятностей в соответствии с поступающей информацией занимается так называемый декодирующий алгоритм. М. М. Бонгард отмечает, что «не имеет смысла говорить о полезной информации, содержащейся в сигнале, если не указаны: задача, которая решается, начальное состояние решающего алгоритма и свойства декодирующего алгоритма» (М. М. Бонгард, 1967, стр. 14).

Несмотря на различия трех указанных подходов к измерению ценности информации, им все же свойственны общие черты: во-первых, все они измеряют ценность информации посредством количества информации, во-вторых, связывают ценность информации с той или иной целью. Если первая особенность идет от классической (вероятностной) теории информации, то вторая особенность свидетельствует о возможности отхода от рассмотрения традиционной проблематики, выражает, в сущности, специфику теории ценности информации. Современные прагматические концепции информации обязательно должны учитывать наличие цели, ибо без цели нет и ценности информации.

Наряду с математическими подходами начинают появляться логические модели прагматической теории информации, например, в книге Д. Харраха (D. Harrah, 1967). Ценность информации здесь есть функция высказывания, которая обладает следующими свойствами: 1) ценность информации заключена в сегменте от нуля до единицы; 2) ценность равна нулю, если и только если высказывания

или истинно или ложно (в принятом языке); 3) ценность равна единице, если и только если вероятности на альтернативный вопрос равны. В сущности логическая модель Д. Харраха построена по аналогии со статистическим вариантом теории ценности информации в его простейшем случае. Здесь также рассматриваемая функция измеряет ценность получаемых сведений через их неопределенность, а эта последняя уменьшается, когда получение информации приближает к цели. Ценность информации может измеряться не только через вероятность, но через неопределенность (ее степень).

В самом же общем случае надо думать, что ценность измеряется степенью достижения цели. Близость реализованного к поставленной цели — вот самый общий критерий ценности. Степень достижения цели может измеряться, конечно, не только посредством вероятности, но и посредством иных величин. Кроме того, возможно, что ценность информации может быть определена не на основе количественного аспекта информации, а на основе каких-либо иных единиц. Короче говоря, выбор единиц и параметров измерения ценности — проблема, которая лишь поставлена, но не решена достаточно обоснованно.

Рассмотрение проблемы ценности (как важнейшего прагматического свойства) информации не может быть основано лишь на непосредственном исследовании самих концепций информации. Необходимо обратиться и к иным концепциям, которые связаны с проблемой ценности, в частности, к ценностной проблематике философии. Рассмотрение философских вопросов проблемы ценности позволит избежать ошибок, ранее допускавшихся при изучении таких вопросов, и использовать то положительное, что уже получено современной наукой.

Уже более трех четвертей века развивается буржуазная аксиология (теория ценностей). В процессе критического переосмысления этой теории марксистская философия выработала ряд положений, которые можно и нужно использовать в качестве исходных пунктов для разработки теории прагматического аспекта информации. На некоторых таких важных, на наш взгляд, положениях мы далее остановимся.

Прежде чем будет определено само понятие ценности, скажем несколько слов о правомерности исследования ценности информации, в частности научной информации³. Характерно, что с позиций буржуазной философии, где важное место занимает аксиологическая проблематика, научное познание и оценка несовместимы. Это как бы две совершенно различных области несвязанных явлений. Социальные причины такой позиции отражают тот факт, что буржуазная аксиология вынуждена защищать интересы своего класса, ценности которого противоречат, в частности, прогрессивному характеру человеческого познания. Например, неопозитивистское направление в учении о ценности считает, что духовные (в том числе и научные) ценности никак не связаны с фактами, а ценность форм

³ Определение понятия «научная информация» дается в шестой главе.

научного познания должна рассматриваться в отрыве от семантических характеристик.

Однако легко показать, что противопоставление прагматических и семантических характеристик научной информации несостоятельно. Во-первых, научная информация — это логическая информация и в силу этого она образована в результате процесса абстрагирования. Понять образование научной информации как абстракции невозможно, если исходить из чисто семантических характеристик. В абстракции всегда происходит отвлечение от одних признаков, связей, отношений изучаемых объектов и выделение других. Но ведь любой объект в принципе содержит бесконечное количество признаков, связей, отношений (т. е. бесконечное количество информации, потенциальной для субъекта). При абстрагировании же происходит выбор из бесконечного разнообразия лишь некоторого, т. е. разнообразие ограничивается. Выделение признаков, ограничение разнообразия, происходит не случайно, а именно потому, что вычлениаются какие-то существенные, полезные признаки и отбрасываются несущественные, бесполезные. Выбор в понятиях и других формах научной информации полезных свойств диктуется потребностями в первую очередь материального производства, а также другими человеческими потребностями. Абстракция возникает под направляющим действием именно прагматического отношения; отбор общих и существенных признаков понятий связан с их ценностью в том или ином аспекте. Процесс познания не выступает в отрыве от практики, истина есть результат целеполагающей деятельности общества.

Во-вторых, само использование научной информации связано с ее ценностью (полезностью), что также очевидно и о чем речь в основном будет идти дальше. Таким образом, сам феномен научной информации существует прежде всего потому, что он обладает ценностью на всех этапах — от своего зарождения до своего использования. В теории познания это положение выражается в том, что практика является, в частности, источником и целью познания. Поэтому понятно, что разрыв научного познания и оценки несостоятелен. Вследствие этого нельзя полностью отрывать друг от друга такую характеристику познания, как истинность и ценность. Истина возникает и существует потому, что она ценна для человечества; ценно все то, что истинно.

Вместе с тем, отвергая полное противопоставление научного познания и оценки, истины и ценности, мы не должны их отождествлять (кроме тех специальных случаев, о которых будет сказано ниже). Познание и оценка, истинность и ценность — это не одно и то же, а две различные, но взаимосвязанные стороны единого целого в данном случае — научной информации.

Отметив правомерность анализа прагматического аспекта научной информации, попытаемся в общем виде ответить на вопрос, что же такое ценность вообще и ценность научной информации — в частности? Ценность как прагматическое отношение возникает лишь в том случае, когда имеются субъект и объект. Под субъектом здесь имеется в виду не субъект, как он понимается в традиционной

логике и не субъект теории познания (в последней субъект — это все человечество). Прагматический субъект — это получатель, потребитель информации (в данном случае научной информации), на основе которой принимаются некоторые решения. Под объектом здесь будет пониматься научная информация, а не объекты внешнего мира, которые эта информация отражает. Предполагается далее, что субъект воспринимает, использует, перерабатывает и пересылает научную информацию. Будем называть такое отношение между субъектом и объектом прагматическим отношением.

Однако из сказанного не ясна еще специфика прагматического отношения. Для того чтобы ее выявить, следует ввести новое понятие — понятие цели. Под целью (в социальной сфере) понимают опережающее отражение, предвосхищение результата человеческой деятельности, идеальный образ предмета потребности. Цель так же, как истина является субъективной по форме и объективной по содержанию, но с тем отличием, что она является опережающим отражением действительности. Цель не есть отражение действительности такой, как она есть, а такой, как она должна стать в результате деятельности.

Для дальнейшего нам понадобятся два понятия цели — цель деятельности, или конкретная цель, и цель-идеал, или абстрактная цель (Н. Н. Трубников, 1968, стр. 43). Конкретная цель человеком всегда реализуется, получается результат, к которому человек стремился. Цель-идеал достигается лишь в бесконечности, она выражает стремление человека. Цель-идеал в этом смысле аналогична абсолютной истине, достижимой в бесконечности познавательного процесса, а конкретная цель — каждой конкретной истине, получаемой на определенном этапе познания.

В самом общем случае прагматическое отношение есть отношение субъекта, объекта (информации) и цели. Однако в ряде ситуаций прагматическое отношение выступает как будто лишь как отношение субъекта и информации (объекта). Это происходит в тех случаях, когда объективное содержание цели (предмет, на который направлена цель) не выходит за пределы субъекта и объекта. Например, объективное содержание цели может совпадать с самой информацией, если субъектом ставится задача просто понять текст. В этом частном и классическом случае прагматики семантический и прагматический аспекты информации как бы совпадают. Такое совпадение обоих аспектов и было использовано Ю. А. Шрейдером в одной модели теории семантической информации, что вполне правомерно именно для описанной модели (Ю. А. Шрейдер, 1965).

В общем же случае, желая подчеркнуть специфику прагматического отношения в отличие от семантического, мы будем рассматривать отношение: получатель информации — информация — цель. Важно отметить специфику ценности как прагматического отношения в философском плане. Для буржуазной аксиологии характерно или субъективирование понятия ценности или же ее объективирование. Причем и то и другое понимается в идеалистическом духе. Легко видеть, что ценность как прагматическое отношение не мо-

жет зависеть только от субъекта и потому быть чисто субъективной и не может зависеть только от объекта, а потому быть чисто объективной (натуралистическая линия в аксиологии).

Несомненно, что ценность одной и той же информации может быть различной для разных индивидуумов, ее получающих. Из этого некоторые зарубежные ученые делают неправильные выводы. Например, в статье Д. М. Маккея утверждается, что относительность ценности информации вполне аналогична относительности в теории А. Эйнштейна, если и эту относительность понимать как зависимость физической реальности от точки зрения наблюдателя (Д. М. МакКей, 1965). Д. М. Маккей называет это «эпистемологическим принципом относительности».

С подобным утверждением о субъективизме ценности информации согласиться, конечно, нельзя. Ценность информации, как уже отмечалось, есть в общем случае отношение субъекта, информации и цели. Но информация находится вне субъекта, она в известной мере противоположна субъекту, как, скажем, противоположен гносеологическому субъекту объект познания. Информация выступает как объективный фактор, или носитель, ценности, тогда как субъект (в общем случае — кибернетическая система) — и лишь он один — является субъективным фактором ценности. Поэтому ценность информации является результатом взаимодействия субъективного и объективного факторов. Не «переживания» субъекта полностью определяют ценность информации, а лишь взаимосвязь субъекта и информации (и обычно еще цели, или целей). Из сказанного ясно, что аксиологический релятивизм Д. М. Маккея лишен оснований. Несостоятельной оказывается и аналогия с относительностью теории относительности. Эта последняя относительность отражает объективно существующие отношения инерциальных систем отсчета и не зависит от субъекта (наблюдателя), тогда как ценность информации зависит и от субъекта и от объективных факторов.

Ни по форме, ни по содержанию ценность не является только объективной, или только субъективной. И этим она отличается от истины, которая объективна по содержанию и субъективна по форме. Большинство советских философов считает, что ценность выступает как единство субъективного и объективного. Причем в рассматриваемом случае получатель информации выступает как субъективный фактор ценности, а сама информация как объективный фактор ценности (как носитель ценности). Получатель информации обладает потребностью, удовлетворить, осуществить которую в состоянии только объект (информация). Объект же внутренне обладает такими свойствами, которые необходимы субъекту (как потребителю информации).

В некоторых работах, посвященных обсуждению проблемы ценности, предполагается, что ценность — не то, что есть, а то, что должно быть (О. М. Бакурадзе, 1966; О. Г. Дробницкий, 1966). По-видимому, эта точка зрения отражает важную черту понятия ценности. Если ценность рассматривать как отношение субъекта, объекта и цели, то содержание цели всегда выступает не как то, что

есть, а как то, что должно быть, как нечто возможное. В силу этого и ценность должна выступать как нечто возможное, но не действительное. Действительность не удовлетворяет человека и он преобразовывает ее согласно своим целям и потребностям. Это не существующее в действительности, но желаемое содержание цели обусловлено субъектом, его потребностями. Поэтому если в процессе деятельности человека цели и потребности удовлетворяются, то ценность должна также исчезать.

Однако сказанное справедливо лишь для конечных, конкретных целей и меняющихся потребностей. Конкретные цели (потребности) действительно удовлетворяются и ценность с ними связанная, в этом случае снимается. Однако для абстрактных целей-идеалов (и постоянных потребностей) ценность никогда не может стать нулевой, так как такие цели (и потребности) ни в какой конечный срок не достигаются (не удовлетворяются). Поэтому ценность, связанная с конкретной целью (и преходящей потребностью), релятивна, преходяща, но ценность, связанная с целью-идеалом (и постоянной потребностью), как бы абсолютна, постоянна (или во всяком случае снижается очень медленно по мере приближения к цели-идеалу, а иногда может даже увеличиваться).

Поскольку каждая конкретная цель есть ограниченный шаг на пути стремления к определенной цели-идеалу, то сама по себе ценность содержит в себе и момент абсолютного и момент относительного. Так, в процессе развития общества могут ставиться преходящие, конечные цели, например, осуществление какого-либо конкретного проекта преобразования природы и т. п. Но в то же время каждый конкретный проект преобразования природы являет собой шаг на пути к полному преобразованию всей природы человеком, что достижимо только в бесконечности. Поэтому все, что направлено на развитие материального производства, на преобразование природы, является ценным для общества, несмотря на смену конкретных целей (удовлетворение преходящих потребностей) и уменьшение до нуля величин частных ценностей, с ними связанных.

Соответственно, всякая информация, содействующая научному (и другому) прогрессу, также является ценной. В результате использования научной информации удовлетворяется, реализуется какая-либо частная цель, величины ценности информации снижаются до нуля, но именно по отношению к данной конкретной цели. Следовательно, этот нуль не абсолютный, а относительный, величина ценности, связанной с целью-идеалом, никогда не снижается до нуля. В этом смысле можно согласиться с утверждением, что «нечто, ставшее ценным в науке, не теряет своего значения в развитии, а включается во все последующие системы знания, изменяя только количественную сторону своей значимости (ценности)» (В. В. Косолапов, 1967, стр. 4).

Наряду с точкой зрения, представляющей ценность как нечто возможное, в советской философской литературе существует мнение, что ценность присуща и действительным явлениям (В. П. Тугаринов, 1966, стр. 15). Ясно, что представление ценностей лишь как

возможных явлений снимает проблему преемственности ценностей, о которой говорилось выше. Нам думается, что ценность может рассматриваться и как нечто возможное и как действительное, и как относительное и как абсолютное, ибо ценность связана не только с конкретной целью и преходящей потребностью, но и с целью-идеалом и постоянной потребностью, которая никогда (в конечное время) не может быть реализована.

Здесь уместна аналогия с объективной истиной, содержащей в себе единство абсолютного и относительного. Ценность, как и истина, не может сводиться только к моменту относительного, а должна содержать и абсолютные моменты. Вскрытие моментов возможного и действительного, относительного и абсолютного важно не только для философии, но и для теории ценности научной информации. Ведь предположив, например, что ценность выступает лишь как возможность, а не как нечто действительное, мы тем самым уже в значительной мере предопределяем использование вероятностных методов измерения ценности информации. Между тем, как количество информации, так и ее ценность, как мы предположили, не обязательно связаны лишь с приложением вероятностно-статистических методов.

Наконец, рассмотрим проблему классификации ценностей. Какие же можно предложить принципы классификации ценности информации? Выше отмечалось, что прагматическое отношение в общем виде зависит от субъекта, объекта и целей, а потому ценность информации можно классифицировать в зависимости от: 1) потребителя информации, 2) самой информации, 3) целей, которые ставятся при использовании информации. В тех или иных классификациях ценности делят лишь на два класса (по субъекту или объекту), что, на наш взгляд, недостаточно, ибо иногда неоправданно смешиваются различные аспекты классификации.

Ценность информации как прагматическое отношение может изменяться в зависимости от того или иного субъекта. Следовательно, классификация ценности информации может строиться в зависимости от субъектов, потребителей информации. Ценность может быть индивидуальной (например, для отдельного ученого), групповой (скажем, для сектора, отдела, лаборатории, научного учреждения), ведомственной, государственной и т. д.

Ценность, например, научной информации может изменяться в зависимости от целей ее применения. Можно говорить о теоретической и практической ценности, в свою очередь теоретическую ценность можно подразделить на методологическую, методическую и т. п., а практическую ценность на экономическую, производственную, техническую и т. д. По-видимому, уместно ввести понятия политической, эстетической, моральной, правовой и других ценностей научной информации.

В зависимости от формы научной информации можно рассматривать ценность фактов, понятий, суждений, выводов, законов, принципов, теорий, гипотез и т. д., т. е. эта классификация основана на зависимости ценности от формы научной информации.

Выскажем некоторые соображения об отличии понятий ценности и полезности информации. Предполагается, что понятие ценности является более широким, чем понятие полезности. В зависимости от того, на какой предмет направлена цель (т. е. какой предмет отражает содержание цели), ценность может выступать и в виде пользы (полезности) и в виде «чистой» ценности, например, красоты. Если объективное содержание цели отражает предмет, выходящий за пределы самого субъекта и информации, или, говоря другими словами, информация нужна субъекту для реализации целей, связанных с каким-то внешним по отношению к информации и к субъекту предметом, то такое отношение и частный случай ценности следует называть полезным. Информация полезна в том случае, если она служит средством реализации каких-то целей. Заметим, что именно такое отношение полезности свойственно всем промышленным изделиям. Отношение полезности, утилитарность — неперенный атрибут любой промышленной продукции.

Отношение полезности редуцируется до отношения «чистой» ценности, в частности, красоты (прекрасного), если объективное содержание цели составляет или сам объект (информация), или же сам субъект. В содержании цели нет каких-то предметов, внешних по отношению к объекту (информации) и субъекту. Все прекрасное ценно само по себе (для субъекта), оно не нуждается во внешних, утилитарных отношениях. Ценность, таким образом, выступает как категория, включающая в себя ценность объекта (информации) самой по себе и по отношению к другим объектам. Здесь уместно также отметить, что понятия «чистой» ценности (красоты) и пользы — относительные и зависят от системы понятий, в которой они рассматриваются (которые отражают соответствующую систему отношений объектов). Необходимо исходить из положения об относительности ценности (в узком смысле) и полезности, ибо то, что полезно в одном отношении, в одной системе, может быть ценным в ином отношении, в другой системе. О полезной информации также говорят, имея в виду живые существа, — полезной информацией для биологических систем является информация, содействующая их гомеостазису или иным формам биологического самоуправления.

Конечно, прагматический аспект информации не сводится лишь к понятиям ценности и полезности, существуют и другие характеристики упомянутого аспекта, хотя они еще не изучаются.

В заключение этого параграфа остановимся на соотношении понятий разнообразия и ценности. Мы видели, что концепция разнообразия вполне соответствует развивающимся семантическим концепциям информации, мы даже говорили о том, что они изучают «семантическое разнообразие», преследуют цель его измерения.

Аналогично измерение ценности информации также преследует цель выявления количественного аспекта прагматического отношения. Здесь уже недостаточно одного лишь синтаксического или се-

мантического различия и тождества. Они являются основой возникновения ценностного отношения, но последнее изучает иной класс разнообразия, связанный в частности с разнообразием целей. Связь понятия ценности и разнообразия можно обнаружить, если мы учтем, что понятие ценности ныне фактически выражается как некоторая функция синтаксического разнообразия (ибо количество информации измеряет ценность). Понятие ценности выступает как еще одна особенная форма ограничения разнообразия.

Легко видеть, что наличие разнообразия — необходимое объективное условие появления такого свойства информации, как ценность. Если имеется какое-то множество, где все элементы одинаковы в определенном отношении, то для субъекта эти элементы одинаково ценны. Субъекту безразлично, какой элемент выбрать для выполнения своей цели. Поэтому ценность должна быть связана с разнообразием, однообразие лишено ценности. Массовое воспроизведение ценного (редкого) элемента ведет к увеличению однообразия, стало быть, к обесценению этого элемента.

Однако сама ценность не есть разнообразие, а, по-видимому, свойство ограничения разнообразия. Понятие ценности информации в этом смысле оказывается близким к понятию избыточности, но, конечно, не совпадает с ним. Представляется, что и ценность и избыточность есть различные, но взаимосвязанные характеристики ограничения разнообразия (особенно это становится понятным, если ценность измерять не в битах) ⁴.

В статистическом (вероятностном) аспекте ценность обязательно связана со случайным выбором редкого (а потому и ценного) элемента из множества. Выбор сам по себе уже выступает как ограничение разнообразия, причем он может происходить не случайно, а по какому-то однозначно детерминированному алгоритму.

⁴ А. А. Харкевич и другие ученые пока что измеряют ценность в тех же единицах, что и само количество информации. Думается, что ценность нужно измерять в таких единицах, которые бы не зависели от того, посредством чего она измеряется. И лучше всего для этой цели подходят безразмерные единицы. Например, если ценность информации измеряется через количество информации, то, обозначив через I_n количество информации в цели, а через I_p количество информации в реализованном результате (все они выражаются, скажем, в двоичных единицах информации — битах), имеем: $V(I) = I_p / I_n$, где $V(I)$ — степень ценности информации. Из данной простейшей формулы видно, что при $I_p = 0$, ценность равна нулю, а при $I_p = I_n$ ценность максимальная и равна единице. Введенное таким образом понятие степени ценности информации обнаруживает связь с другим известным понятием теории информации — избыточностью. Если заменить I_n на I_{\max} (что используется в формуле избыточности $R = 1 - I_p / I_{\max}$), то получим $R = 1 - V(I)$ или $R + V(I) = 1$, что уже выражает некоторый закон сохранения, связанный с информационными процессами. Все же связь понятия степени ценности информации с избыточностью выступает столь явно лишь в случае выражения ценности посредством количества информации. В более общем случае такая связь теряется, коль скоро мы предполагаем, что ценность может измеряться и не через количество информации, а вообще любым информационным параметром, который адекватно отражает движение к поставленной цели.

ОТРАЖЕНИЕ И ИНФОРМАЦИЯ

§ 1. Проблема всеобщности отражения и определение понятия «отражение»

Прошедшие шестьдесят лет принесли убедительные доказательства достоверности и плодотворности ленинской идеи об отражении как атрибуте материи, причем основная масса существенных данных была получена и осмыслена учеными лишь в последние десять лет. В этом важную роль сыграло возникновение кибернетики и теории информации, а также выдающиеся достижения естествознания, продолжившие те революционные открытия в физике, о которых В. И. Ленин говорил в работе «Материализм и эмпириокритицизм» в начале нашего века.

Обоснование и развитие ленинской идеи всеобщности отражения находится в неразрывной связи с развитием естествознания, всем научно-техническим прогрессом. Характерно, что мысль об отражении как свойстве всей материи была высказана В. И. Лениным в той же работе, где дается философский анализ революции в физике на рубеже XIX—начала XX в. Дальнейшее развитие естественных, технических и других наук подтверждает необходимость и своевременность ленинского научного предвидения о всеобщности отражения, приносит убедительные свидетельства его истинности.

Наряду с исследованием процессов отражения в биологической и общественной форме движения, где они наиболее ярко выражены и где они играют определяющую роль, наука приступила к изучению этого всеобщего свойства и в мире неживой природы (естественных и искусственных объектов).

Повышение интереса к изучению свойства отражения обусловлено потребностями производства, прежде всего такими отраслями промышленности, которые непосредственно связаны преимущественно с отражательными процессами. Сюда следует отнести промышленность связи (телеграф, радио и телесвязь и т. д.), радиотехническую, электронную, приборостроительную промышленность, производство автоматизированных систем управления и т. д. Именно прогресс производства оказывает воздействие на естествознание, все больше и увереннее сдвигая его интересы в сторону изучения свойства отражения.

Современное естествознание не только дает новые доказательства фундаментальной ленинской идеи, но эта идея становится таким же эвристическим принципом в науке, как в свое время ими оказались положения диалектического материализма о всеобщности движения, пространства, времени, причинности и т. д. И то, что наука обратилась к изучению всеобщности отражения на более позднем этапе, уже после того, как были достигнуты блестящие успехи в познании других атрибутов и свойств материи, лишь свидетельствует о трудностях познания отражения, о важности идеи В. И. Ленина о всеобщности этого свойства.

Без сомнения, наиболее разработанной частью ленинской теории отражения является специфически гносеологическая проблематика, где понятие отражения рассматривается как «субъективный образ объективного мира» (В. И. Ленин). От этого понятия отражения (идеального) следует четко отличать понятие отражения как свойства всей материи. Это последнее понятие отражения выходит за сферу гносеологии, его предметная область оказывается предельно широкой, а само понятие выступает как всеобщая философская категория. Понятие отражения в широком смысле оказывается столь же плодотворным для частных наук, как и другие универсальные категории, характеризующие наиболее общие и существенные черты явлений природы, общества и познания.

Определенные трудности характеристики отражения как всеобщего свойства материи связаны с исследованием отражения в неорганической (неживой) материи. Ведь понятие отражения должно включать в себя наиболее общие и существенные признаки, свойственные всем видам отражательных процессов, в том числе и отражению в мире неживых объектов. Однако отражение как свойство всей материи не может быть сведено к отражению в неживой природе, как это искаженно представляют некоторые наши философские противники, считающие даже, что вообще весь диалектический материализм можно построить лишь на изучении неорганической материи. Так же как категория материи не может быть отождествлена ни с каким особым понятием (скажем, вещества, поля и т. д.), так и понятие отражения как атрибута материи не может полностью совпадать с понятием отражения в неживой природе или же с другой особенной формой понятия отражения. Понятие отражения в неживой природе содержит в себе существенные и общие признаки, свойственные отражению как атрибуту материи, но от этого последнего отличается своими особенными чертами.

Следует отметить, что еще не выработано четкого и бесспорного понятия отражения как свойства всей материи. В наиболее распространенных формулировках под отражением в самом широком смысле обычно понимают определенный аспект взаимодействия (воздействия) двух (или нескольких) объектов. Этот аспект заключается в том, что из всего содержания взаимодействия выделяется лишь то, что в одной системе появляется в результате воздействия другой системы и соответствует (тождественно) этой последней. В понятии отражения наиболее существенными являются два при-

знака, во-первых, взаимодействие, во-вторых, тождество систем, проявляющееся в результате взаимодействия. В силу наличия этих признаков отражение отличается и от взаимодействия, и от тождества, хотя в литературе можно встретить точки зрения, тяготеющие к сведению отражения или к тождеству, или к взаимодействию.

Отражение отличается от взаимодействия поскольку здесь выделяется лишь аспект тождества отражаемого и отражающего. В само же содержание взаимодействия могут входить и моменты, черты, которые не выражают отношение тождества между отражаемым и отражающим (взаимодействующими объектами). Далеко не всякие изменения, вызванные воздействием одного объекта на другой, будут отражением, а лишь те, которые воспроизводят в иной форме содержание воздействующего объекта. Ведь при взаимодействии объектов появляются изменения, которые могут не воспроизводить содержание или структуру воздействующего объекта в силу различных причин. Например, под воздействием объект может полностью разрушиться или в системе могут происходить спонтанные, внутренние изменения, которые тут же разрушают следы внешнего воздействия. Из всего содержания взаимодействия (воздействия) в отражение входит лишь то, что соответствует в отражающем объекте отражаемому.

Но отражение несводимо к понятию тождества, это не любое тождество двух объектов, а лишь такое, которое появляется в результате их взаимодействия. Рассматривая любые типы отражения, особенно высшие, необходимо четко осознавать, что отражение есть аспект взаимодействия и оно не может быть сведено лишь к понятию тождества, например, тождества мышления и бытия. Отражение мышлением бытия предполагает не только их тождество, соответствие, наличие каких-то двух плоскостей (объективной и субъективной), но и взаимодействие субъекта и объекта. И здесь дело не в том, чтобы тождество понимать диалектически в тесной связи с различием и выражать его через различие. Это, разумеется, нужно, но этого мало. Необходимо вскрывать «механизм» взаимодействия субъекта и объекта (отражаемого и отражающего) и только в этом направлении исследований можно выявить, почему в процессе отражения появляется тождество. Раскрывая содержание понятия отражения, на наш взгляд, необходимо в равной степени учитывать два основных признака рассматриваемого понятия — взаимодействие объектов и результаты этого взаимодействия — появление тождества, соответствия.

Принцип тождества в теории познания, рассматриваемый объективным и субъективным идеализмом, не только игнорирует первичность отражаемого и вторичность отражения, образа, и их различие. Принцип этот игнорирует и сам аспект взаимодействия отражающего и отражаемого объектов, который в понятии отражения является не менее важным, чем признак тождества. Даже словесное выделение отношения типа тождества на первый план разрушает сущностное единство тождества и взаимодействия в содержании понятия отражения.

Можно показать (это более конкретно будет сделано ниже), что воспроизведение объекта в знании связано с выяснением не только отношения типа тождества объекта и отражения, но и выявления характера взаимодействия, функции перехода от отражения к объекту (и наоборот). Как хорошо известно из математики, характер соответствия между двумя множествами определяет именно функция перехода от одного множества к другому. Причем, именно эта операция в математике и называется отображением. В этом математическом понятии акцент сделан не на отношении типа тождества, а на функции перехода от одного множества к другому. В философском понятии отражения переход от одного объекта к другому выражается понятием взаимодействия. Отображение в математике — это закон соответствия двух множеств, отражение в философии — это соответствие (тождество) объектов в результате их взаимодействия. Математическое понятие отображения и философское понятие отражения различаются, это, конечно, не одно и то же.

В зависимости от вида взаимодействия отражение может рассматриваться как взаимоотражение, собственно отражение и как самоотражение. Выяснение содержания этих понятий важно не только для теории отражения, но и для правильного определения общего понятия информации.

Понятие отражения, основанное на понятии взаимодействия, имеет смысл называть взаимоотражением. В качестве отражаемых и отражающих здесь выступают обе взаимодействующие системы. Разработка проблемы взаимоотражения еще только начинается, но ее необходимость уже остро ощущается в современной науке, поскольку, например, изучая свойства микрообъектов, мы должны исходить из понятия взаимоотражения.

Отвлечение от взаимоотражения в начальном этапе становления теории отражения исторически обусловлено и во многих случаях оправдано. Изучая какой-либо макрообъект, мы обычно совершенно отвлекаемся от того, как же мы сами отражаемся в нем. Конечно, отражение человеком (обществом) объекта неживой природы и этим последним общества (человека) не симметрично. Последнее отражение в более широком смысле как отражение общества в природе представляет интерес лишь в связи с разработкой теории взаимодействия природы и общества, т. е. в основном в плане исследования практического воздействия человека на природу. Проблема взаимоотражения в других аспектах важна для познания микрочастиц, для кибернетики (взаимоотражение сложных систем).

Разработка понятия взаимоотражения имеет большое значение для теории отражения как гносеологии. Рассмотрение отражения лишь в плане воздействия одного объекта на другой — очень важный, но все же частный случай отражения. Если его абсолютизировать, то можно прийти к выводу, будто понятием «отражение» можно выразить лишь односторонний процесс — как одно только воздействие объекта на субъект, игнорируя обратное воздействие субъекта на объект. Такое узкое понимание отражения вводится якобы для того, чтобы включить его в более общее понятие (каким счита-

ют «диалектико-материалистический принцип тождества мышления и бытия») и момент творчества. Однако нет нужды ограничивать понятие отражения лишь односторонним воздействием и вводить взамен него иное понятие, призванное «дополнить» понятие отражения якобы недостающим ему моментом обратного воздействия. Отражение, на наш взгляд, необходимо мыслить не только как одностороннее воздействие, но и как взаимодействие, двухстороннюю связь отражаемого и отражающего. При таком понимании отражения (как взаимоотражения) акцент переносится с аспекта тождества на момент взаимодействия отражаемого (одновременно отражающего) и отражающего (в то же время отражаемого).

Познание, например, связано не только с отражением объекта в субъекте, но и с обратным отражением последнего в объекте, которое осуществляется в основном в результате предметно-практической деятельности. Поэтому включение практики в теорию познания в определенном смысле можно интерпретировать и как переход от понимания отражения как одностороннего воздействия (объекта на субъект), свойственного в основном домарковскому материализму, — к пониманию его как взаимоотражения общества и природы. В известном смысле вся искусственная «вторая» природа есть отражение общества в природе, ибо процесс их взаимодействия необходимо включает в себя и взаимоотражение, обмен не только веществом и энергией, но и информацией. Поэтому идея всеобщности отражения требует учитывать диалектическое единство прямого и обратного отражения природы в обществе и общества в природе (но на базе этой последней).

Представляется уместным ввести, наряду с понятием взаимоотражения, понятие самоотражения. Понятие отражения определялось выше как определенная сторона воздействия одного объекта на другой, а понятие взаимоотражения как сторона взаимодействия двух объектов. Однако в случае самоотражения такого другого — внешнего отражающему объекту — нет. Объект в определенном отношении берется сам по себе, вне его связей, взаимодействий с окружающими телами. Взаимодействие, конечно, есть и в случае самоотражения, но это уже внутреннее, а не внешнее взаимодействие. Причина самоотражения как частного случая отражения не находится вне отражающего объекта, а в нем самом — это взаимодействие его частей, подсистем, элементов. При самоотражении отражаемое и отражающее не разделены, а совпадают друг с другом, отражаемое и отражающее слиты воедино, друг без друга существовать не могут. Сам процесс отражения выступает не только как отражение внешнего мира, но и мира внутреннего.

В плане обоснования понятия самоотражения заметим, что отражение можно рассматривать как некоторое конкретное тождество двух объектов, между которыми есть причинно-следственное отношение. Но тождество обычно рассматривается не только как отношение двух или большего числа объектов, но и как отношение объекта к самому себе. Также и причинно-следственное отношение есть не только отношение объекта и внешнего к нему, но и отноше-

ние объекта к самому себе — как взаимодействие частей объекта (причина) и изменений, результатов этого взаимодействия (следствие). В самом же общем случае отражение есть единство тождества (соответствия) и различия, внешнего и внутреннего и т. д.

Несмотря на существование по меньшей мере трех особенных форм понятия отражения (самоотражения, собственно отражения и взаимоотражения), всем им присущи признаки взаимодействия и соответствия (тождества). Это тождество в различном, ибо отражаемое и отражающее в общем случае различаются либо как два или несколько объектов, либо как части одного и того же объекта. Кроме того, это тождество различий, разнообразия этих объектов или частей объекта. Учитывая это последнее, понятие отражения можно было бы сформулировать следующим образом. *Отражение — это такое взаимодействие материальных систем (или их частей), которое ведет к установлению определенного тождества между системами (подсистемами), когда содержание одной системы (отражающей) соответствует содержанию другой (отражаемой).*

Важную роль обоих признаков (тождества и взаимодействия) в понятии отражения можно показать на примере человеческого познания, в частности связанном с отражением физических законов. Уже говорилось о том, что одним из важных принципов современной науки является принцип инвариантности, играющий существенную роль в воспроизведении объекта в знании.

Изучаемое физическое явление можно представить в виде множества, между элементами которого существуют определенные отношения. Адекватность отражения физического явления в частном и идеализированном случае означает, что между этим явлением и отражением существуют отношения типа изоморфизма или гомоморфизма. Отношения этого типа лежат в основе инвариантности. При этом выполняются три вида отношения типа тождества — в объективном, гносеологическом и логическом аспектах.

Отношение изоморфизма симметрично и транзитивно, отсюда и вытекает необходимое условие (в логико-гносеологическом плане) инвариантности уравниваний. Уравнения, адекватно отражающие сущность физических явлений, обязательно должны быть изоморфными, тождественными между собой. Тождество в тех трех его видах (объективном, гносеологическом и логическом), о которых говорилось выше, — обязательное, необходимое условие инвариантности, но еще не достаточное.

Гносеологическое и логическое тождество (его частный случай — изоморфизм) означает сохранение количества разнообразия во всех отражениях (здесь сохраняется разнообразие элементов и их отношений). Однако требование гносеологического тождества, изоморфизма, определяя некоторое сохранение количества информации, тем не менее ничего не говорит о виде функции перехода от образа к объекту (и наоборот), т. е. о кодирующей и декодирующей функциях (о чем говорилось в предыдущей главе, но в ином плане). Отношение изоморфизма безразлично к конкретному виду этих функций, к проблеме кодирования. Поэтому переход от объекта к

образу (кодирующая функция) и от образа к объекту (декодирующая функция) накладывает определенные ограничения на разнообразие математических уравнений (для адекватного отражения). Именно эти ограничения отличают инвариантность от изоморфизма. Инвариантность выступает как некоторый принцип кодирования и одновременно ограничения разнообразия, учитывающий как отношение типа тождества между объектом и образом, так и взаимосвязь субъекта и объекта. Адекватное воспроизведение объекта в знании основано, таким образом, не только на соответствии мышления и бытия, но и взаимодействию субъекта и объекта.

Выделение в понятии отражения наиболее общих и существенных признаков — взаимодействия систем и на этой основе их тождества позволяет классифицировать виды отражения в зависимости от видов взаимодействия и особенных форм тождества. Общепринятая содержательная классификация видов отражения по степени развития материальных систем является в ином аспекте классификацией по видам взаимодействий (формам движения материи). Специфика видов отражения в неживой, живой природе и в обществе обусловлена особенными формами тех взаимодействий, стороной которых является тот или иной вид отражения. Совершенно ясно, что поиски существования отражения, например, в неживой природе сопряжены с выявлением упомянутых конкретных форм тождества объектов, проявляющегося в результате их взаимодействия, которые дают естественные науки. Подобные общие признаки обнаружены и в определенной степени исследованы во всех известных видах движения в неживой природе.

Наряду с этим выявлены некоторые специфические черты отражения в неорганических системах. Наиболее важная из них выражает ту особенность, что неживые тела не используют свойство отражения для своего существования. «В неживой природе — отмечает В. С. Тюхтин, — это свойство не несет никакой специальной функции, не выделено в особый процесс и продукт взаимодействия, как это имеет место в живой природе» (В. С. Тюхтин, 1967, стр. 42). Особенность отражения в неживой природе совершенно правильно выявляется через противопоставление отражению в живой природе, — иначе выявить ее невозможно.

Эта особенность, представляющаяся главной (наряду с ней приводят еще ряд особенностей, например, избирательность, образование «следов», суммирование воздействий и т. д.), послужила источником возникновения двух концепций о существовании отражения в неживой природе. В обеих концепциях в качестве исходного пункта принимается материалистическое положение об объективности отражения. Различие же между ними проходит по вопросу о возможном или действительном существовании отражения. Согласно одной точке зрения, отражение в неживой природе является лишь возможностью, необходимым условием, предпосылкой отражения как действительного свойства материи, «предотражением». Другие же авторы полагают, что отражение в неживой природе и объективно и действительно и приводят в защиту этого соответствующую

щие аргументы. Б. С. Украинцев отмечает, что воспроизведение особенностей одного из взаимодействующих объектов в другом является полностью объективным процессом, осуществляющимся в явлениях физического, химического, геологического, космического взаимодействия (Б. С. Украинцев, 1969, стр. 75). Б. С. Украинцев вводит понятие элементарного отображения как некоторой «клеточки» предела делимости, конкретного отображения в неживой природе, неразложимое далее воспроизведение особенностей оригинала в особенностях изменения процессов отображающего объекта. Такое определение элементарного отображения позволяет отличать его от общего понятия отражения, подчеркивает специфику наиболее простой формы отражения в неживой природе.

На наш взгляд, обе приведенные нами концепции имеют право на существование и дальнейшее развитие, ни одна из них не противоречит идее всеобщности отражения, его объективности. Правда, в рамках концепции об отражении как потенциальном свойстве материи не ясно, можно ли его относить к атрибутам материи, обладающим тем же философским статусом, что и другие атрибуты материи. В самом деле, невозможно представить какой-либо вид материи, который обладал бы движением лишь потенциально, или для которого пространство было бы не действительным, а лишь возможным свойством. Поэтому нам думается, что в рамках этой концепции отражение не является атрибутом материи, хотя и может мыслиться всеобщим свойством; всеобщность здесь приобретает, однако, особый смысл.

Несмотря на недостаточную разработанность этой концепции, вряд ли можно согласиться с мнением П. Киршенмана, что если опираться на идею об отражении как потенциальном свойстве всех материальных предметов, то нет нужды пытаться использовать естественные науки, теорию информации или кибернетику, чтобы доказать существование процессов отражения в неорганической природе (P. Kirschenmann, 1969). Подобное мнение игнорирует тот факт, что именно эти науки приступили к изучению проблем соотношения возможности и действительности в процессах отражения — физика в плане виртуальных частиц, кибернетика в связи с опережающим отражением и целеполаганием, а теория информации (в статистическом варианте) рассматривает свое основное понятие в аспекте превращения возможностей в действительность и случайностей в необходимость.

Установление существования отражения в неживой природе — одно из важных направлений доказательства всеобщности отражения. Далее необходимо 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. Материализм ясно ставит нерешенный еще вопрос и тем толкает к его разрешению, толкает к дальнейшим экспериментальным исследованиям...» (В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 40). Реализация этой ленинской мысли

предполагает изучение не только форм отражения в неживой природе, но и выход в науку о живой природе и прежде всего в биологию, а также кибернетику.

Стержнем этой проблемы является не доказательство существования отражения в живой природе (хотя и такая работа необходима), а выявление того, почему же теперь, на уровне жизни отражательные процессы начинают выделяться и использоваться (живыми существами). Отражение в неживой природе ее системами не вычленяется от остальных свойств и атрибутов материи, все свойства здесь слиты воедино. В неживых системах нет специальных частей, которые специализировались бы преимущественно на отражательных процессах, здесь нет опережающего отражения и таких свойств отражения, присущих живым системам, как опознавание (смысл), ценность и т. д.

В живых системах уже выделяются специальные вещества (нуклеиновые кислоты) для «исполнения» информационно-отражательных функций, а затем и специальные клетки, органы, эндокринная и нервная системы и т. д. Уже простейшая форма отражения в биологических системах — раздражимость качественно отличается от отражения в неживой природе тем, что физико-химическая природа раздражителя не совпадает с такой же природой реакции. Другими словами, в ответ на разнообразие возмущений, раздражителей происходит соответствующая реакция, закодированная на ином уровне, на ином «языке», в другой форме. Соответствие между раздражителем и отражением здесь, несомненно, есть, но сущность этого соответствия выходит за рамки энергетических или физико-химических особенностей. Это соответствие имеет информационную природу, здесь происходит ответная реакция не на энергетическое воздействие, а в основном на разнообразие раздражителя.

Возникновение раздражимости есть такое развитие свойства отражения, которое связано с выделением из всех остальных свойств материи свойства разнообразия, различия, а значит, и информации. Иными словами, с возникновением жизни появились такие системы, которые уже могли использовать разнообразие для своего существования — воспринимать полезное разнообразие и блокировать (избегать или подавлять) вредное разнообразие, возмущение внутренней и внешней среды. Согласно кибернетическому закону необходимого разнообразия подобная способность использовать разнообразие появляется лишь на определенной ступени усложнения, повышения степени организации материальных систем, когда их внутреннее разнообразие оказывается в состоянии «уничтожать» разнообразие возмущений.

Биология, физиология высшей нервной деятельности, психология в содружестве с кибернетикой выявляют необходимые ступени развития свойства отражения, помогают понять, почему развитие живой природы выдвигает на первый план информационно-отражательные процессы — сравнительно с энергетическими. Исследование развития форм отражения от неживой материи к живой и человеку — это второе направление разработки проблемы всеобщности

отражения, которое невозможно без использования достижений естественных наук.

Третье направление связано с исследованием человеческого отражения, этого высшего (на Земле) и важнейшего для нас вида отражения. Здесь необходима дальнейшая разработка проблемы всеобщности отражения в познавательных процессах. Помимо огромного позитивного значения для теории познания и методологии, работа в этом направлении приобретает исключительно важное значение в связи с идейной борьбой, развернувшейся вокруг ленинской теории отражения. В буржуазной философской литературе высказываются взгляды, отрицающие роль принципа отражения в некоторых познавательных процессах или же даже для всего познания. Отрицание продуктивности понятия отражения и его неправомерное ограничение связано, с одной стороны, с метафизическим и вульгаризаторским толкованием теории отражения, с другой, — с недостаточной разработанностью некоторых вопросов теории познания как отражательного процесса. Поэтому развитие идеи В. И. Ленина о всеобщности отражения требует всестороннего исследования познавательного процесса как процесса отражения. Ведь именно этому вопросу В. И. Ленин уделил столько внимания в «Материализме и эмпириокритицизме» и в «Философских тетрадах». Всеобщность отражения как важнейший методологический принцип плодотворен также в гносеологии, является краеугольным камнем теории познания диалектического материализма.

Четвертое направление исследования проблемы всеобщности отражения находится на стыке гносеологии, кибернетики, естественных и технических наук. Оно связано, с одной стороны, со специальным исследованием возможностей современных приборов, применяемых в познании, с другой стороны, — с выявлением особенностей отражения в кибернетических технических системах.

В процессе познания между субъектом и объектом все чаще становятся предметы неживой искусственной природы. От адекватности отражения объекта в приборах — предметах неживой природы зависят возможности и особенности познания. В данном случае приборы играют роль связующего звена, канала, по которому субъект познания получает информацию об объекте. Поскольку приборы в процессе познания выполняют коммуникативную функцию, то к ним также применим важнейший закон кибернетики — закон необходимого разнообразия, который, в частности говорит о том, что только более сложные приборы могут «пропустить» через себя необходимую информацию от передатчика — объекта познания. Совершенно ясно, что функционирование таких приборов возможно лишь при наличии свойства отражения в неживой природе и использования этого свойства познающим субъектом.

Если не учитывать этого «приборного» направления развития идеи всеобщности отражения, то может сложиться впечатление, что современное естествознание будто бы едва-едва приступает к изучению отражения в неживой природе, тогда как в действительности оно уже давно дает практические результаты. Мнение о том, что

естествознание до сих пор «игнорирует» свойство отражения в неживой природе, скорее всего обязано тому, что общее понятие отражения в той или иной естественной науке изучается не в такой полноте, как в философии, и даже иногда не в тех же понятиях.

И если техника познания (приборы) развивается в основном в плане усиления связи объекта с субъектом, то современная кибернетическая техника делает акцент на процессах управления. Управление необходимо включает в себя отражательно-коммуникативные процессы, но не сводится к ним. Современные кибернетические устройства сочетают в себе отражение в неживой (естественной) природе, но преобразованное по «образу» живой природы.

Среди других наиболее общих путей развития идеи всеобщности отражения, рассмотрим еще один, связанный с процессом «космизации» современной науки и прежде всего естествознания. Под космизацией в самом общем смысле понимается проникновение космических черт, особенностей, мотивов в человеческую деятельность.

Космизация отражательного познавательного отношения сказывается в том, что 1) все больше исследуется природа за пределами планеты не только астрономическими, но и астронавтическими методами; 2) чисто земные объекты стали изучаться в условиях космоса и космического полета; 3) учитывается влияние космических факторов на земные объекты. Вполне понятно, что на этом пути космизирующееся естествознание обнаруживает новые формы отражения в неживой природе и, кроме того, создаются новые технические системы отражения, типа автоматических межпланетных станций, полностью заменяющих человека при выполнении соответствующих космических программ.

Наряду с этим важнейшее значение приобретает космизация субъекта познания, проявляющаяся по меньшей мере в двух аспектах. Во-первых, выход человека в космос и отражение космонавтами космических объектов обнаруживает определенные особенности. Во-вторых, традиционный субъект познания (человеческое общество) в перспективе будет выступать как часть более общей системы отражения — всей социальной ступени развития во Вселенной. Можно предполагать, что подлинным гносеологическим субъектом в пределе — в бесконечном развитии познания — должно явиться не какое-то отдельное проявление социальной ступени развития, а вся общественная форма движения, частным проявлением которой является земное человечество.

Здесь возникают совершенно новые вопросы перед теорией отражения — оказывается, субъект (человечество) может получать научную информацию без непосредственного изучения объектов, а по каналам радиосвязи — от внеземных цивилизаций. На этом пути могут возникнуть совершенно новые познавательные ситуации, которые до сих пор еще не рассматривались в теории отражения.

Важно отметить, что современные исследования в области межзвездной связи основываются на идее всеобщности отражения, причем, даже в определениях понятия космической цивилизации, которые сейчас предпринимаются, на первый план выдвигаются именно

информационно-отражательные характеристики. Исследование форм и видов отражения в космосе открывает безграничные перспективы познания свойства отражения, его всеобщности.

Рассмотренные выше тенденции исследований проблемы всеобщности отражения свидетельствуют об огромном значении ленинского положения для современной науки, прежде всего для естествознания и кибернетики, хотя, разумеется, богатство идеи В. И. Ленина не исчерпывается только этими пятью направлениями. Глубоко и прочно проникнув в современное естествознание, идея о всеобщности отражения нашла высшее доказательство своей истинности — она не только подтверждается соответствующими конкретными данными, но без нее фактически уже не могут дальше развиваться современные наука и производство. Это произошло потому, что ленинская идея об отражении как всеобщем свойстве материи фиксирует не только абсолютную распространенность отражения, но и обладает таким содержанием, которое эффективно направляет исследовательскую мысль, позволяет объяснять и предвидеть развитие научного знания.

Изучение процессов отражения естественными науками вовсе не означает, что в соответствующих специальных работах обязательно должно употребляться понятие «отражение». Конечно, в естествознании используются понятия «отражения» (например, в физике), «отображения» — в математике, однако было бы неверно считать, что эти понятия полностью совпадают с философской категорией отражения и поэтому искать подтверждение идее всеобщности отражения лишь в тех работах, где употребляется термин «отражение». На это обратил внимание Б. С. Украинцев, который справедливо указывает, что при рассмотрении свойства отражения в неживой природе следует учитывать, что в физике термин «отражение» употребляется в несколько ином смысле и обозначает определенный результат взаимодействия материальных систем, а именно — отталкивание, изменение направления движения (Б. С. Украинцев, 1969, стр. 7).

При обосновании всеобщности отражения задача философа была бы слишком легкой, если бы универсальные категории просто переносились в частные науки и сохраняли там точно такое же содержание. Именно так и представляет себе соотношение категорий диалектического материализма и частных наук П. Киршенман.

Между тем случай, когда философские категории, «переходя» в естествознание и другие частные науки, сохраняют свое содержание без изменений, составляет скорее исключение, чем правило. Чаще всего философские категории, оказывая воздействие на естествознание, трансформируются в другие понятия, входящие в систему понятий данной частной науки. Система философских категорий при движении мысли от философии к специальным наукам «преломляется» через материал этих наук, «перекодируется» из одной системы понятий в другую систему.

Это подтверждается анализом выражения идеи отражения как всеобщего свойства материи естественными науками. Оказывается,

изучение отражения в естествознании вначале наиболее тесно было связано с понятием причинности, а затем, на более позднем этапе — с понятием информации.

§ 2. Информация как отраженное разнообразие

В нашей литературе совершенно правильно отмечается, что в определенном аспекте отношение объекта отражения и самого отражения можно представить в виде отношения причины и следствия (что в основном характеризует процессы отражения в неорганической природе, но в целом неприменимо к научному познанию). Такой вывод опирается в известной мере на положение В. И. Ленина о первичности отражаемого и вторичности отражения, о том, что «отображение не может существовать без отображаемого, но отображаемое существует независимо от отображающего» (В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм.— Полное собрание сочинений, т. 18, стр. 66).

Исследование взаимосвязи отражения и причинности привело к выявлению важной черты отношения между причиной и следствием, которая заключается, в частности, в отображении в следствии структуры причины. И. В. Кузнецов даже полагает, что в переносе структуры по цепям причинения и заключается «сущность того свойства материи, которое, по В. И. Ленину, лежит в самом ее фундаменте и которое он назвал свойством отражения» (И. В. Кузнецов, 1967, стр. 19).

Мысль о существенной взаимосвязи свойства отражения и свойства причинности, тоже являющегося всеобщим, показывает один из возможных путей логики ленинского вывода о всеобщности отражения. Из положений о невозможности существования отображения без отображающего, выражающего отношение причинения и всеобщности причинной связи уже можно выдвинуть гипотезу об отражении как свойстве всей материи. Разумеется, нет нужды представлять это как единственный путь рассуждений (такой вывод основывался и на изучении высших форм отражения и других данных), тем не менее мы полагаем, что прав И. В. Кузнецов, отмечая, что свойство отражения, «присущее всей материи вообще, о котором говорил Ленин, неразрывно связано с одним из существенных свойств причинности, с самим механизмом причинения» (И. В. Кузнецов, 1967, стр. 19).

Установление взаимосвязи между причинностью и отражением имеет не только чисто логическое значение, но и позволяет продвигнуться в вопросе об изучении отражения как всеобщего свойства материи, показать те пути, по которым шло познание отражения. В частности, нетрудно заметить связь между развитием представлений о причинности и отражении. Так, во время господства лапласовского детерминизма домарксовская теория познания также исходила из представлений об отражении как однозначном соответствии между отображением и отображаемым, об отсутствии неопределенности в отражательных процессах. Такое понимание отражения

было заменено в марксистской гносеологии другим, более общим, где тождество (сходство) отражения и отображаемого уже не сводилось к простому взаимнооднозначному соответствию, а неопределенность была восстановлена в своих правах. В этом большую роль сыграло изменение представлений о причинности, инициатором которого оказалась прежде всего физика (в особенности квантовая механика). Понимание причинности, включающее в себя и классические и вероятностные представления, привело к новым взглядам на процессы отражения, что наиболее выпукло проявляется при изучении кибернетических явлений, причем даже существуют попытки определения предмета кибернетики через отношение причинной зависимости (А. А. Марков, 1964). Подобное определение было бы лишено оснований, если бы отражение не оказалось столь тесно связанным с причинностью.

В соответствии с наличием двух известных форм причинности — динамической и статистической — процессы отражения, в частности в неживой и живой природе, также можно разделить на динамические и статистические отражательные процессы. В тех случаях, когда между отражением и отображаемым существует однозначное соответствие, имеет смысл говорить о динамическом отражении как аспекте динамических взаимодействий.

Наряду с динамическим и статистическим типами отражения можно предположить и существование других видов, например, комбинаторных, топологических и т. п. Такая классификация видов отражения основана на существенной связи отражения и информации, а понятие информации имеет, кроме статистического и динамического видов, также комбинаторные, топологические и другие виды (например, связанные с самоуправлением, где главную роль играют не структурные (синтаксические), а семантические и ценностные свойства информации и т. д.).

Анализ изменения разнообразия в процессах отражения в плане причинных связей (взаимодействия) ближе всего подводит к возможности обоснования существенной связи информации и отражения. Для того чтобы это показать более аргументированно, вернемся к теории Шеннона, оказавшейся первой достаточно обоснованной теорией количества информации. В этой теории, как отмечалось, употребляется формула количества информации, называемая абсолютной негэнтропией. Однако, несмотря на известность, эта формула оказалась временной в том смысле, что она была заменена более общей формулой относительной негэнтропии.

Если абсолютная негэнтропия позволяла определять количество информации, так сказать, абсолютно, в совокупности самой по себе, то формула относительной негэнтропии требовала измерять это количество в одной совокупности относительно другой. Т. е. количество информации рассматривалось как нечто содержащееся в одном объекте относительно другого. Если измеряется количество информации в объекте безотносительно к другому объекту (абсолютная негэнтропия), то это есть как бы количество информации, содержащееся в объекте относительно самого себя.

Это новое понимание информации как чего-то содержащегося в одном объекте относительно другого в общем согласуется с первоначальным пониманием информации как сведений. Ведь сведения содержат информацию о каких-то событиях, которые они отражают. Особенно четко идея взаимности, относительности информации выступает в алгоритмическом определении понятия количества информации. Программа (алгоритм) является одним объектом, который содержит информацию о другом объекте (последовательности). Представление об информации как о чем-то таком, что содержится в одном объекте относительно другого, обнаруживает связь с понятием отражения.

Мысль о существенной связи понятий информации и отражения, разумеется, обосновывается не только анализом математических концепций информации (ролью идеи взаимности, относительности понятия количества информации в общем определении понятия информации). Мы постараемся показать, что эта идея оказывается весьма плодотворной и для понимания семантических и прагматических концепций информации, причем далее будет развита мысль о том, что содержание и ценность информации могут быть истолкованы как особенные формы адекватности высших видов отражения, которые появляются в том случае, если рассматривать взаимодействие кибернетической системы с информацией и передатчиком этой информации.

Для этого нам придется несколько абстрагироваться от принципа взаимодействия в содержании понятия отражения и основное внимание сосредоточить на признаке тождества. Тождество не всегда рассматривается в аспекте отражения, можно говорить о тождестве не взаимодействующих объектов, или о тождестве взаимодействующих объектов, но таком, которое существовало и ранее, до взаимодействия. Очевидно, эти типы тождества не представляют интереса для теории отражения.

Отношение тождества двух объектов, появляющееся в результате их взаимодействия, может быть определено как адекватность. Адекватность — это особенная форма тождества (конкретного тождества), возникающая в процессе взаимодействия отражаемого и отражающего. Все специфические формы понятия тождества (эквивалентность, гомоморфизм, изоморфизм, автоморфизм, гомеоморфизм, гомотопия, соответствие, равенство и др.), если они рассматриваются в отражательном аспекте, являются специфическими формами адекватности. В соответствии с этим можно выделить различные формы отражения — эквивалентное, гомоморфное, изоморфное и другие (здесь пока говорится лишь о синтаксическом аспекте отражения).

Эквивалентное отражение рассматривается лишь на уровне элементов отражаемой и отражающей системы (речь идет об эквивалентности множеств). Если каждому элементу отражаемой системы соответствует один элемент отражения (образа) и наоборот, то такое отражение является эквивалентным. Важно отметить, что эквивалентное, как, впрочем, и все остальные виды отражения, о

которых будет идти речь, является идеализированной формой; здесь обязательно необходимо отвлекаться от всего другого содержания отражаемого объекта и образа и выделять только элементы (тогда как их отношения, связи и т. п. игнорируются, в том числе и отношение типа тождества элемента самому себе).

Введение понятия эквивалентного (взаимнооднозначного) отражения отнюдь не является надуманным. Эквивалентность как особенная форма адекватности является необходимым компонентом любой теории. Так, в каждой физической теории требованию эквивалентности удовлетворяют условия (начальные, граничные и др.). Адекватная физическим явлениям теоретическая формулировка условий отнюдь не связана с их инвариантностью, изоморфизмом, но обязательно предполагает их взаимнооднозначное соответствие. Физическая теория включает в себя по меньшей мере два уровня адекватности — эквивалентное для условий и гомоморфное (изоморфное) для законов.

О гомоморфном и изоморфном типах отражения можно здесь и не говорить, так как они подробно рассмотрены в ряде работ по теории отражения. Привлечение математических понятий эквивалентности, а в особенности понятий о гомоморфизме и изоморфизме, оказывается очень полезным для теории отражения. Однако было бы неправильным понятие отражения формулировать через названные математические понятия. Гомоморфное и изоморфное типы отражения являются лишь частными адекватного отражения. Например, упоминавшееся ранее эквивалентное отражение не является ни гомоморфным, ни изоморфным (если в эквивалентных множествах абстрагироваться от отношений типа тождества элемента самому себе). Необходимо учитывать, что применение математических понятий в философии лишь в том случае оказывается полезным, если при этом не забывают, что они фиксируют определенную сторону содержания всеобщих понятий, выделяют лишь частные, хотя бы и очень важные случаи. Математические понятия изоморфизма и другие сужают, фиксируют содержание понятия тождества каким-либо одним типом, особенной его формой. Форм тождества (как и адекватности) в принципе бесконечно много и нет необходимости отдавать предпочтение одной из них в определении понятия отражения. В философском определении понятия отражения необходимо, на наш взгляд, пользоваться (тоже философской) категорией тождества, или (что имеет уже традицию) понятием адекватности, а не смешивать в определении понятия отражения философские и специально-научные (математические) понятия.

Очевидно, что привлекая в теорию отражения категории из частных наук, мы отнюдь не поднимаем их до уровня философской всеобщности и содержательности (существенности), а, наоборот, философские категории сужаем до уровня специальных. Конечно, в ряде случаев довольно трудно установить границу между философскими и специальными категориями, учитывая, что эти последние в результате развития (не всегда) могут превратиться в фило-

софские категории. Но в случае применения таких понятий, как гомоморфизм, изоморфизм и т. п., такая граница достаточно ясна, чего нельзя, например, о понятии информации. Привлечение к формулировке философских категорий понятий частных наук оправдано лишь в том случае, если доказано (или ясна схема доказательства), что введение таких понятий окажется плодотворным для философии, что они будут столь же продуктивно «работать» в философии, как и другие категории этой науки.

Однако и применение некоторых философских понятий в определении категории отражения не всегда может быть оправдано. Так, например, понятие отражения формулируется через понятия структуры, организации, особенностей и т. д. Переход от частнонаучного понятия гомоморфизма (изоморфизма) к соответствию структур, организации в определенном отношении оправдан; эти понятия, если еще не стали, то становятся философскими категориями. Использование этих понятий при определении понятия отражения все же не совсем удачно, во-первых, потому, что они недостаточно четко определены (например, в понятие структуры вкладывается различное содержание) и, во-вторых, что более важно, несмотря на возможные уточнения этих понятий, они полностью не выявляют существа отражательного отношения.

В самом деле, рассмотрим в этом плане исходный принцип теории познания диалектического материализма, заключающийся в материалистическом ответе на вторую сторону основного вопроса философии (как относятся наши мысли об окружающем нас мире к самому этому миру). Очевидно, если определить отражение как соответствие структур (организации) отражаемого и отражающего, возникающее в результате их взаимодействие, то придется признать, что наши мысли отражают лишь структуру (организацию) объектов. Такое сужение понятия отражения явно неправомерно, ибо в процессе познания отражается не только структура, организация объекта, но с течением времени и сам объект во всем его содержании. Следовательно, соответствие мышления бытию предполагает прежде всего соответствие содержания, а не только соответствие структур, организации. Если есть тождество содержания образа и объекта, то отсюда следует и соответствие структуры, организации. Если есть тождество организации, структуры, образа и объекта, то отсюда еще не вытекает, что мысль и объект совпадают по содержанию.

Идея о том, что познавательная деятельность по содержанию совпадает с объектом, лежит в основе диалектико-материалистической гносеологии (В. А. Лекторский, 1965, стр. 100, 110, 113). Однако это единственно правильное положение почему-то не учитывается в некоторых определениях понятия отражения как общего свойства материи, зачастую речь идет не о тождестве (совпадении) содержаний (не в субстанциональном, а в функциональном аспекте) отражаемого и отражающего, проявляющемся в результате их взаимодействия, а лишь о каких-то его сторонах, частях (структуре, организации, особенностях и т. п.). Совершенно ясно, что такие

узкие определения понятия отражения содержат в себе возможность (при их последовательном проведении) неверного истолкования познавательной деятельности, ограничения отражательных способностей субъекта.

Из «узких» определений понятия отражения вытекает и односторонняя трактовка адекватности. Если отражение связано лишь с тождеством структур, то адекватность в этом случае также связывается с понятием структуры, выражает некоторое тождество структур. Очевидно, такое понимание адекватности выражает лишь структурное, или, можно сказать, формальное соответствие объекта и субъекта. Такое соответствие действительно имеет место; изучением этого (формального) аспекта мышления (отражения объекта) занимается формальная (символическая) логика. Теория познания, основанная лишь на соответствии структур, по-видимому, могла бы быть названа структурной (или формальной) гносеологией. Однако гносеология (а в тенденции и общая теория отражения) развивается прежде всего именно как содержательная теория. Основное внимание здесь обращается не на формально-структурное, а на системно-содержательное тождество объекта и отражения. Адекватность рассматривается как тождество содержания объекта и отражения; формально-структурное тождество выступает как частный случай этого «содержательного» тождества.

Проблема адекватности может рассматриваться не только в формальном и содержательном аспектах, но и в связанном с ними семиотическом плане. При этом, конечно, речь будет идти не только о знаках, но и вообще об информации, связанной с отражением. Здесь семиотика берется не только в своем основном (знаковом) варианте, а как наука, изучающая определенные отношения информации, ее передатчика и воспринимающей эту информацию системы. Под системой, воспринимающей информацию, можно иметь в виду любую систему, в том числе и неживой природы. Поскольку же системы неживой природы информацию и отражение не используют, то семиотические информационные отношения здесь редуцируются до синтаксического (причем это название также весьма условно). Поэтому, рассматривая отражение в семиотическом аспекте, имеет смысл брать лишь высокоорганизованные системы, использующие информацию, т. е. кибернетические системы. В информационно-отражательном аспекте любая кибернетическая система может быть представлена как некоторый кибернетический «субъект». Понятие гносеологического субъекта находит некоторое обобщение, расширение в понятии кибернетического субъекта (например, биологической системы), взаимодействующего с внешней средой. Введение такого особенного понятия субъекта в общей теории отражения может быть полезным, ибо позволяет исследовать некоторые простейшие познавательные отношения, свойственные и гносеологическому субъекту, в частности, семиотические.

Поскольку в теории отражения рассматривается отражательное отношение (отражаемого и отражающего), то оно в широком

семиотическом аспекте всегда является семантическим, так как семантическое отношение есть определенное отношение между передатчиком информации (отражаемым), информацией и субъектом. Однако это семантическое отношение, в свою очередь, может быть рассмотрено в формальном и в содержательном аспектах. Если оно берется в формальном (структурном) аспекте, то более точно такое отражательное отношение имеет смысл называть структурно-семантическим, оно по существу есть синтаксическое отношение образа и объекта. Оговаривая, что имеются в виду лишь процессы отражения, это отношение можно назвать просто синтаксическим. Собственно семантическим отражательным отношением выступает лишь отношение содержания объекта и образа. Легко видеть, что то, что в семантических теориях информации называется содержанием информации, представляет собой особую форму адекватности, соответствия, возникающего в процессе отражения. Причем, если отражение происходит без фиксации результатов в знаковой форме (если это, скажем, лишь чувственное отражение), то здесь содержание информации выступает как инвариант разнообразия образа и объекта, где разнообразие образа поставлено в некоторое соответствие к разнообразию объекта. В «знаковом варианте» подобное соответствие дополняется соответствием знаков и содержания информации выступает как значение (смысловое и предметное).

Если содержание информации — особая форма семантической адекватности, то ценность выступает в качестве прагматической особой формы адекватности. Понятие прагматической адекватности можно определить как соответствие целей (гносеологического или кибернетического) субъекта реализуемому результату, коль скоро мы признаем обратное отражение субъекта в объекте (природе). Прагматическая адекватность основана на синтаксической и семантической адекватности и выступает для человеческого общества как характеристика ценностного отношения познавательно-практической деятельности. По существу это адекватность-ценность (а не адекватность-истинность), соответствие цели и результата деятельности субъекта (а в более общем случае — тождество цели, программы и результата функционирования кибернетической системы).

Сам по себе целесообразный характер деятельности необходимо предполагает активность поиска недостающей информации. В момент полной реализации конкретной цели (цели деятельности), получения желаемого результата, ценность информации достигает максимума, а цель, реализовавшись (и затем отразившись в сознании), превращается в истину. В этом случае адекватность-ценность превращается в адекватность-истинность, семантические и прагматические свойства отождествляются, но только в этом частном случае, в принципе же они различаются по характеру своего отражения объекта (или субъекта), взаимодействия субъекта и объекта.

Таким образом, рассмотрение семиотических аспектов проблемы адекватности позволяет трактовать содержание и ценность информации как виды адекватности, показать, что конкретизация

понятия адекватности математическими понятиями гомоморфизма (изоморфизма и др.) развивает лишь так называемую синтаксическую адекватность. Вместе с тем семиотический подход дает возможность измерения степени адекватности (по меньшей мере в трех аспектах) новыми количественными методами — теоретико-информационными. Конкретизация понятия адекватности оказалась продуктивной лишь на базе наиболее широкого понимания отражения, выявления таких его признаков, как взаимодействие и тождество (соответствие) содержания объектов, возникающего в результате такого взаимодействия.

Итак, на основе изложенного можно сделать уже более обоснованный вывод, что, кроме идеи разнообразия, весьма плодотворной является категория отражения для общего понимания природы информации.

Соединяя в одно целое обе основные идеи понятия информации — концепции разнообразия и отражения, можно сказать, что информация в самом общем случае — это разнообразие, которое один объект содержит о другом, это взаимное, относительное разнообразие. С позиций теории отражения информация может быть представлена как отраженное разнообразие, как разнообразие, которое отражающий объект содержит об отражаемом (в этом смысле разнообразие является весьма абстрактной характеристикой отражения).

Может показаться, что такое определение противоречит пониманию информации как разнообразия, которое материальный объект содержит в самом себе. Однако представление об информации как разнообразии, связанном в структуре, организации объекта, являет собой особенный случай определения понятия информации как отраженного разнообразия. В этом случае информация может рассматриваться как разнообразие, которое является результатом отражения объекта в самом себе, т. е. самоотражения.

Приведенное разъяснение свидетельствует в пользу того, что определение понятия информации как отраженного разнообразия является вполне правомерным и именно это определение позволяет отличать понятие информации и от понятия отражения, и от понятия разнообразия. Понятие информации не подменяет понятие отражения; информация — это не отражение в его совокупности свойств и сторон, а именно лишь та сторона отражения, которая характеризует его разнообразие. В то же время информация — это не разнообразие вообще, а именно разнообразие, отраженное объектом, и об информации можно говорить лишь по отношению к конкретному отражению и к конкретному разнообразию. То, что является информацией в одном конкретном процессе отражения и в данном классе разнообразия, может не быть таковым по отношению к другим отражательным процессам и типам разнообразия.

Если информация существует вне какого-то данного процесса отражения, то из этого не следует, что она существует вообще без отражения. Поэтому нельзя согласиться, например, с утверждением Б. В. Ахлибининского, что «там, где есть информация, может

и не быть отражения, но там, где есть отражение, всегда есть информация» (Б. В. Ахлибининский, 1969, стр. 114). Ведь отражение есть везде, это всеобщее свойство материи, поэтому считая, что там, где есть отражение, есть и информация, мы должны признать и неразрывную связь отражения и информации. То, что не является информацией для данного процесса отражения, может оказаться информацией для другого процесса отражения. Вряд ли можно без необходимой аргументации, одной лишь фразой, выступать против сложившейся (вполне обоснованной) традиции рассмотрения понятия информации в тесной связи с категорией отражения, которая имеется в советской философской литературе.

Несколько иную точку зрения по интересующему нас вопросу об отношении информации и отражения высказывает К. Е. Морозов. Он совершенно правильно делит информацию на внешнюю и внутреннюю по отношению к системе, но почему-то отказывает внутренней информации в связи с отражением. «Информация, — пишет К. Е. Морозов, — неразрывно связана с отражением только тогда, когда отражение имеет место. Информация содержится в предметах и в том случае, если они практически (на том или ином уровне их организации) не испытывают воздействий со стороны других предметов, т. е. не отражают других предметов» (К. Е. Морозов, 1969, стр. 201). Как уже говорилось, понимание отражения лишь в плане внешнего воздействия одного объекта на другой слишком узко, ибо оно игнорирует процессы внутреннего взаимодействия, т. е. частей, элементов одной и той же системы. Внутри любой материальной системы существует взаимодействие, а значит, и отражение. Поэтому и внутренняя информация также неразрывно связана с отражением.

Среди других точек зрения, сводящихся к утверждению, что информация не всегда связана с отражением, отметим также мнение Н. Н. Жукова-Вережникова, который полагает, что «не всякое информационное отношение является отражением. Так, например, изоморфные отношения далеко отстоящих систем не связаны сигналами, однако исключить их из системы информационных отношений невозможно» (Н. Н. Жуков-Вережников, 1966, стр. 45). Н. Н. Жуков-Вережников в этой связи выделяет «действительные» информационные отношения, где действуют сигнальные системы, обеспечивающие реализацию функциональных зависимостей, и возможные, «потенциальные» информационные отношения систем, которые не связаны функционально, но изоморфны.

Нам, однако, представляется, что те информационные отношения, которые называются здесь потенциальными, в действительности выступают в качестве информационных лишь включаясь в процесс отражения. О том, что системы изоморфны, или, более широко, тождественны в определенном отношении, узнают лишь в процессе отражения. Если же этот изоморфизм (тождество) предполагается существующим вне процесса познания или вообще отражения, он является просто тождеством (или изоморфизмом) и нет никакой нужды заменить такое понятие тождества (изоморфизма) понятием

информации, коль скоро в это последнее понятие вкладывают точно такое же содержание, что и в первое. Употребляя то или иное понятие, мы обязательно должны их различать. В противном случае возникает вопрос, какой смысл имеет употребление понятия информации, если мы будем сводить его лишь к одному из уже известных понятий — изоморфизму, тождеству, разнообразию и т. д. Взаимосвязь тождества и различия — объективная основа информации, но не сама информация.

Согласно определению информации как разнообразия в отражении (или отраженного разнообразия), информация выступает как часть содержания отражения. В содержание отражения входят различные характеристики и признаки, но в нашу задачу не входит их раскрытие, здесь достаточно отметить, что одной из важных сторон этого содержания является информация. Однако отражение может рассматриваться также как часть содержания информации, что тоже вытекает из того, что понятие информации определяется через понятия отражения и разнообразия. Эта взаимность определений отражает тот факт, что в самой объективной действительности информация и отражение не находятся в отношении субординации, а взаимосвязаны между собой, как и любые другие атрибуты материи.

Определяя понятие информации как отраженное разнообразие, как существенную связь отражения и различия, мы тем самым считаем, что сходное, конкретно-тождественное разнообразие присуще как отражаемому, так и отражающему. Вне отношения отражаемого и отражающего не имеет смысла говорить об информации как стороне (части) содержания отражения и об отражении как части (стороне) содержания информации.

Такой подход к пониманию информации и ее связи с отражением намечен в работе Э. Кольмана и особенно Л. Б. Баженова (Э. Кольман, 1961, стр. 97—98; Л. Б. Баженов, 1964, стр. 337). Л. Б. Баженов рассматривает процесс В, несущий информацию о процессе А, отмечая, что информация не заключается ни в процессе В, рассматриваемом самом по себе, ни в процессе А. Она существует именно в их отношении друг к другу.

В процессе отражения обязательно происходит изменение формы, перекодирование разнообразия. Например, отражая объективный мир, мы кодируем его разнообразие в виде логических форм — понятий, суждений, умозаключений, теорий и т. д. В самой же объективной реальности логические формы отсутствуют, а существует лишь разнообразие объектов, явлений, их связей и отношений. Однако различия, фиксируемые в формах познания, соответствуют в ином виде различиям, внутренне присущим объективной реальности и причинно обусловлены этими последними. Далее, опредмечивая идеальную информацию, мы осуществляем декодирование, переводим ее на «язык» вещей, предметов и т. д.

В процессе отражения передача информации от отражаемого к отражающему происходит в форме сигнала. Это означает, что процесс отражения в самом общем случае, кроме отражаемого и

отражающего объектов, осуществляется лишь при наличии третьего компонента — среды, передающей информацию, закодированную в форме сигнала.

В теории связи, теории передачи информации под сигналом обычно понимается любой процесс или объект, при помощи которого можно передавать информацию, закодированные различия. Разнообразие может передаваться, например, величиной амплитуды тока, его частотой, длительностью импульсов и т. д. Короче говоря, те свойства сигналов (любых процессов), которые не изменяются (или от изменения которых отвлекаются), не несут информации, они тождественны для воспринимающего сигнал (отражающего) объекта. Те же свойства сигналов, которые могут передавать различия, изменяются соответственно изменению (различиям) передающего (отражаемого) объекта, являются информационными.

По-видимому, передача при помощи материального процесса разнообразия не является единственным свойством сигнала. Если бы это было так, то сигналами можно было бы назвать все процессы в природе. Здесь не было бы выявлено ничего нового — старые понятия заменялись бы новыми, «модными». Думается, что в качестве другого существенного признака сигнала следует назвать использование информации, ее переработку. Ясно, что с этой точки зрения сигналов в неживой природе нет, они существуют лишь в живой природе, обществе и технике. В этом смысле процессы отражения в неживой природе отличаются от таковых процессов в живой природе, обществе и технике, где информация используется, перерабатывается. Но переработка информации связана с соотношением информации, воспринимаемых различий с объектами, которые передают эти различия в форме сигналов. Такого соотношения и использования, переработки нет в неживой естественной природе, что обычно выражается в виде (относительной) пассивности отражения.

Итак, давая общую характеристику информации как взаимосвязи отражения и разнообразия, мы здесь в единое целое объединяем то, что ранее развивалось отдельно. Сам факт содержательного соединения концепций разнообразия и отражения, по-видимому, можно сравнить с аналогичным процессом объединения длительности и протяженности в единый релятивистский интервал, осуществленный в специальной теории относительности. Сам прием объединения идей отражения и разнообразия идет в русле современной науки, когда многие понятия приобретают свою целостность лишь формируясь на стыке до тех пор развивавшихся автономно концепций, теорий и даже наук.

В этой главе мы дали общее определение понятия информации на основе категорий различия и отражения. Такое общее определение, как будет показано, является методологически эффективным, но оно не исключает более частных определений информации, существования особых форм понятия информации, о которых говорилось ранее и еще будет идти речь дальше.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ФУНКЦИИ ИНФОРМАЦИИ

§ 1. Информация в неживой и живой природе

Как отмечалось в первой главе, существуют определенные попытки классификации видов информации. Проблема классификации видов информации, несомненно, актуальна. Однако принципы такой (обычно содержательной) классификации нуждаются в обосновании. Предпринимавшиеся до сих пор попытки классификации информации основывались, во-первых, на объективных признаках, например, имели своим основанием формы движения материи, во-вторых, на гносеологическом (объективная и субъективная) или прагматическом признаках (актуальная и потенциальная). Подобные принципы классификации вполне оправданы, но в их основе отнюдь не лежало общее определение понятия информации.

Нам представляется, что наиболее общие принципы содержательной классификации видов информации вытекают именно из общего определения понятия информации как отраженного разнообразия (или разнообразия отражения), единства отражения и разнообразия. В зависимости от видов отражения и классов разнообразия классификация может производиться: 1) только по видам отражения, 2) только по классам разнообразия, 3) и по видам отражения и по классам разнообразия одновременно. Принципы классификации видов информации, о которых говорилось в начале этого параграфа, должны быть рассматриваемы как некоторые частные случаи более общей их классификации. В самом деле, выделение видов информации по формам движения материи — это вместе с тем классификация по типам отражения, ибо специфика последних обусловлена характером взаимодействия, стороной которого они являются. Деление информации на субъективную (актуальную) и объективную (потенциальную) также основано на признаке отражения. Поскольку и отражение и разнообразие можно рассматривать в различных отношениях и аспектах, возможны различные «срезы», планы классификации. В этой главе подробнее рассмотрим лишь специфику видов информации в неживой, живой природе и в обществе. С точки зрения кибернетики информацию в живой природе и в обществе (в том числе и в кибернетических устройствах) можно назвать кибернетической информацией, а информацию в неживой естественной природе будем считать «некибернети-

ческой» информацией (информацией, не связанной с управлением). Наличие информации в неживой природе следует из общего определения самого понятия информации. Ведь и разнообразие и отражение существуют в неживой природе, это свойство всей материи, значит их взаимосвязь также будет свойством всей материи. Однако такой чисто логический вывод может быть поставлен под сомнение, если он не подтверждается фактами, а «навязывается» объективной действительности, является «точкой зрения» ученого лишь потому, что ему эта концепция импонирует. На протяжении всей работы мы делали выводы подобного рода, исходя из логических соображений, из соотношения и движения общих понятий, которые связаны так или иначе с понятием информации.

Но выводы такого рода в лучшем случае являются гипотезами, если нет фактов, их подтверждающих. Соответствие логического и объективного — важный принцип философских рассуждений, как и вообще любых теоретических изысканий. Но этот принцип действует не автоматически, не все созданное мышлением человека отражает действительность, здесь возможны и заблуждения, ошибки. Поэтому если нет фактов, указывающих на наличие информации в неживой природе, необходимо сделать вывод об отсутствии информации в неживой природе, несмотря на то, что информация связана и с отражением, и с разнообразием. Конечно, при этом понадобилось бы дать иное определение понятия информации, чем принятое в этой работе, пришлось бы изменить некоторые выводы, добавить признак информации, свидетельствующий, скажем, о ее чисто «кибернетическом» происхождении.

И все же вывод о существовании информации в неживой природе, полученный на основе определения понятия информации, вовсе не является какой-то тавтологией, как это представляется, например, Д. И. Дубровскому (1969, стр. 254). Новое знание, т. е. заключение о существовании информации в неживой природе, возникает из суждений о том, что «информация — это отраженное разнообразие» и «отражение и разнообразие существуют в неживой природе».

Уже насчитывается значительное количество работ, где применяются методы теории информации в физике, химии, геофизике, геологии, географии и других науках о неживой природе. При этом сама теория информации может быть использована в двух планах. Во-первых, для упорядочения, организации научной информации в области наук о неживой природе. Это задача информатики (теории научной информации), имеющей дело с информацией, уже извлеченной из природы соответствующими науками. Если бы применение методов теории информации ограничивалось только такой организацией уже полученных знаний, то мы имели бы дело с одним из высших видов социальной информации и на вопрос о существовании информации в неживой природе могли бы отвечать отрицательно. Но дело не ограничивается этим.

Теория информации, во-вторых, применяется в науках о неживой природе для отражения некоторого свойства, присущего самим

объектам неживой природы. Методы теории информации позволяют адекватно описывать различные физические процессы, например, процесс кристаллизации жидкости (М. В. Волькенштейн, 1965, стр. 39). М. В. Волькенштейн отмечает, что жидкость обладает большей энтропией, чем кристалл, так как ее состояние может быть реализовано большим числом способов распределения молекул, чем состояние кристалла, так как молекулы последнего могут располагаться только в узлах кристаллической решетки.

При переходе от жидкости к кристаллу происходит отбор из всех возможных состояний молекул только тех, которые соответствуют решетке кристалла. Введя в определение количества информации коэффициент пропорциональности, М. В. Волькенштейн отождествляет увеличение количества информации, содержащейся в кристалле, с убыванием энтропии или с повышением негэнтропии (отрицательной энтропии).

«Таким образом, — полагает ученый, — увеличение информации, содержащейся в системе, означает понижение ее энтропии. Это не формальная аналогия, но описание конкретных физических процессов» (М. В. Волькенштейн, 1965, стр. 39).

В данном случае считается, что объекты неживой природы (имеется в виду кристалл и жидкость) содержат информацию, и эта информация существует вне сознания человека как некоторой кибернетической системы.

Методы теории информации настолько глубоко начинают проникать в физику, что даже говорят о появлении двух синтетических научных дисциплин — физической теории информации и информационной физики. Физическая теория информации занимается изучением процессов хранения, передачи и в какой-то мере преобразования информации физическими системами (элементарными частицами, ядрами, атомами, молекулами, кристаллами и т. д.). Физические системы рассматриваются здесь как информационные объекты и это уже не традиционное, не классическое направление физики, ибо здесь основной акцент делается не на энергию, пространство, время, а именно на разнообразие, на процессы его отражения. Изучение, например, квантовомеханических информационных процессов выявило их специфику, отличие от передачи информации по обычным, макроскопическим каналам связи, что сопряжено с соотношением неопределенностей (Х. Такахаси, 1967).

Что касается информационной физики, то это направление преследует цель изложить физику в теоретико-информационном аспекте. Такие попытки предпринимались польскими авторами Р. С. Ингарденом и К. Урбаником и другими учеными. Например, М. Трайбес и Е. Т. Джейнс излагают термодинамику на основе теории информации (Е. Т. Jaunes, 1957; М. Tribus, 1961). Как отмечает П. Шамбадаль, и классический метод построения термодинамики, и «информационный» в основном ведут к одинаковым результатам. Они «не только не противоречат один другому, но счастливо дополняют друг друга: один из них показывает макроскопический, или глобальный аспект явлений, а другой рассматривает их микро-

скопический аспект и неопределенность наших знаний этого аспекта» (П. Шамбадаль, 1967, стр. 215).

По сути дела, здесь мы сталкиваемся с той же проблемой, что и при определении понятия вероятности через количество информации в отличие от классической схемы определения. Информационное изложение физики, по-видимому, обладает определенными методологическими достоинствами, поскольку позволяет с единой точки зрения охватить многие физические теории. Новая схема изложения фундаментальных физических теорий исходит, конечно, из того, что информация и ее количество являются объективной характеристикой физических явлений.

Попытки применения теории информации для описания физических процессов свидетельствуют о недостаточности здесь энергетических методов. На фоне сложившейся ситуации по меньшей мере странным выглядит утверждение о том, что существуют системы (подразумевается — неживой природы), «для которых достаточно чисто энергетическое описание» (Д. И. Дубровский, 1969, стр. 256). Почему мы должны быть уверены, что для систем неживой природы достаточно «чисто энергетических» (это слишком сильно сказано, а потому и неверно), или, более мягко, — традиционных методов исследования? Разве в будущем не может возникнуть ситуаций, когда традиционные методы изучения неживых объектов не будут в состоянии объяснить наблюдаемых явлений, как это произошло с механикой Ньютона при попытке объяснить движение тел со скоростями, приближающимися к скорости света? Думается, что нет необходимости игнорировать применение понятия информации и связанных с ним методов в науках о неживой природе, основываясь лишь на иллюзии достаточности «чисто энергетического описания». Ведь не исключено, что широкое использование понятия информации, скажем, в физике, и есть та «сумасшедшая» идея, о которой столь много в последнее время говорят и которая может привести к существенному прогрессу в физике элементарных частиц. Тезис о достаточности энергетических и более широко — традиционных методов познания объектов неживой природы не может удовлетворить в философском отношении, ибо тем самым неявно признается известная завершенность процесса познания неживых систем. Конечно, не исключено, что понятие информации вовсе не то понятие, которого с нетерпением ждут физики, но сейчас это еще не так ясно, чтобы можно было с позиций философии отвергать информационное описание неживых объектов, считать их чем-то совершенно излишним.

Противники концепции о всеобщности информации в неживой природе обычно стараются не рассматривать соответствующие факты. Когда же защитники этой концепции приводят такие факты, то обычно следует вопрос: а что нового вносит информационный подход в такого рода исследования? Если ничего нового не вносит, то, по их мнению, нет никакой необходимости считать информацию свойством неживой природы. В таком рассуждении, конечно, содержится момент истинности. В самом деле, если можно

хорошо описывать физические процессы традиционными научными средствами физики, то теория информации не вносит ничего нового. На старые понятия здесь лишь наклеиваются новые ярлыки, получается как бы погоня за модой, усложнение старых проблем.

Картина, однако, не столь печальна для сторонников защищаемой концепции. Применение методов теории информации в науках о неживой природе отнюдь не сводится лишь к тривиальному переводу на «модный» язык. Использование теоретико-информационных методов, оказывается, приводит к новым результатам, причем, методы эти несут более общую методологическую функцию, чем специальные методы наук о неживой природе, применявшиеся до теории информации. Эта более широкая общность информационно-информационных приемов позволяет подойти к исследованию и новых свойств систем неживой природы, которые «не под силу» традиционным методам. В качестве примера мы можем сослаться на применение методов топологической теории информации (ведь теоретико-информационные методы не сводятся лишь к статистическим) в химии, которое предпринято в работах школы Н. Рашевского (N. Rashevsky, 1955; G. Karreman, 1955).

Г. Карреман отмечает, что при помощи названных информационных методов удастся изучать структурную специфичность химических соединений и реакций, причем здесь термодинамические методы оказываются уже неэффективными. Впрочем, как показывают М. и М. Е. Валентинуцци, Б. Раков, Ю. А. Жданов и другие ученые, в химии новых результатов можно достичь и используя статистическую теорию информации (M. Valentinuzzi, M. E. Valentinuzzi 1963; B. Rakow, 1963 a, b, c; Ю. А. Жданов, 1965a, б, 1967).

Методы теории информации находят все более широкое применение и в комплексе наук о Земле. Исходя из философских положений о существенной связи информации с отражением и дифференциацией систем, А. Ф. Вольфсон (1969, стр. 90) вводит понятие геохимической информации. Он полагает, что разделение минералов при рудообразовании можно представить как информационный процесс, идущий с уменьшением энтропии. Причем здесь оказываются уместными многие понятия теории передачи информации. Так, передача «геохимической информации из магматического очага по разрывным нарушениям, которые можно рассматривать как каналы связи (подвода энергии, несущей информацию) через промежуточные очаги — емкости-смесители — осуществляется при помощи среды — носителя информации, к которой в случае гидротермальных месторождений можно относить водные растворы минеральных веществ. Рудовмещающие структуры в этом случае следует рассматривать в качестве приемников геохимической информации» (А. Ф. Вольфсон, 1969, стр. 91).

Природные комплексы в географии также рассматривают в качестве информационных систем. Исходя из того, что количество информации выступает, в частности, как мера определенности, А. Д. Арманд любое изменение состояния природного комплекса характеризует как информационный процесс. «Каждая капля дож-

ды, каждая порция солнечной энергии, «усвоенная» системой, ликвидирует неопределенность состояния в какой-то ее части. Так, обмен энергией с окружающей средой постоянно приводит к «выбору» системой одной из трех возможностей: 1) повысится ли в следующий момент энергетический уровень системы, 2) сохранится ли он неизменным или 3) понизится. Эта неопределенность непрерывно разрешается и возникает вновь. В сумме мы получаем непрерывный поток информации, проходящий через рассматриваемый объект» (А. Д. Арманд, 1966, стр. 85).

Количество примеров такого рода можно было бы значительно увеличить, однако их, по-видимому, вполне достаточно, чтобы присоединиться к мнению одного из ведущих советских специалистов в области теории передачи информации В. И. Сифорова о том, что информация существует объективно, представляя собою сущность, свойство материи и в этом смысле, надо полагать, она распространяется и на неживую природу (см. Б. Ф. Семков, 1965, стр. 64).

При помощи методов теории информации в физику, химию, геологию и другие науки о неживой природе входит структурно-системный анализ, удаётся оценить степень сложности, упорядоченности, организации соответствующих систем неживой природы. Нужно сразу же отметить, что понятие информации в этих науках используется не во всем богатстве его содержания, здесь речь идет преимущественно об информации как сложности, упорядоченности, организации, структуре. Но и это частное, специфическое использование понятия информации является полезным и не сводится к повторению известного. Наконец, через системно-структурный и теоретико-информационный анализ в науки о неживой природе все более вторгается идея отражения и идея развития. Коль скоро мы желаем видеть конкретизацию и развитие этих фундаментальных идей материалистической диалектики в науках о неживой природе, мы не должны в них ограничивать приложения методов теории информации.

Все же, говоря о том, что информация существует в неживой природе, мы не должны ограничиваться лишь обоснованием этого достаточно общего тезиса, обобщая достижения естественных наук, а более конкретно выявить основные характеристики этого вида информации. Общее нам уже известно — информация везде, в том числе в неживой природе — это отраженное разнообразие. Но, раз этот вид информации выделен нами, необходимо указать его особенности, исследовать его специфику, отличие от других проявлений информационных процессов.

Выявление специфики информации в неживой природе возможно лишь по отношению к более высоким видам информации, т. е. по отношению к информации в биологических и социальных системах. Прежде всего, на что следует обратить внимание, — это отсутствие использования информации неживыми естественными системами. Информация этими системами в процессе взаимодействия с окружающей средой не выделяется от остальных свойств и атрибутов материи. В системах неживой природы все свойства и атри-

буты «слиты» воедино, они не выделены из взаимодействия. В неживых системах нет отделов, частей, которые специализировались бы преимущественно на восприятии, переработке информации. На это совершенно справедливо обратил внимание А. Д. Арманд. Он отмечает, что в отличие от высокоорганизованных информационных систем, природные комплексы не имеют четко дифференцированных «входов», «каналов связи», «выходов» и т. д. (А. Д. Арманд, 1966). Функции этих элементов недостаточно определенно поделены между подсистемами природных комплексов. Информационные процессы равномерно распределены по всей организации неживой системы и об информации в неживой природе, как уже отмечалось, прежде всего говорится как об организации, упорядоченности, сложности. И поскольку движение информации в неживой природе обычно сопровождается перемещением значительных масс вещества и энергии, информационная сторона природных процессов оказывается недостаточно очевидной, затушеванной (А. Д. Арманд, 1966).

Использование информации выступает как бы синонимом управления, но именно процессы управления отсутствуют в неживой природе. Здесь есть лишь элементы, зачатки процессов, которые при соответствующей организации, довольно высоком уровне накопления структурной информации превращаются в процессы управления. Неживые системы одинаково «равнодушны», безразличны и к информации, и к энергии, и к массе и к любым другим свойствам материи. Поэтому не случайно, что некоторые философы даже считают, что теория информации ничего нового не может внести в науки о неживой природе по сравнению с классическими энергетическими методами физики. Однако, несмотря на взаимосвязь и взаимообусловленность свойств и атрибутов неживых систем, они все же различаются между собой. Информационный подход не тождествен энергетическому подходу, хотя во многих случаях они выступают как равноправные методы. Эта сильная взаимосвязь информации и энергии в неживой природе отнюдь не исключает их различия.

В самом деле, величина энергии не зависит от того, одинаковы или различны составляющие данного объекта неживой системы. Здесь действует эйнштейновский закон взаимосвязи массы и энергии, который показывает зависимость энергии от массы, но не от информации, не от разнообразия элементов, составляющих данную систему. Величина же информации зависит не только от числа составляющих (а значит в какой-то мере от массы их), но, главное, от их разнообразия. Количество информации характеризует не величину энергии, но степень, или, как говорит В. М. Глушков, меру неоднородности в распределении энергии в пространстве и времени. «Информация, — подчеркивает В. М. Глушков, — существует постольку, поскольку существуют сами материальные тела и, следовательно, созданные ими неоднородности. Всякая неоднородность несет с собою информацию» (В. М. Глушков, 1964, стр. 53). Из сказанного вытекает несводимость методов исследования в на-

уках о неживой природе к одним лишь традиционным методам. Возможно, прав И. Б. Новик, который полагает, что информация по отношению к отражению занимает такое же место, как энергия по отношению к движению (И. Б. Новик, 1969б, стр. 22). Причем, если энергетические методы позволяют измерять количество и превращение движения из одной формы в другую, то теоретико-информационные методы дают возможность измерять отражательные процессы.

При помощи понятия информации в науки о неживой природе все больше проникает идея о всеобщности отражения. И нет ничего удивительного, что отражение изучается через иное, но близкое к нему понятие информации, — ведь большинство естественных наук уже привыкло иметь дело с измерениями, с применением математических методов, среди которых наиболее адекватным для изучения процессов отражения оказался теоретико-информационный подход. Его применение диктуется отнюдь не неудобством описания, а объективными обстоятельствами — именно независимо от сознания существующей сложностью неживых систем и наличием в них процессов отражения, развития. И в этом плане методы теории информации, применяемые для анализа сложности отражения и развития неживых, неорганических систем, вовсе не эквивалентны традиционным, ранее применявшимся методам. Они им эквивалентны в той лишь области, которая определяется принципом соответствия (например, между термодинамическими и теоретико-информационными методами). Вне этой сферы теоретико-информационные методы являют собой гораздо более мощный язык исследования неживых систем, причем, на наш взгляд, именно потому, что информация и является тем свойством материи, которое диктует использование этих методов.

Эволюция неживой природы отнюдь не шла по пути увеличения энергии в соответствующих системах, а именно по пути увеличения внутреннего разнообразия систем. Возникновение управления связано с накоплением разнообразия, но не с накоплением энергии (хотя такую связь также нельзя отрицать). Важнейший закон управления — закон необходимого разнообразия (У. Р. Эшби) формулируется именно через понятие разнообразия, но не энергии (так же как не через категории пространства, времени, массы и т. д.), хотя никто не станет отрицать, что управление возможно без использования энергии (а также массы, времени и т. д.).

Итак, системы неживой природы не используют разнообразия. Но они не используют и энергию (а энергетические процессы происходят в неживой природе), как и пространство, время, массу, или какое-либо другое свойство материи. Все эти свойства присущи неживым объектам, но использование их возможно лишь при наличии управления.

Вряд ли можно говорить об использовании чего-либо в неживой природе на том основании, что там обнаруживаются зачатки управления, типа авторегуляции, усиления импульсов, подобия кибернетической обратной связи и т. д. Вряд ли справедливо утверж-

дение, что, например, атом использует элементарные частицы для своего существования, а молекула — атомы и т. п. Никакого использования здесь нет, ибо нет в неживой природе никаких целей, ценностей, управления, программ и т. д. Критика телеологии достаточно известна, чтобы следовало ее здесь приводить.

Управление неразрывно связано с целью, ценностью информации (и ее содержанием). Но системы неживой природы обладают слишком низкой дифференциацией, малой степенью организации, чтобы в них могло возникнуть новое свойство достаточно сложной, упорядоченной материи, каким мы считаем управление. Отсутствие управления в неживой природе — главное отличие ее информационных процессов от всех остальных. Отсюда тотчас же вытекают более частные следствия, отражающие различные аспекты взаимосвязи информации и управления. Эти следствия — негативные. Так, в неживой природе информация не обладает свойством ценности. Значит, прагматические теории информации применять при анализе информационных свойств неживой природы было бы бесполезно (но для измерения ценности научной информации в области физики, химии и т. п., применять эту теорию, конечно, можно и нужно).

Далее, информация в неживой природе не обладает семантическими свойствами. Но, поскольку разнообразие объектами неживой природы не выделяется от всех остальных свойств, то специально не выделяется и семантическое (в более широком плане — опознавательное) отношение. Но семантическое отношение в процессе управления неразрывно связано с ценностным отношением. Для того, чтобы информация обладала содержанием, она должна обладать какой-то степенью ценности (быть полезной, вредной или безразличной) для субъекта. Но такого рода отношения в неживой природе отсутствуют. Отсутствие кибернетической формы обратной связи в неживой природе приводит к тому, что там не происходит соотнесение отражения с объектом, ибо это соотнесение не используется объектом для своего существования.

Очень важной чертой информации и отражения в неживой природе является отсутствие опережающего отражения, что вытекает из отсутствия в неживой природе целей, ценности. Ведь цель связана с опережающим отражением, а тела неживой природы отражают лишь в момент взаимодействия и сохраняют следы отражения после взаимодействия. Отражение как процесс происходит лишь в настоящем, а отражение как результат сохраняет и следы прошлых взаимодействий. Но целесообразное, или, что то же, опережающее, отражение возможно лишь при наличии процессов переработки информации. В результате переработки информации кибернетическая система строит «потребную модель будущего». Но такую модель система неживой природы построить не может, так как здесь отсутствует переработка информации, а происходят лишь процессы восприятия, хранения и в некоторой степени «перекодирования» информации. Иными словами, в неживой природе протекают «пассивные» информационные процессы.

Все рассуждения о возникновении информации на уровне жизни, которые можно встретить в нашей литературе, по существу имеют в виду возникновение свойства использования разнообразия, а значит и свойства ценности информации. Но ведь не всякая информация даже в человеческом обществе может иметь ценность для кибернетической системы. А в неживой природе эта особенность приобретает общность — информация (отраженное разнообразие) здесь не имеет ценности. Ценность есть единство субъективного и объективного. Но субъект (а в данном случае это кибернетический субъект — система управления) действительно возникает впервые на уровне жизни. Без кибернетической системы нет и ценности информации, хотя ценность — не свойство исключительно субъекта. Связывая информацию только с ценностью, можно тем самым неразрывно связать информацию с управлением, с кибернетическим субъектом (системой). Не связывая информацию обязательно с ценностью (управлением), можно считать ее атрибутом материи, свойством, которое может использоваться или не использоваться в зависимости от степени организации воспринимающей разнообразие системы. Такова суть расхождений во взглядах о вечности или возникновении информации.

И в этой связи встает вопрос: обязательно ли считать, что «когда говорят об информационном процессе, то непременно имеют в виду некоторую систему, способную воспринимать, хранить и перерабатывать определенную информацию»? (Д. И. Дубровский, 1969, стр. 253). Если всегда связывать информационные процессы с восприятием, хранением и переработкой информации, то в силу определения информации в неживой природе не существует, ибо там отсутствует, в частности, переработка информации (хотя, как мы видели, не все естествоиспытатели согласны с тем положением, что информация не перерабатывается неживыми системами). Но можно ли назвать информацией нечто, способное лишь храниться и восприниматься, но не перерабатываться?

Сторонники информации как свойства всей материи склонны положительно отвечать на этот вопрос, считая, что свойство переработки информации возникает лишь на уровне живых систем, хотя в неживой природе встречаются элементы, прообразы этого свойства, при достижении ими необходимого внутреннего разнообразия. Поэтому имеет смысл полагать, что в природе существуют два различных вида информации — не связанной с управлением и связанной с этим последним, т. е. кибернетической и некибернетической виды информации.

В пользу точки зрения о вечности (некибернетической) информации свидетельствуют работы естествоиспытателей, о которых говорилось выше. В качестве «контраргумента» можно было бы сказать, что естествоиспытатели здесь неверно употребляют понятия «информация» и «количество информации», что здесь происходит подмена одного понятия другим. Подобный упрек естествоиспытателям до сих пор еще не высказывался со стороны философов-марксистов, ибо для этого необходимо обстоятельное объяснение,

почему же все-таки теоретико-информационный подход широко применяется в науках о неживой природе, если информация не является свойством неорганических объектов.

Возможно, что при этом удастся показать, что здесь происходит получение нового знания лишь на основе формальной аналогии и моделирования. Неинформационные свойства в данном случае моделируются информационными методами, т. е. понятие информации в данном случае обусловлено не объектом познания, а субъектом, так же как возможно статистическое моделирование нестатистических по своей природе систем. Однако мы видели, что сами естествоиспытатели решительно возражают против этого субъективного представления об информации, ибо оно противоречит материалистической традиции естествознания, где узловые понятия оказываются отражением свойств объекта познания, а не субъекта. Поэтому более правдоподобной оказывается точка зрения, исходящая из объективности информации, ее существования не только как свойства кибернетических систем, но и систем неживой, неорганической природы. Разумеется, эта концепция отнюдь не исключает того, что информация может иметь и субъективный аспект тогда, когда познающий человек отражает разнообразие и оно становится для него идеальным, содержанием его сознания.

Итак, анализ двух точек зрения на информацию приводит к следующим выводам. Рассмотрение информации как свойства всей материи согласуется как с общефилософскими положениями (о существенной связи информации с отражением и разнообразием), так и с естественнонаучными данными, выступая как обобщение достижений всей современной науки (а не только, скажем, таких ее направлений, как кибернетика и биология). Концепция возникновения информации на уровне жизни оказывается методологически неплотодотворной для естествознания и поэтому ограниченной, неспособной объяснить все расширяющееся применение методов теории информации в физике, химии, геологии и т. д. Признание информации как свойства всей материи методологически продуктивно, ибо ориентирует естествовников на дальнейшее развертывание приложений теории информации для изучения объектов неживой природы, в особенности для изучения процессов отражения, развития, движения разнообразия. Наконец, важно отметить, что более широкая концепция информации включает в себя в качестве частного случая и противоположную концепцию, одновременно отвергая ее крайности и односторонность, исходит из того, что на уровне жизни возникает не сама информация, а качественно новые ее виды и свойства.

Проблема развития информационных свойств материи лишь поставлена и здесь необходимы обстоятельные исследования. Надлежит еще выявить причины того, что из всех веществ выделились нуклеиновые кислоты для «исполнения» важных информационных функций. Если ранее говорилось о том, что в системах неживой природы не было специального информационного отдела, специального выделения информационных функций, аспектов от всех

остальных, то иная картина в живой природе. Если взять одноклеточные организмы и даже неклеточные формы жизни типа вирусов, то здесь информационные процессы связаны в основном с ДНК и РНК, т. е. из всех химических веществ лишь они оказались выделенными для «несения» именно информационной «нагрузки». В мире неживых систем таких специальных «информационных» веществ нет.

Если в одноклеточных (и внеклеточных) организмах информационная роль принадлежит особым молекулам — нуклеиновым кислотам, то в многоклеточных организмах эту же роль играют специализированные клетки, которые перерабатывают информацию. Здесь, наряду с нервными клетками, существует еще одна система, связанная с управлением, — эндокринная.

В информационных биологических процессах впервые возникает свойство кодирования информации, что характерно уже для простейших форм отражения в живой природе. Кодирование связано с отображением структуры одной системы в другой, с наличием соответствия между отражаемым и отражающими множествами, но такого соответствия, которое, например, в случае раздражимости, отвлекается от физико-химической природы отображаемой системы. Элементы кодирования встречаются и в неживой природе, однако они там не используются, возникают и существуют случайно. Свойство кодирования в живых системах служит развитию этих систем, причем информационные процессы хранения, передачи и переработки информации уже связаны с минимальными затратами энергии и массы материальных носителей.

В живых системах наличие свойства кодирования неразрывно связано с появлением семантических отношений информации, проявляющихся, в частности, в своем примитивном виде как опознавание «образов» (объектов). «Опознавание» объектов осуществляется именно потому, что этот объект отображен в закодированном виде и между этим «кодовым» образом и отображаемым объектом и появляется «семантическое» отношение. Это отношение отличается от простого соответствия отражения и отражаемого объекта в неживой природе различием в материальных носителях информации объекта и «кодового» образа, наличием «двусторонней» избирательной связи между образом и объектом, а также «компактностью» отображения.

Можно, по-видимому, говорить о появлении значения информации на уровне жизни, причем это значение имеет целиком материальный характер (И. С. Нарский, 1969а, стр. 140). Например, можно сказать, что генетическая информация имеет значение, ибо каждая тройка нуклеотидов содержит информацию об определенной аминокислоте специфического для клетки белка. Последовательность троек нуклеотидов в цепи ДНК (т. е. разнообразие отношений порядка нуклеотидов) определяет последовательность включения, очередность аминокислот в полипептидной цепи белка (разнообразие отношений порядка аминокислотных остатков). Здесь речь идет об определенном соответствии разнообразия отра-

жаемого и отражения. Но это не только прямое соответствие и соотношение от объекта к отражению, но и обратное — от отражения к объекту.

Отвлечение от качества раздражителя «компенсировалось» появлением нового информационно-отражательного свойства — семантического.

Как уже отмечалось, семантическое отношение неразрывно связано с ценностным отношением (в известном смысле можно, вероятно, говорить о семиотическом отношении, в рамках которого связаны семантическое и ценностные свойства биологической информации). Отображение в биологических системах связано с программой (или целью). Понятие программы, как справедливо замечает Б. С. Украинцев, значительно шире по объему, чем понятие цели, причем, в применении к несамосознающим кибернетическим системам понятие программы является обозначением ограниченных внутренних целей (Б. С. Украинцев, 1967, стр. 67). Здесь внутренняя цель понимается как та составляющая «естественно складывающейся программы самоуправления, которая представляет непосредственную информационную причину выбора самоуправляемой системой своего поведения для достижения определенного результата» (Б. С. Украинцев, 1967, стр. 67). Ценность информации в данном случае следует понимать как связанную с целью, программой, причем, наиболее ценной является информация, быстрее всего ведущая к реализации данной программы. Программы в биологических системах имеют различные уровни, начиная от присущей всем организмам генетической программы (кода) и кончая условными и безусловными рефлексам. Программа, по определению Н. М. Амосова, представляет собой «определенную последовательность изменений во времени, которая заложена в самой структуре системы и реализуется при определенных внешних воздействиях» (Н. М. Амосов, 1968, стр. 5). Структура системы выступает в качестве алгоритма (программы), которая предопределяет, предугадывает грядущее поведение биологической системы.

Именно наличие программы, цели, а значит, и ценности информации связано с такой важной особенностью биологического отражения, как прогнозирование, опережение, предугадывание будущего поведения.

Во временном аспекте это означает, что отражение охватывает не только сферу настоящего и прошлого, но в какой-то мере и будущего (например, программа, закодированная ДНК, является опережающим отражением событий будущего развития организма).

Опережающее отражение в живых системах связано с управлением, целью которого является приспособление организма к среде. Информация в биологических системах, во всей совокупности своих свойств участвуя в биологических формах отражения (начиная от раздражимости, тропизмов, настий, таксисов и до безусловных и условных рефлексов) обеспечивает гомеостазис, самовоспроизведение и саморазвитие живых существ, сохранение или даже повышение их информационного содержания.

Накопление информации в процессе онтогенетического и филогенетического развития подтверждают соответствующие подсчеты информационного содержания в биохимических структурах, одноклеточных организмах, человеческом организме, популяциях и других надорганизменных системах (S. M. Dancoff and H. Quastler, 1953; Л. Оженстин, 1960; H. J. Morovitz, 1955; M. Valentinuzzi and M. E. Valentinuzzi, 1963; G. Karreman, 1955; B. Rakow, 1963 a, b, c; Ю. А. Жданов, 1965 а, б, 1967, и др.). Эти расчеты показывают, что информационное содержание молекул составляет несколько битов. Так, по расчетам С. М. Данкова и Г. Кастлера «стандартная» молекула, состоящая, примерно, из сотни атомов, содержит около 7 битов. Существует несколько направлений подсчета этого количества: на основе термодинамических, комбинаторных, теоретико-групповых, топологических и других данных. Однако во всех работах в явной или неявной форме исходят из концепции разнообразия.

Оценки количества информации в одноклеточных организмах и яйцеклетках (S. M. Dancoff and H. Quastler, 1953; S. Linschitz, 1953, X. Равен, 1964) показывают, что это количество, по-видимому, находится в диапазоне 10^{11} — 10^{13} битов на молекулярном уровне. И, наконец, человеческий организм, по расчетам С. М. Данкова и Г. Кастлера, содержит примерно 10^{25} битов на том же уровне отсчета. Это увеличение количества информации, начиная от простейших биоструктур-молекул и кончая человеческим организмом, происходит относительно всей такой системы, но при этом, скажем, в организме не увеличивается информационное содержание самих молекул или клеток. Даже наоборот, как отмечает М. В. Волькенштейн, количество информации, приходящееся на каждую клетку, уменьшается, так как часть этой информации блокируется (М. В. Волькенштейн, 1965, стр. 41). Поэтому наряду с очевидным увеличением количества информации в каждой более высокоразвитой биологической системе происходит уменьшение информационного содержания ее составляющих по отношению к таким же, но «свободным» системам.

Возникает вопрос о природе увеличения количества информации в биосистемах. Установление факта этого увеличения, когда происходит переход от молекул к одноклеточным и далее к человеку, является лишь первоначальным этапом исследования. Необходимо идти дальше — вскрыть общую причину такого увеличения, от сущности первого порядка перейти к сущности второго порядка. И здесь можно высказать предположение, что до создания теории информации и кибернетики такая причина не могла быть определена. Сейчас же эта причина вполне очевидна. Увеличение количества информации в системах связано с проявлением закона необходимого разнообразия (см. § 3 этой главы).

Согласно закону необходимого разнообразия, кибернетическая, в данном случае биологическая, система должна иметь необходимое внутреннее разнообразие для того, чтобы можно было блокировать разнообразие внешних (и внутренних) возмущений. Назван-

ный закон определяет минимально необходимое внутреннее разнообразие системы управления, при котором система остается устойчивой к внешним возмущениям. Если внутреннее разнообразие системы будет меньше, чем определяемое законом, система не будет устойчивой и может разрушиться. Увеличение же внутреннего разнообразия сверх необходимого не улучшает меру регулирования, а лишь увеличивает избыточность. В биологических системах избыточность связана с надежностью и увеличение избыточности ведет к увеличению надежности. Однако это увеличение имеет свои границы, ибо, согласно принципу максимальной ошибки С. М. Данкова, чрезмерная избыточность вредна для организма.

С точки зрения рассматриваемого закона увеличение внутреннего разнообразия биологических систем ведет к повышению их устойчивости, стабильности, увеличивает степень их приспособленности к внешним условиям. Наблюдается тенденция — с повышением информационного содержания систем увеличивается их стабильность. Это положение очень хорошо проиллюстрировал Б. Паттен на примере сообщества. Проникновение теоретико-информационных методов в экологию позволило установить зависимость стабильности сообщества от количества его внутреннего разнообразия. Б. Паттен отмечает, что в экологии «считается почти аксиомой, что структурно сложным сообществам присуща большая стабильность, чем простым» (Б. Паттен, 1966, стр. 137). Общая неопределенность, описывающая распределение видов внутри данного сообщества и называемая разнообразием сообщества, характеризуется известной формулой Шеннона; этой же формулой характеризуется и стабильность сообщества. Это говорит о том, что стабильность и разнообразие взаимосвязаны, причем более разнообразная система более стабильна (Б. Паттен, 1966, стр. 138).

Закон необходимого разнообразия устанавливает, в частности, связь внутреннего разнообразия кибернетической (биологической) системы и внешнего разнообразия, возмущений окружающей среды. По существу это закон структурный, а не генетический; хотя он и связан с развитием кибернетических систем, он показывает, какое информационное содержание должна иметь данная структура, чтобы она могла существовать в среде с определенным существенным разнообразием возмущений. Однако возмущения могут иметь место и внутри системы и система также должна их блокировать.

Закон справедлив лишь для систем открытых, но замкнутых для информации. Для того чтобы система существовала и развивалась, должно выполняться некоторое информационное уравнение, выражающее равенство информационного содержания кибернетической системы и информационного содержания внутренних и внешних возмущений. Такое уравнение дал, в частности, Х. Равен для процессов эмбриогенеза:

$$H_{\text{я}} + H_{\text{ср}} - H_{\text{отбр}} - H_{\text{дегр.}} = H_{\text{вз.}}$$

где $H_{\text{я}}$ — количество информации в яйце, $H_{\text{ср}}$ — количество информации, полученное из среды, $H_{\text{отбр}}$ — количество информации, пе-

реходящее в среду из организма в виде отбросов, $N_{\text{дегр}}$ — количество информации, деградирующее в результате шумов. Поскольку $N_{\text{ва}} \gg N_{\text{д}}$, то ясно, что подавляющая часть информации взрослого организма получена из окружающей среды. Но это возможно только для открытых систем, какими являются все биологические и вообще кибернетические системы.

Сама по себе информация, заключенная в структуре, в том числе и биологической, называется структурной, или связанной (Л. Бриллюэн, 1960). Как справедливо отмечают М. Ф. Ведынов и В. И. Кремянский, структура — это как бы «информация в себе» или в потенциальном состоянии. Но в биологических системах имеет место и иная информация — свободная, которая выступает как «структура в процессах ее отображения или программирования и передачи по каналам связи» (М. Ф. Ведынов и В. И. Кремянский, 1965, стр. 85).

Свободная, актуальная, и связанная, потенциальная, виды информации взаимосвязаны. Только при наличии определенной структуры возможны процессы управления, т. е. приема, переработки, хранения и, главное, преобразования информации. Таким образом, существование определенного внутреннего информационного содержания (структурной информации) является условием функционирования, движения свободной, актуальной, информации.

Существование в природе особого вида информации — биологической — и является объективной предпосылкой использования теоретико-информационного подхода в биологических исследованиях. Причем, экспансия теории информации в область биологических наук оказалась весьма стремительной. Насчитывается уже значительная литература, в том числе и монографическая, посвященная приложениям теоретико-информационных методов к изучению явлений жизни. Очевидно, что такие приложения можно рассматривать в основном как математизацию или кибернетизацию биологии.

Что же конкретно дает применение методов теории информации в биологии? Вот мнения некоторых специалистов: «Уже простой перевод биологических закономерностей на язык теории информации позволяет с большей ясностью поставить задачи научного исследования и отбросить ряд ложных представлений» (М. В. Волькенштейн, 1965, стр. 42). М. Брезье полагает, что если теория информации и не привела к открытию большого числа новых фактов, она может породить много новых идей (М. Брезье, 1966, стр. 223). Ю. Аккерман считает, что теория информации не может открыть ничего нового, а помогает лишь выразить уже имеющиеся идеи, выявить подобию и аналогии, существующие между самыми разнообразными областями. Поэтому, предостерегает Ю. Аккерман, при изучении теории информации важно не переоценивать ее роль и в то же время не становиться на путь слепого игнорирования ее результатов (Ю. Аккерман, 1964, стр. 484).

Приведенные здесь оценки роли теории информации в биологии, как видим, весьма сдержанные. Впрочем, они отражают современный, более «спокойный» этап развития кибернетики.

Применение теории информации в биологии существенно зависит от возможности перевода биологических данных на теоретико-информационный язык. Однако для этого биологу важно знать, что же вкладывается в понятие информации и другие важнейшие понятия и принципы теории информации, какими теоретико-познавательными и логическими характеристиками и возможностями обладает рассматриваемая теория. Именно здесь оказывается необходимым философский, методологический анализ этих проблем.

В литературе, посвященной приложениям теории информации в биологии, как правило, рассматриваются лишь статистико-вероятностный и комбинаторный подходы к определению понятия количества информации. Роль теории информации в биологии часто оценивается именно по этим методам (подходам). Между тем, спектр теоретико-информационных идей и принципов шире вероятностных и комбинаторных представлений. Пока же из других невероятностных подходов используется (но еще в небольшом количестве работ) лишь топологический подход. Надо думать, что современем в биологии окажутся полезными и иные нестатистические подходы к определению понятия количества информации и тем самым расширится биологическая предметная область теоретико-информационных методов. Так можно предполагать, что наряду с комбинаторным подходом при исследовании генетической информации могут быть успешно применены алгоритмические методы для определения количества информации, содержащейся в ДНК или РНК относительно белка, или относительно всего организма. Ведь чередование нуклеотидов является программой последовательности аминокислот белка. Но алгоритмическое количество информации и есть та минимальная длина программы (ДНК), которая позволяет однозначно восстановить всю последовательность (аминокислот белка). Разумеется, алгоритмический подход к определению количества информации может быть применен не только к изучению генетической, но и иных видов биологической информации.

Итак, уже сейчас можно предвидеть, наряду с более широким использованием статистической теории, проникновение и невероятностных, нестатистических теоретико-информационных методов, а также средств семантической и прагматической теории информации. Это ведет к дальнейшей математизации биологии, к возможности изучения количественного аспекта тех положений, которые ранее выражались лишь качественными описательными методами. Теория информации сближает системно-структурные и эволюционные исследования в биологии, позволяет изучать процессы отражения, развития, коммуникации, управления и т. п.

Однако роль теории информации не сводится к уточнению формы содержательных биологических положений. Это лишь одна из ее функций в биологическом исследовании. Широкое и комплексное применение всех имеющихся теоретико-информационных методов вносит и нечто новое в традиционно биологическую проблематику. И прежде всего здесь речь идет об изучении биологического кодирования, прагматических и семантических свойств биологической ин-

формации — свойств, на которые ранее обращалось совершенно недостаточное внимание.

Важно еще раз подчеркнуть, что оценка роли теории информации в биологии не может быть дана лишь на основе первых попыток такого рода исследований или же только на опыте применения статистических методов. Необходимо исходить из всего развивающегося комплекса знаний об информации, теоретико-познавательных тенденций его развития и возможностей применения. И этому существенно могут помочь методологические исследования приложений теории информации в биологии.

§ 2. Некоторые соображения о соотношении понятий информации и развития

То, что информация является свойством материи, существует, как мы стремились показать, в неживой и живой природе, служит основой для выявления одной из важнейших функций информации в движении и развитии материальных систем. Часто, когда исследуются высшие виды информации (кибернетические), обычно обращается внимание лишь на отражательную, коммуникативную и управленческую функции информации. Это функции «актуальной», свободной, информации и они, конечно, очень важны. Однако эти функции информации никогда бы не появились (особенно управленческая и коммуникативная, о чем будет идти речь в следующем параграфе), если бы не существовала функция хранения и накопления информации в процессе движения и развития любых материальных систем. Конечно, коммуникативная и управленческая функции информации, выступая в качестве составляющих общего процесса развития кибернетических систем, ускоряют их прогресс и определяют их информационную специфику. Если же мы будем рассматривать не только кибернетические, а вообще все материальные системы, то, пожалуй, здесь можно выделить в качестве главной информационной функции — хранение материальных структур (разнообразия) и увеличение (вообще изменение) разнообразия систем.

Эта общематериальная функция информации связана не только с движением, изменением, но и с сохранением, покоем. Она не исчерпывает содержания этих процессов, но является важным аспектом их содержания, что наиболее рельефно выступает при рассмотрении связи информации и развития.

Общее понимание движения как изменения позволяет использовать информацию (как существенную связь отражения и разнообразия) для характеристики процессов развития материальных систем. Ведь отражение рассматривается не только как результат, но и как процесс, некоторая сторона взаимодействия, движения. В этом смысле представление об информации в ее неразрывной связи с отражением есть одновременно представление о ней как о свойстве движущейся материи, а не как о чем-то статическом, застывшем. Однако момент движения в понятии информации выражает не только отражение, но и разнообразие, различие. По-видимому, дви-

жение следует понимать как изменение и изменение как движение. Но объем понятия изменения оказывается уже объема понятия различия, поскольку различия существуют, например, и в одновременно существующих объектах (но это различие не является движением, которое неразрывно связано и с временным различием).

Так как изменение, или движение, является атрибутом материи, а объем понятия различия шире объема понятия изменения, то различие также носит атрибутивный характер. Понятие информации трактуется на основе категории различия и отражения, поэтому мы исходим из предположения, что информация также имеет общематериальный характер. На это основное внимание было обращено в предыдущем параграфе и здесь мы воспользуемся этим важным для нашей концепции результатом. Степень атрибутивности движения и информации, конечно, одинакова, ибо они присущи всем материальным объектам. Но в логическом аспекте оба понятия могут быть дедуктивно выведены из категории различия, — именно редукцией, сужением объема понятия различия. Установление единства, атрибутивной связи информации и движения позволит нам привести определенные аргументы в пользу эффективности методов теории информации для изучения процессов развития.

Для этой цели необходимо выяснить соотношение понятий развития и движения. Понятие развития также является ограничением понятия движения, изменения, но все же до сих пор недостаточно ясны критерии этого ограничения. Одни философы доводят это ограничение до понятия прогресса (отождествляя развитие с прогрессом), другие включают сюда и регресс, понимая развитие как процесс необратимых качественных изменений и т. д.

Отождествлять прогресс с развитием неправомерно, ибо «если две категории выражают одно и то же, то одна из них не является уже категорией, иначе говоря, одна из них излишняя» (Я. Ф. Аскин и В. И. Ковалев, 1970, стр. 161). В то же время определение понятия развития как необратимого качественного изменения структуры пользуется известной популярностью. Оно, конечно, удовлетворяет логическим требованиям отсутствия совпадения с другими категориями, представляя связь ряда понятий, выступающих в качестве признаков содержания понятия развития.

Все же, на наш взгляд, это определение чересчур узко. В самом деле, почему под развитием понимается лишь изменение структуры и притом обязательно качественное? Если структура понимается как стабильная сторона системы, то непонятно, почему изменение лишь этой устойчивой стороны системы есть развитие. Можно привести сколько угодно примеров, например, из области научного познания, когда структура теории остается неизменной, но все же может происходить ее развитие, скажем, в экстенсивном плане (именно так выглядит один из путей развития классической механики). Вот почему выделение из всего содержания системы изменения структуры нам представляется чересчур узким, — именно поэтому мы будем говорить об изменении содержания системы. Как несколько ранее мы выступали против определения понятия отра-

жения через узкое понятие структуры, точно так же и понятие развития не может быть через него определено.

Возьмем следующий признак рассматриваемого определения — качественное изменение. С этой точки зрения получается, что развитие происходит в момент качественного изменения, т. е. скачка. Однако это в принципе неверно, ибо скачок подготавливается количественными изменениями, которые также характеризуют развитие. Закон взаимного перехода количественных изменений в качественные выражает определенную сторону процесса развития и нельзя поэтому говорить, что момент развития здесь связан исключительно с качественными изменениями. Выделение в определении понятия развития лишь признака качественного изменения игнорирует то положение, что все категории, входящие в формулировку основных законов диалектики, характеризуют развитие в целом.

Казалось бы, более приемлемым является признак необратимости изменений. Но и в этом случае можно привести примеры, когда происходящие в системах обратимые изменения вполне естественно считаются развитием. И вряд ли уместно советовать, скажем, врачу не говорить о развитии болезни лишь на том основании, что никаких необратимых изменений при этом не произойдет. Из вышесказанного ясно, что краткое определение понятия развития в философском плане — задача далеко не простая. Представление о развитии в философии связано с выделением основных законов развития, но что касается краткой дефиниции, то, по существу, она еще не выработана. И это относится не только к определению понятия развития, но и многих других, является свидетельством установленного логикой положения, что понятия — не начало, а итог процесса познания.

В процессе познания достаточно четко прослеживается тенденция расширения понятия развития, несмотря на неизбежные в этом случае попытки защиты узких определений. Недостаточно широкие определения понятий получают тогда, когда основное внимание сосредоточивается на обобщении конкретного материала, а логические тенденции движения понятия или не рассматриваются вообще или же им уделяется далеко не то внимание, которое им по праву принадлежит в философском исследовании понятий.

Итак, логико-гносеологическая тенденция становления понятия «развитие» такова, что оно через свои особенные формы стремится к своему пределу — понятию движения, изменения. Но достигнет ли оно его, сольются ли понятия «движения» и «развития»? Надо думать, что эти понятия не сольются и понятие развития не «растворится» в понятии движения. Ведь наряду с логико-гносеологической тенденцией расширения объема понятия развития действует и другая — «ограничительная», связанная с различием понятий движения и развития. Определение понятия развития выступает как процесс разрешения этих противоборствующих тенденций.

Логически также ясно, что различать эти понятия необходимо, однако часто предполагаемые критерии этого различения не являются обоснованными и убедительными.

Высказанные выше замечания позволяют сделать вывод, что определение понятия развития в качестве одного общего признака должно включать в себя признак изменения, движения. Но, кроме этого признака, должен существовать по меньшей мере еще один, указывающий на отличие (достаточно широкое) понятия развития от понятия изменения и такое понятие должно включать в себя все ранее установленные и в той или иной степени обоснованные определения понятия. В качестве такого «рабочего» определения понятия можно предложить следующее.

Под развитием конкретной системы понимается изменение ее содержания. Здесь в качестве признака, отличающего развитие от движения, считается изменение содержания системы. Ясно, что изменение вообще и изменение содержания системы — это различные понятия.

Ранее мы определяли понятие развития как внутренние изменения или изменение внутреннего разнообразия (А. Д. Урсул, 1968в, стр. 127). Подобная формулировка понятия развития представляется нам сейчас недостаточно широкой, а потому и неточной. Если развитие — это только движение внутреннего разнообразия, то изменение внешнего разнообразия, входящего в систему, оказывается, по определению, не развитием. Если с этой точки зрения рассмотреть развитие организма, то получится, что изменение генотипа — это развитие, а изменение фенотипа — это уже не развитие, что, очевидно, противоречит действительному положению вещей.

Подобные соображения заставили нас предположить более широкое определение понятия развития как изменения содержания, т. е. всего разнообразия системы, а не только внутреннего. В этом случае развитие отличается от движения, например, механического. Если будет происходить перемещение данной системы относительно других, но при этом ее содержание не изменяется, то получается, что система движется, но не развивается. Но по отношению к другой системе это же «чистое» движение может оказаться развитием, если эта другая включает движущуюся в качестве подсистемы.

Предлагаемое определение понятия развития позволяет применять методы теории информации для измерения различных характеристик развития (степени, темпов, направления и т. д.). Здесь могут быть использованы оба признака общего понятия информации — и разнообразие и отражение. Ведь в определении понятия развития речь идет об изменении разнообразия, но если разнообразие изменяется, движется, значит происходит одновременно и процесс отражения.

С позиций таким образом определенного понятия можно дать классификацию особых форм развития, например, — как внутреннего и внешнего изменения, прогрессивного и регрессивного, качественного и количественного, обратимого и необратимого и т. д. Как видим, методологическая «мощность» приводимого определения такова, что получается весьма широкий спектр различных особых форм развития, оно фактически включает в себя все известные науке случаи процессов развития.

Если внутреннее разнообразие на каком-либо уровне, в каком-либо отношении не изменяется, то в этом отношении, на этом уровне система не развивается, но это еще не значит, что данная система не развивается в других отношениях, на других уровнях. Поскольку нет объектов, в которых не происходило бы изменения содержания, разнообразия в каком-либо аспекте, то, с нашей точки зрения, все материальные системы являются развивающимися, но в каком-то отношении развития может не происходить.

Кроме того, возможны различные направления самого изменения внутреннего разнообразия. Можно выделить, например, такие формы, как восходящее развитие (или прогресс), нисходящее развитие (или регресс). Под восходящим развитием, или прогрессом, понимается увеличение разнообразия систем. На языке теории информации это означает накопление информации. Под нисходящей ветвью развития, или регрессом, понимается уменьшение разнообразия систем (или уменьшение количества информации). В свою очередь прогрессивное развитие может сменяться регрессивным или регрессивное прогрессивным и т. д. Ясно, что определение понятия развития на основе понятия движения предполагает многообразие (неисчерпаемость) форм, направлений, видов развития.

Итак, о развитии, о результате развития мы предлагаем судить по изменению информационного содержания систем. Это количественный критерий развития. Он отнюдь не является единственным, далее мы укажем на возможность и других информационных критериев. Кроме того, оговоримся, что мы не считаем информационный критерий ни единственным, ни универсальным критерием развития. Разумеется, существуют и могут еще выявиться другие критерии развития. Однако мы их не обсуждаем здесь, ограничиваясь лишь одним из критериев развития, который в философском плане является новым.

Итак, более подробно рассмотрим идею информационного критерия развития. Будем исходить из того, что мы умеем определять сложность, упорядоченность, организацию и структуру системы.

Соотношение между понятиями системы, структуры, организации, упорядоченности и сложности нами уже рассматривалось (А. Д. Урсул, 1968 в, г). Все эти понятия можно связать с понятием информации и даже на основе этого последнего (в логическом аспекте) определить все предыдущие. В этом случае можно абстрагироваться от признака отражения (или рассматривать его как самоотражение) и акцентировать внимание на признаке разнообразия. Понятие сложности можно определить как разнообразие элементов множества (в количественном и качественном отношении), упорядоченность как разнообразие отношений порядка элементов множества, а организацию как разнообразие элементов, их связей и любых отношений. Система определяется как организованное целостное множество, т. е. критерием ее отличия от организации является свойство целостности, что позволяет отделить систему от окружающей ее среды. Структура же выступает как инвариант системы.

Возможность определения понятий структуры, системы, организации, упорядоченности через понятие разнообразия позволяет использовать теоретико-информационные методы для измерения степени организации, упорядоченности, сложности систем и структур. И хотя на концептуальном уровне только сейчас выделяется соотношение информации с системно-структурными понятиями, тем не менее попытки использования теории информации для измерения сложности, упорядоченности, организации, структуры систем предпринимались тотчас же после создания теории информации. Задача философов заключается в понятийном, логико-гносеологическом осмыслении этих попыток, в создании удовлетворительной методологической базы для дальнейших работ в области применения теории информации к измерению систем и структур.

Рассмотрение информации в аспекте разнообразия позволяет в абстрактном плане сформулировать проблему измерения системных характеристик не только в количественном, но и до некоторой степени качественном аспекте. Как следовало из вышешложенного, например, степень организации, упорядоченности зависит от количества отношений порядка, связей элементов в совокупности. Но это разнообразие отношений и связей не обязательно должно быть одного типа, оно может включать различные типы. Объекты с различной степенью организации, упорядоченности в пределах одного и того же вида разнообразия имеют лишь количественное отличие. Объекты же, имеющие различную степень организации, упорядоченности в пределах различных видов разнообразия, уже различаются и качественно. Причем более высокое качество присуще объекту с большим количеством видов и форм отношений порядка и связи. В свете сказанного становится ясной возможность применения теоретико-информационных средств к изучению уровней развития материи, качественного и количественного различия объектов.

Теоретико-информационный подход к изменению степени сложности, упорядоченности и организации систем оказывается универсальным, если исходить из весьма общего понимания информации в плане разнообразия, а само разнообразие не понимать упрощенно, скажем, лишь как разнообразие элементов, но и как разнообразие связей, отношений, свойств и т. д. Универсальность теоретико-информационных средств проявляется, в частности, в том, что они позволяют измерять степень сложности, упорядоченности, организации всех объектов неживой, живой природы, общества, мышления (познания).

Однако, говоря о применении методов теории информации к исчислению организации, было бы неправильным ограничиваться одним только «количественным» (синтаксическим) аспектом информации. Ведь теория информации развивается и в «качественном» аспекте, и сюда мы относим, в частности, различные варианты семантических и прагматических концепций информации и т. д. Поскольку семантические и прагматические свойства информации углубляют наше понимание природы информации, то надо думать,

что они могут быть использованы и для дальнейшего развития информационного критерия, скажем, для оценки степени организации.

При методологическом анализе теоретико-информационных методов следует все время иметь в виду идею многоаспектности (неисчерпаемости) информации в качественном и количественном отношении (как разнообразия) и не ограничивать понятие информации каким-либо одним, хотя бы и широко известным вариантом, как это часто делается. Необходимо помнить, что та или иная выявленная сущность (определенного порядка) информации представляет собой лишь ограниченный шаг в бесконечном процессе познания. То же самое замечание следует отнести и к понятиям сложности, упорядоченности, организации, ибо они тоже развиваются. В приведенных выше определениях мы сознательно абстрагировались от момента развития понятий и рассматривали их как «застывшие» в своем изменении. Это упрощение, оправданное в формально-логическом плане, необходимо в том случае, если основная цель заключалась в обсуждении возможности применения теоретико-информационных методов к уже «готовым» понятиям. В этом смысле наше изложение является, конечно, односторонним, упрощающим реальную картину развития понятий и их взаимоотношения.

Вполне естественно, что переход от «синтаксических» теоретико-информационных средств измерения упомянутых характеристик системы к семантическим и прагматическим неизбежно ведет и к «пересмотру» определений сложности, упорядоченности, организации и структуры системы. Такой «пересмотр» теперь уже требует учета в определении свойств, которые «выпадают» при «синтаксическом» подходе. И так же как более содержательное определение понятия информации включает в себя, кроме признака «разнообразие», еще и признак «отражение», так и обсуждаемые здесь системные характеристики должны включить в себя признаки, связанные с отражением, т. е. семантические и прагматические отношения.

Ясно, что, например, определение понятия системы, позволяющее использовать семиотические теоретико-информационные средства, не может быть только структурно-синтаксическим. Оно должно характеризовать и движение, поведение системы, ее отношение к другим системам (здесь в основном имеются в виду высокоорганизованные, кибернетические системы), т. е. учитывать функциональный аспект.

В процессе функционирования кибернетической системы получаемая информация обладает определенными семантическими и прагматическими свойствами. Поэтому, если измеряется степень сложности, упорядоченности, организации в функциональном аспекте (а эта степень может измеряться и в пространственном, временном и других отношениях), то количественный теоретико-информационный подход в ряде случаев может оказаться довольно грубым. Допустим, что две кибернетические системы выполняют

одинаковые функции, однако количество разнообразия их на уровне организации (т. е. на уровне элементов, связей и отношений) оказывается разным. Оказывается, что система с большим внутренним разнообразием обладает избыточностью в смысле необходимого разнообразия для выполнения данной функции по отношению к системе с минимально необходимым разнообразием. Поэтому в данном случае степень организации должна определяться не только формулами количества информации, но и формулами избыточности.

Наряду с этим можно использовать и критерий ценности информации, заключенной в данной системе. Ценность этой «структурной» информации оказывается тем большей, чем меньше количество разнообразия способно выполнять заданную функцию. В определенном смысле ценностный критерий информации близок к критерию сосредоточения функций, предлагаемому М. И. Сетровым (1967). Прагматический критерий информации в некотором отношении противоположен количественному (синтаксическому) критерию, однако лишь тогда, когда сравниваются системы, имеющие различное внутреннее разнообразие и выполняющие одну и ту же функцию. Если же сравниваются системы, выполняющие различные функции, то ценностный критерий уже оказывается малоприменимым, здесь по-прежнему можно использовать количественный информационный критерий. Напрашивается вывод, что как количественные, так и прагматические информационные методы необходимо применять не порознь, а совместно; только в этом случае можно достигнуть наиболее адекватного определения степени организации как в функциональном, так и во многих других отношениях (но лишь для кибернетических систем).

Возможно также использование семантических количественных характеристик информации для измерения системных характеристик. В общем плане это понятно — чем более сложной, организованной является кибернетическая система, тем она обладает большими возможностями «понимания» поступающей к ней информации. Все же использование семантических критериев организованности нуждается в специальном обосновании, поскольку, например, нельзя безоговорочно считать, что чем большее количество информации «понимает» система, тем самым она является более организованной, чем другая, которая «понимает» меньше, но выполняет вместе с тем большее число функций, чем первая. Ясно, что при изучении подобных систем необходимо использовать не только семантический или синтаксический методы оценки организованности, но все рассмотренные теоретико-информационные методы в их единстве, т. е. использовать пока еще гипотетический семиотический информационный критерий. И в этом плане намеченные здесь различные информационные критерии измерения системно-структурных характеристик можно рассматривать не как самостоятельные, а как аспекты единого семиотического информационного критерия, который может быть получен лишь в будущем.

Измерение степени сложности, организации, упорядоченности структуры дает возможность подойти к количественной характеристике изменения содержания систем. Вполне понятно, что измерение содержания здесь возможно не до конца, поскольку ни сложность, ни упорядоченность, ни организация, ни структура не исчерпывают всего понятия «содержания» системы. Но как ступени познания этого содержания данные критерии вполне могут быть использованы.

Далее мы будем исходить из того, что исследователь, основываясь на высказанных соображениях, в состоянии произвести соответствующее системно-структурное исследование, может определять различные «срезы» разнообразия систем. Такие исследования в настоящее время предпринимаются и уже есть данные, позволяющие (пока еще очень грубо) оценивать информационное содержание материальных систем различных форм движения материи (подробнее об этом см. в работах: А. Д. Урсул, 1967в, стр. 102—126; 1968в, стр. 134—146). Согласно данным, приведенным в названных работах, а также в предыдущем параграфе относительно биологических систем, можно сделать вывод, что увеличение количества информации, происходящее в биологической эволюции при переходе от молекул (содержащих десятки битов) к одноклеточным (содержащим около 10^{12} битов) и от них к человеку (организм которого содержит около 10^{25} битов), свидетельствует об увеличении сложности материальных систем и, следовательно, степени их развития. В данном случае измерение степени развития происходит посредством измерения степени сложности систем. Увеличение количества внутреннего разнообразия систем говорит о прогрессивном характере, в частности, биологической эволюции.

Наряду с главной линией прогрессивного развития, определяемой, как можно полагать, максимальным увеличением количества информации, существуют и другие линии прогрессивного развития, характеризующиеся меньшим увеличением количества информации, и линии, связанные с уменьшением количества информации, которые следует, как правило, считать регрессивными линиями развития.

Широкая применимость количественного информационного критерия дает ему преимущество перед более узкими, скажем, термодинамическим энтропийным критерием. Известно, что в настоящее время идет дискуссия о применимости или неприменимости законов термодинамики необратимых процессов к развитию живых систем. Разумеется, для окончательного решения проблемы нужны проверенные экспериментальные данные, но в теоретическом решении этих проблем оправданы методологические исследования, которые идут не только от фактов, но и от общих принципов. Уже сейчас можно сделать вывод, что нет жесткой связи между термодинамической энтропией и информацией. Так, может происходить увеличение информационного содержания систем при увеличении энтропии (S. T. Bok, 1965; M. J. Klein, 1953). Здесь изменения термодинамической энтропии и количества информации идут как бы в разных руслах — в физико-химическом и информационно-киберне-

тическом. Ясно, что теория информации и кибернетика не запрещают ничего физического и химического, ибо это просто иной аспект, иной «срез» исследования. Выяснение действительно существующей связи между термодинамической энтропией и информацией необходимо для адекватного описания и измерения процессов биологического развития.

На пути прогрессивного развития возможно не только увеличение разнообразия, но и его уменьшение, если входящее в систему разнообразие в состоянии обеспечить существование развивающейся системы, выполнение всех жизненно важных функций. Это происходит в том случае, когда по каким-либо причинам уменьшается разнообразие возмущений, действующих на систему (подробнее о связи разнообразия кибернетической системы и разнообразия возмущений — в следующем параграфе). В этом случае при характеристике процессов развития имеет смысл использовать прагматический критерий развития, а общее понимание развития необходимо также ограничить его особенной формой, учитывающей роль ценности информации. Попытки учета ценностного аспекта в процессе биологической эволюции уже предпринимаются (Е. Ф. Молевич, 1967).

При использовании количественного информационного критерия развития следует иметь в виду, что прогрессивное развитие — это не только количественное накопление элементов, но и главным образом на основе этого — возникновение нового качества. Нельзя, например, по одной длине ДНК судить о степени развития соответствующей биологической системы. Ведь в процессе биологической эволюции генетическая информация передается (и хранится) и при этом на нее действуют помехи. Поэтому количественное многообразие может принимать форму избыточности, которая характеризует в основном условия передачи, хранения и переработки генетической информации, а не степень организованности, развитости биосистем.

Наконец, на пути прогрессивного развития возможно ограничение разнообразия в одном отношении (например, биохимическом, термодинамическом) и увеличение других классов разнообразия (скажем, генетического, морфологического и т. д.). В целом же прогрессивное развитие на своих узловых пунктах характеризуется увеличением общего информационного содержания материальных систем. Информация как бы служит «переносчиком» во времени и пространстве тех прогрессивных изменений, которые появляются в процессе развития, причем чем более высоко организована система, тем этот информационный процесс оказывается более быстрым и «компактным». И если тела неживой природы несут эту информацию только в своей структуре, не выделяя, не кодируя разнообразие, то, начиная с простейших живых систем, накопление и хранение информации присуще уже не только и не столько самой структуре (содержанию) материальных систем, сколько специальным информационным органам, структурам и процессам,

Именно эта возможность хранения и передачи информации во времени и пространстве, которая присуща всей материи, является наиболее универсальной функцией информации и одновременно основой для передачи информации по целенаправленным каналам связи для осуществления процессов управления в кибернетических системах.

§ 3. Связь, управление, информация

Информация и коммуникация. Издавна слово «информация» связывалось с процессами человеческого общения, передачи сведений, сообщений. Возникновение и дальнейшее бурное развитие теории информации было вызвано в первую очередь практическими потребностями передачи сообщений, ростом ведущих отраслей промышленности связи. Изучение закономерностей передачи сообщений по техническим каналам связи и главным образом сообщений, обслуживающих массовые коммуникации (радио, телефон и др.), привело к появлению статистико-вероятностных методов определения количества передаваемой информации.

Теоретико-информационные методы затем стали проникать в лингвистику и логику, что создало определенные основы для изучения и других видов массовых коммуникаций (например, прессы). В принципе вряд ли можно указать на какой-либо вид человеческих коммуникаций (особенно массовых), где в той или иной степени не могло бы с пользой быть применено понятие информации и связанные с ним количественные и иные методы исследования.

Процесс познания процессов связи существенно обогатился в результате глубокого развития информационных методов в рамках кибернетики, которая, как известно, изучает процессы передачи информации и управления, причем, основное внимание уделяет именно управленческим процессам. Существенные успехи в познании природы информации, ее функций и роли в коммуникационных процессах были достигнуты также на стыке теоретико-информационных и семиотических исследований. Выйдя за пределы изучения чисто человеческих процессов, понятие информации обогатилось в иных разделах современной науки и затем вновь, но уже на более высоком уровне было «возвращено» для познания тех явлений, с которыми оно впервые было связано.

Современная математическая теория передачи информации исследует в основном проблему информационных связей. При этом строится единая информационная модель передачи, состоящая из пяти компонентов: 1) источника информации (создающего сообщения); 2) передатчика (преобразующего, кодирующего сообщения в сигналы, пригодные для передачи); 3) канала связи (среды, соединяющей приемник и передатчик); 4) передатчика (воспринимающего сигналы и восстанавливающего, декодирующего принятое сообщение) и 5) адресата или получателя информации. Например, в системе связи на генетическом уровне источником информации является ДНК, передатчиком — хромосома, каналом

связи — вся клетка, по которой передается сигнал в виде молекулы РНК, приемником — рибосома и адресатом — синтезируемая молекула белка. В процессе передачи информации на всех этапах (от источника к адресату) действуют помехи (шумы).

Современная теория передачи информации делает акцент на построении средств кодирования и декодирования информации с целью передачи ее по каналам связи, выявлении эффективности и помехоустойчивости передаваемой информации. Здесь решаются задачи исследования количественных информационных свойств источника сообщений и канала связи, причем, центральной задачей является определение возможностей построения таких методов кодирования и декодирования, которые позволяют осуществить передачу информации с требуемой точностью при заданных условиях передачи. Важными проблемами являются измерение пропускной способности различных видов каналов связи, представление сообщения с помощью минимального числа двоичных цифр, формирование сигналов, устойчивых к воздействию помех, и создание помехоустойчивых кодов за счет избыточности, исследование самих шумов, ошибок, влияющих на передачу, физической природы процессов передачи информации и т. д.

Здесь исследуются преимущественно формально-структурные аспекты передачи сообщений, т. е. такие аспекты сообщений, которые мы характеризовали ранее как синтаксические. Разумеется, нельзя представить себе дело таким образом, что существующая теория передачи информации полностью удовлетворяет все запросы техники связи, тотчас же решает любые технические проблемы. Сами специалисты отмечают, что современные теоретико-информационные средства еще далеко не адекватно могут быть применены, например, в телевидении (А. Б. Левит, 1968). Потребности техники телевизионных и других передач сообщений стимулируют дальнейшее развитие теории информации, причем не только в синтаксическом аспекте.

И все же рассматривая проблему соотношения понятий коммуникации и информации, целесообразно выйти за пределы применения теории информации в технических каналах связи. Имеет смысл рассмотреть эту проблему, анализируя информационный аспект социальных систем передачи сообщений, в частности, массовых коммуникаций.

Некоторые работы буржуазных теоретиков массовых коммуникаций абсолютизируют статистическую теорию информации в изучении массовых коммуникаций, считая ее единственным теоретико-информационным средством. В случаях же социальных коммуникаций, где эти средства не приводят к количественному выражению исследуемых закономерностей коммуникации, делается заявление о бесперспективности для их исследования теории информации (W. Schramm, 1955).

Однако от теории Шеннона вряд ли можно ждать большего, ибо статистическая теория информации абстрагируется от ряда семиотических, социальных и других особенностей передачи сооб-

щений, таких, как ценность, содержательность, убедительность, истинность, точность и т. д. Здесь уже необходимы иные информационные и другие методы исследования. Коль скоро коммуникация рассматривается не сама по себе, не вне коммуникатора и реципиента, не вне социальной среды, то ясно, что здесь неуместны упрощения, оправданные в математической теории передачи сообщений. Если рассматривать коммуникацию в обществе, то здесь оказывается необходимым учет семантических, прагматических и других характеристик сообщений.

Процессы коммуникации в обществе связаны как с материальной, так и с идеальной информацией, ибо само понятие коммуникации, благодаря развитию кибернетики, вышло за пределы чисто человеческой сферы и характеризует процессы «общения» животных и высокоорганизованных кибернетических устройств. В кибернетике понятие коммуникации определяется как обмен информацией между сложными динамическими системами или их частями, которые в состоянии принимать информацию, накапливать ее, преобразовывать и т. д. (P. Bernstein und H. Jetzschmann, 1969, S. 29).

Что касается проблемы массовых коммуникаций, то здесь, конечно, преследуется цель передачи от коммуникатора анонимному реципиенту именно идеальной информации. Но поскольку при этом, как правило, для передачи сообщений используются технические средства, то идеальная информация в этом процессе превращается и в материальную, поскольку происходят процессы отражения, передачи информации в технических объектах. Правда, при этом «превращении» информации из идеальной в материальную функция ее интерпретации и использования остается за человеком.

В современном обществе развитие технических средств информационных коммуникаций выросло в особые виды промышленности. Массовые коммуникации (радио, телевидение, кино, печать) обслуживаются такими видами промышленности, как радиотехническая, электронная, приборостроительная, производство систем управления, полиграфическая и т. д. В результате резко увеличивается число технических средств связи — телефонов, телевизоров, радиоприемников и т. д. Темпы роста числа технических средств связи значительно превышают темпы роста населения земного шара. Причем земные средства связи уже перестают удовлетворять современные потребности общества, массовые коммуникации теперь все больше используют космические аппараты — искусственные спутники Земли, ретранслирующие телевизионные и радиопередачи.

Выход технических комплексов средств связи за пределы планеты, космизация средств массовых коммуникаций свидетельствует о том, что социальные потребности в общении, обмене информацией уже стали глобальными и постепенно становятся космическими. В этом одна из характернейших черт современного перелома в развитии коммуникативно-информационной деятельности общества и соответствующих технических средств связи.

Информационно-коммуникационный «взрыв» приводит к тому, что люди не в состоянии следить за интересующей их информацией (эта проблема особенно отчетливо стоит в области научной информации, о чем пойдет речь в следующей главе). В условиях передачи гигантских массивов информации и ее производства потребитель информации вместе с тем все чаще испытывает информационный «голод». Налицо противоречие между производством информации и возможностями ее потребления, переработки и использования. Это противоречие, порожденное современной научно-технической революцией, может быть разрешено лишь на пути широкой и комплексной кибернетизации информационно-коммуникативной деятельности общества, а также общего совершенствования и организации процесса общения. Наряду с созданием все более эффективных средств передачи информации (приемников, передатчиков, каналов связи) будут развиваться средства хранения, преобразования, распределения и поиска информации. Подобные механизированные, автоматизированные и автоматические системы создаются прежде всего для экономической и научной информации — внедряются счетная и электронно-вычислительная техника, информационно-поисковые и информационно-логические системы, создаются специальные технически оснащенные информационные центры по сбору, хранению и распределению информации и т. д.

Преодоление упомянутого противоречия, или, как его иногда называют, «информационного кризиса», зависит теперь уже не только от технической оснащенности информационно-коммуникативной деятельности, но и от развития науки об информации, теории информации. В возникновении современного «информационного кризиса», как это ни странно, в определенной степени «повинна» теория информации. Ведь сама теория информации возникла в результате потребностей техники связи, поставившей вопрос о необходимости измерения количества передаваемых сведений. И надо сказать, что этот социальный заказ теория информации блестяще выполнила, она сделала возможным подсчитывать количество передаваемых сообщений, в результате чего пропускная способность технических каналов связи резко возросла.

Но вероятностно-статистическая теория информации абстрагировалась от таких существенных свойств социальной информации, как ее содержательность и ценность. В результате сложилась такая ситуация, что существенное развитие получили технические средства передачи информации, проблемам же «понимания» и использования этой информации уделялось незначительное внимание.

В следующем параграфе мы более подробно остановимся на проблеме социальной информации, здесь же, выделяя лишь одну из ее важных функций — коммуникативную, обратим внимание на принципы ее исследования и в какой-то мере рассмотрим подробнее лишь некоторые из них.

Одним из исходных принципов информационного анализа коммуникации является единство, тесная взаимосвязь коммуникации, познания и управления.

Этот принцип в определенном аспекте связан со вторым — принципом единства семиотических аспектов коммуникации, синтаксического, семантического и прагматического (который и положен в основу дальнейшего изложения).

Наконец, третий принцип, который, как и два первых, носит системный характер, связан с учетом того обстоятельства, что коммуникация и информация (даже рассмотренные с учетом двух первых принципов) представляют лишь звено в определенной в данном случае социальной системе. Это требование предполагает, наряду с кибернетическими и семиотическими аспектами информации и коммуникации, исследование других социальных особенностей и характера информации.

Известно, что по каналам связи может быть передано значительное количество символов, знаков, но они могут оставаться непонятными, неосмысленными в силу того, что не учитываются в достаточной мере семантические свойства информации. Некоторые семантические свойства информации считаются вполне очевидными, например, то, что передачу необходимо вести на языке, который понятен аудитории. Если этот язык (а в более широком смысле — алфавит и код) неизвестен реципиенту, то эффективность коммуникации будет равна нулю, ибо содержание передаваемой информации не будет понято и ее восприятие останется на синтаксическом уровне — просто как набор некоторых знаков, ничего не значащих для получателя информации.

Однако и в случае передачи на одном и том же языке реципиент может не извлечь ничего нового из передаваемой информации в силу двух обстоятельств. Во-первых, сообщение может оказаться достаточно сложным, содержащим понятия, неизвестные реципиенту в силу низкого уровня развития последнего или же в силу того, что он не является специалистом в этой области и т. д. Во-вторых, реципиент не получает ничего нового по той причине, что ему уже все это давно известно (скажем, академик слушает правила сложения чисел).

Между этими двумя крайними случаями лежит область, где реципиент уже получает от сообщения нечто новое, причем, как предполагается, где-то достигается максимум восприятия нового, который зависит как от «сложности» передаваемого сообщения, так и от уровня развития, запаса знаний субъекта, воспринимающего информацию.

Ясно, что передачу необходимо вести вблизи этого максимума, только в этом случае будет иметь место максимальное смысловое воздействие коммуникатора на аудиторию. Разумеется также, что такой режим передачи оправдан лишь в том случае, если коммуникатор ставит перед собой цель максимального увеличения знаний реципиента, например, в случае чтения лекций по телевизору для студентов-заочников. В таких случаях уместен соответствующий количественный анализ содержания массовой коммуникации, определение оптимальных режимов передачи и восприятия информации. В настоящее время уже создаются необходимые математиче-

ские и логические средства такого анализа, хотя, конечно, подобные теории еще находятся в самом начале разработки и они еще не дают ощутимых практических результатов.

Исследование содержания человеческих коммуникаций, в том числе информационными методами, зависит и от того, что понимается под «содержанием». Часто под содержанием коммуникации подразумевается совокупность значений передаваемых символов. Однако само значение, как было показано выше, можно рассматривать как семантический инвариант информации. Дальнейшие исследования в этом направлении связаны с применением к анализу содержания соответствующих количественных методик. Очевидно, что применение методов статистической теории информации здесь не может привести к эффективным результатам. Такой вывод вытекает как из общетеоретических соображений, высказанных ранее, так и из опыта применения других статистических методов (например, известной лассуэлловской методики, базирующейся на частотных характеристиках передаваемой информации).

Некоторые возможности здесь открываются семантическими концепциями информации, однако эти концепции не могут решить всех трудностей анализа содержания человеческих коммуникаций. Дело в том, что строгое применение количественных методов возможно только к хорошо формализованному языку, а значит, естественный язык, обычно используемый в социальных коммуникациях, необходимо либо упростить (что, конечно, нереально), либо создавать все более и более сложные логико-семантические формальные системы, приближающиеся к естественному языку (по этому пути по сути дела и идет развитие многих семантических концепций информации).

Попытки измерения содержания коммуникаций в информационном аспекте еще не привели к сколько-нибудь существенным результатам. Ни один из перечисленных подходов нельзя признать готовым к приложению — измерению содержания реальных коммуникаций. Они требуют дальнейшего совершенствования как в экстенсивном, так и в интенсивном направлении.

В такой же степени это замечание относится и к прагматическим концепциям информации, хотя здесь определенную пользу может принести «информационное» переосмысление теорий игр и решений, которые изучают именно прагматический аспект коммуникаций и управления.

Изучение проблемы ценности в рамках проблемы коммуникаций свидетельствует о том, что общение здесь рассматривается как звено в процессах управления. Понятия цели, управления и информации здесь неразрывно связаны. Эффективное, оптимальное управление общественными процессами возможно лишь на основе использования ценной информации и блокирования неценной, вредной. Поэтому передача ценной (для потребителя) информации имеет для его социального поведения и прогнозирующую функцию, влияя на его ценностную ориентацию, на принятие управленческого решения.

Изучение прагматического аспекта коммуникации, конечно, не может ограничиться лишь проблемой ценности, здесь следует переходить к изучению и таких характеристик информации, как убедительность, эффективность, очевидность, партийность, вера и т. д. Однако эти прагматические свойства информации еще почти не изучаются. Само исследование прагматических аспектов информации, ее отношения к получателю свидетельствуют об изучении в информационном аспекте все более обширной системы социальных отношений, в которой информация выступает в качестве необходимого звена ее нормального функционирования. Конечно, синтаксическим, семантическим и прагматическим анализом невозможно ограничиться при изучении информационных аспектов коммуникаций, здесь семиотический анализ неизбежно должен дополняться соответствующими социологическими исследованиями.

На основе изучения информационного аспекта коммуникаций можно строить соответствующие семиотические модели передачи сообщений, которые могут получить количественное или формализованное выражение. Первый уровень (и аспект) такой модели составляет передача знаков, символов (изучаются их отношения между собой). Получатель информации может воспринимать эти знаки и преобразовывать их (подсчитано, что в течение секунды все органы чувств человека воспринимают 10 млрд. битов информации, а в течение всей жизни он перерабатывает 10^{16} битов). Однако не вся информация может осознаваться, переход на семантический уровень (и аспект) информации сопровождается ее редукцией из массы воспринимаемых знаков. Наконец, следующая, прагматическая редукция связана с выбором из осмысленной информации лишь той ее части, которая является ценной (наиболее ценной) для получателя. Эта семиотическая редукция информации, уменьшение ее объема одновременно ведет к повышению ее содержательности, значимости для получателя информации. От разнообразия знаков — к семантическому разнообразию и от него к разнообразию ценной осмысленной информации — таково семиотическое ограничение разнообразия, происходящее в процессе восприятия сведений. Причем это ограничение разнообразия всегда производится реципиентом и по нему можно в какой-то мере оценивать вообще эффективность массовых коммуникаций.

Здесь появляется возможность (конечно, на базе конкретных социальных исследований) определить семиотические характеристики эффективности путем подсчета количеств синтаксической и семантической информации, ее ценности и затем их взаимных отношений. По-видимому, семантическая эффективность массовых коммуникаций может быть определена как отношение количества осмысленной информации к количеству синтаксической информации, прагматическая эффективность как отношение количества использованной информации к количеству осмысленной (или синтаксической) и т. д.

Информация в процессах управления. Закон необходимого разнообразия. Сейчас, когда кибернетика

уже прошла свой «бурный» этап становления и вступила в период «спокойного» развития, вновь появились некоторые тенденции скептического отношения к этой науке. Так утверждается, что у кибернетики нет каких-либо законов, свойственных именно ей, присущих всем разделам: теории информации, теории автоматов, теории программирования и т. д., и что поэтому по сути дела кибернетики как единой науки нет.

Подобный упрек заставляет серьезно задуматься — каждая наука обязательно имеет свои законы, общие для всех ее разделов и отличающие ее от других наук. Поэтому, если кибернетика претендует на роль науки, она обязана иметь по меньшей мере один закон, достаточно общий, имеющий свои особенные формы в различных разделах кибернетики. Есть ли такой закон (или такие законы) у кибернетики? Нам думается, что такие законы у кибернетики имеются, и один из них, на наш взгляд весьма важный, будет нами рассмотрен в дальнейшем.

Упрек в отношении предмета кибернетики мы считаем несостоятельным. Можно лишь предполагать, что он вызван тем, что в философско-методологической литературе почти не акцентировалось внимание на специфике законов кибернетики. Предметом философского анализа в основном были понятия кибернетики («информация», «управление», «обратная связь» и т. д.), методы кибернетики (моделирования и аналогии, макро- и микроподходы, алгоритмизация) и т. д. Однако пора уже сосредоточить интерес не только на понятиях и методах кибернетики, но и на ее законах (которые, конечно, связаны с понятиями и методами). Методологический анализ важнейших законов кибернетики, несомненно, входит в компетенцию философа.

Поскольку начало истории кибернетики связано с опубликованием книги Н. Винера «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине», то казалось бы естественным обнаружить искомый общий закон кибернетики в этой книге. Однако формулировки такого закона мы в ней не находим. Главное внимание автор уделяет другому — выявлению сходства, общих черт процессов связи и управления в машинах, живых существах и обществе. Для него понятие информации обязательно связывается с понятием выбора, уточнения неопределенной ситуации, он показывает пути формального решения общей задачи о сигнале и шуме. Восприятие, передача и хранение информации составляют, по мысли автора, процессы связи, а ее переработка — процессы управления.

Установление существования и общности процессов связи и управления — это первый этап возникновения и становления кибернетики. Здесь еще речь идет о познании явлений (или, может быть, сущности первого порядка) связи и управления. Для того чтобы проникнуть в сущность (высоких порядков) кибернетических явлений, необходимо было установить не только их общие черты в технике, живых системах и обществе, но и вскрыть причины этих явлений, их глубинные законы, особые формы этих законов.

В книге Н. Винера встречаются намеки на существование таких причин и законов. Как справедливо отмечает Г. Н. Поваров в предисловии ко второму изданию этой книги, Н. Винер толкует кибернетику как теорию организации, как теорию борьбы с мировым хаосом, с роковым возрастанием энтропии. Процессы восприятия, передачи, хранения и преобразования информации нужны, как можно думать, для существования, или, как говорит У. Р. Эшби, выживания, устойчивости систем, которые мы сейчас называем кибернетическими. Н. Винер, вскрыв общие черты, присущие кибернетическим системам, не ответил с необходимой полнотой — для чего же они нужны, какую роль они играют в существовании этих систем. Тем не менее идеи Н. Винера имеют большое значение для дальнейших поисков фундаментальных законов кибернетики.

В том же 1948 г. К. Э. Шеннон предложил статистическое определение количества информации и доказал ряд важных теорем. Одна из них — именно десятая теорема имеет отношение к теме обсуждаемого вопроса (К. Э. Шеннон, 1963, стр. 278—280). Эта теорема устанавливает возможность устранения шумов, искажающих передаваемую информацию, при помощи корректирующего канала. Оказывается, что для исправления принятого искаженного сообщения нужно по каналу коррекции передать определенное дополнительное количество информации, которое не меньше, чем количество шума. К. Э. Шеннон рассматривал задачу — каким образом блокировать возмущения (шумы, помехи), искажающие передачу информации, и выяснил, что шумы уничтожаются информацией.

Теорема Шеннона формулировалась им исключительно для теории связи и не предназначалась для более широкого использования. Причем хорошо известно, что сам автор выступал против слишком широкого распространения теории информации на различные науки. Все же, несмотря на эти предостережения, как само понятие количества информации, так и ряд теорем Шеннона были перенесены в другие науки, обобщены и в результате этого появилась возможность их более широкого использования, чем это предполагалось в первоначальном варианте теории.

Фактически К. Э. Шеннон исследовал вероятностно-статистическими методами важный частный случай — процесс передачи информации. Это частный случай с точки зрения кибернетики, но с позиций теории связи — весьма общий. Для кибернетики процессы связи, передачи информации являются лишь компонентом, необходимой составляющей, на фоне которой происходят наиболее существенные кибернетические процессы — управление, использование, переработка информации.

Возникла проблема выявить столь же общий закон для процессов управления, какой открыл К. Э. Шеннон для процессов связи. Выполнение этой задачи выпало на долю У. Р. Эшби, который исходил из общих идей Н. Винера и результатов, полученных К. Э. Шенноном. В книге «Введение в кибернетику» У. Р. Эшби формулирует не раз уже называвшийся нами закон необходимого разнообразия.

Рассматривая информацию как разнообразие, он исходит из того положения, что *«шум по существу не отличим от любой другой формы разнообразия»*. Установить различие между сообщением и шумом можно только в том случае, когда имеется некоторый получатель, решающий, какая информация имеет для него значение» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 267). Это очень важное методологическое замечание, которое не всегда принимается во внимание в философской литературе.

Установление общей природы, конкретного тождества шума и информации вовсе не снимает проблемы их противоположности для кибернетических систем. Та или иная кибернетическая система потому и функционирует, что в ее основе заложено объективное единство (тождество) и противоположность (различие) информации и шума (энтропии, помех и т. п.). И от того, насколько кибернетическая система успешно справляется с шумами, помехами, возмущениями, зависит ее устойчивость, а для биологических систем — выживаемость.

Под возмущением с точки зрения кибернетики понимается все, что приводит к изменению, смещению системы из одного состояния в другое. Короче говоря, под возмущениями подразумеваются любые преобразования системы. Если преобразования не порождают новых состояний, то такая система считается устойчивой, инвариантной относительно возмущений, преобразований. Идея инвариантности, столь широко используемая в физике, имеет не меньшее значение и в кибернетике, хотя здесь она носит иной характер. В кибернетике в отличие от физики рассматриваются не пространственно-временные, не масс-энергетические, а информационные инварианты.

Сама кибернетическая устойчивость систем есть их информационная инвариантность. Это достаточно хорошо показал У. Р. Эшби в своей книге. В отличие от физических и вообще всех естественных объектов неживой природы, где между возмущением и объектом нет в принципе никаких опосредующих звеньев, в кибернетических системах есть такое звено, которое называется *регулятором*. Сущность регулятора заключается в блокировании возмущений внешней среды, в обеспечении информационной инвариантности кибернетической системы относительно преобразований (возмущений).

Использование информации (разнообразия) регулятором придает специфику кибернетической устойчивости, сохранению. Как отмечает У. Р. Эшби, «существенным признаком хорошего регулятора является то, что он блокирует поток разнообразия от возмущений к существенным переменным» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 285), тем самым регулятор предохраняет кибернетическую систему от разрушения.

Поскольку для кибернетики характерен информационный подход, то проблема устойчивости также рассматривается в основном в информационном плане. Основной закон кибернетики У. Р. Эшби формулирует так: «только разнообразие может уничтожить разно-

образии» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 294). Имеется в виду, что только разнообразие регулятора может уничтожить разнообразие возмущений, стремящихся разрушить кибернетическую систему.

Под возмущениями, как уже говорилось, У. Р. Эшби понимает то, что переводит систему из одного состояния в другое, т. е. изменение его информационного содержания, ибо одно состояние системы всегда отличается от другого каким-то изменением, а значит, и количеством информации. Сама качественная определенность системы связана с каким-то диапазоном изменения его информационного содержания. Выход изменения количества информации за пределы меры может разрушить (или, наоборот, развить, усложнить) систему.

Специфика информационного контакта кибернетических систем с внешней средой заключается в том, чтобы, с одной стороны, не пропустить разнообразие возмущений, могущих разрушить систему, с другой стороны, пропустить такое разнообразие, которое оказывается полезным для системы. Все существующее и воздействующее на систему разнообразие разделяется системой на два вида — на полезное и вредное. Кибернетическая система осуществляет ценностный подход к воспринимаемому разнообразию, одно пропускает, а другое задерживает. С одной стороны, происходит увеличение внутреннего разнообразия системы за счет воспринимаемой информации, с другой — его ограничение, уменьшение. Вряд ли можно сводить все функции кибернетической системы лишь к ограничению разнообразия, как это делает У. Р. Эшби. Представление о функционировании кибернетической системы как лишь ограничивающей разнообразие односторонне. Если система только ограничивает разнообразие, то каким образом можно объяснить ее саморазвитие? Ведь она в таком понимании только подавляет, блокирует разнообразие. Стало быть, мысли Эшби отражают лишь одну, хотя и весьма важную, сторону истины.

Если бы функции кибернетической системы сводились исключительно к блокированию разнообразия возмущений, то можно было бы думать, что идеальной защитой такой системы является чисто пассивная защита, когда на пути возмущений ставится не пропускающая их преграда. Но все дело в том, что такая защита не пропускала бы и полезное разнообразие, а оно в той же мере необходимо системе, как и блокирование вредного разнообразия. Система, например, должна заменять деградировавшие элементы новыми, но ей неоткуда их взять, кроме как из внешней среды. Именно поэтому развитие кибернетических систем пошло по пути развития активной защиты от возмущений и «пропускания» ценной, полезной информации. Только в этом случае они могли не только самосохраняться, но и прогрессивно развиваться.

Такие функции в кибернетических системах и призван выполнять регулятор. Степень регулирования можно определять, как полагает У. Р. Эшби, по степени ограничения разнообразия возмущений. Учитывая диалектику процессов ограничения и увеличения (восприимчивости) разнообразия, где критерием является его (разнообра-

зия) ценность для системы, нужно полагать, что в более общем случае мера регулирования должна определяться отношением степени увеличения разнообразия и степени его ограничения. Однако это лишь постановка вопроса и требуется его конкретное решение в рамках теоретической кибернетики.

Обратив внимание на диалектику увеличения и ограничения разнообразия в процессе управления, остановимся лишь на аспекте ограничения, как это делает У. Р. Эшби в своей книге. Для того чтобы справиться с разнообразием возмущений, сам регулятор также должен обладать разнообразием. Причем, количество этого разнообразия можно определить достаточно точно. Если разнообразие состояний кибернетической системы в пределах меры, т. е. допустимое разнообразие, равно P_c , а разнообразие возмущений конечно и равно P_v , то количество разнообразия регулятора определяется по формуле:

$$\frac{P_v}{P_c} = P_p.$$

Это и есть одна из количественных форм выражения закона необходимого разнообразия. Этот закон объясняет необходимость увеличения разнообразия регулятора в зависимости от роста разнообразия возмущений, но не говорит, каким же образом система увеличивает его. Это ограничение закона необходимого разнообразия свидетельствует о том, что он входит, в качестве стороны, составной частью в некий более общий закон кибернетики, который можно считать основным законом управления.

Если разнообразие регулятора в точности соответствует приведенной формуле, то регулятор является совершенным¹. Нет надобности в этом случае использовать регулятор с большим разнообразием — это только усложнит регулятор, но не улучшит меру регулирования. Если регулятор будет обладать меньшим разнообразием, чем это следует из закона необходимого разнообразия, то он не сможет справляться со всем разнообразием возмущений.

Закон необходимого разнообразия применим лишь к кибернетическим системам. В естественной неживой природе увеличение

¹ В логарифмической форме закон необходимого разнообразия имеет вид!

$$\log \frac{P_v}{P_c} \neq \log P_p, \text{ или } \log P_p = \log P_v - \log P_c.$$

Величина $\log P_v$ определяет в общем информационное содержание системы, которое она могла бы иметь, если бы возмущения прошли к системе. Величина $\log P_c$ определяет информационное содержание целевого состояния системы. Регулирование как ограничение разнообразия основано, следовательно, на различии информационного содержания, целевого и возможного (при действии возмущений) состояний системы (часто это возможное состояние бывает действительным). Записывая закон необходимого разнообразия в логарифмической форме и обозначая соответствующие логарифмы разнообразия как информационные содержания систем, получаем: $I_c + I_p = I_v$. Т. е. сумма информационных содержаний системы и регулятора должна быть равна информационному содержанию внешних (вообще всех важнейших) возмущений. Учитывая, что $I_c + I_p$ есть полное информационное содержание кибернетической системы I_k с., получаем весьма простое равенство: I_k с. = I_v .

разнообразия, заключенного в элементах, связях и отношениях, не повышает степень устойчивости систем. Наоборот, как полагает Г. Ферстер, увеличение разнообразия в естественных объектах неживой природы ведет к снижению их устойчивости (Г. Ферстер, 1965, стр. 81). Если бы разнообразие систем использовалось для сохранения, стабилизации, то системы с большим разнообразием могли бы быть более устойчивыми, чем системы с меньшим разнообразием.

Подобный вывод может быть подкреплён и более конкретными соображениями, связанными с термодинамикой необратимых явлений. Впрочем, этот вывод, видимо, имеет ограниченное значение. Дело в том, что здесь учитывается лишь термодинамическое разнообразие, а не все разнообразие, которое существует в неживой природе. В отношении этого последнего вряд ли можно обнаружить какую-либо достаточно общую закономерность, по той простой причине, что тела неживой природы «относятся» безразлично к разнообразию, не используют его для поддержания своего существования.

Понятие регулирования входит в качестве необходимого признака в понятие управления. Регулирование — это то, на чем основано управление. В отличие от регулирования управление связано не только с сохранением системы, ее разнообразия, но и с его изменением. Регулирование характеризуется постоянством цели кибернетического процесса — сохранением системы. Управление, включающее в себя в снятом виде регулирование, связано и с сохранением и с изменением системы, но с таким именно изменением, которое «заложено» в программе управления. Изменение разнообразия системы в результате управления достигается на основе ее сохранения от действия разнообразия возмущений, это изменение «навязано» не внешней средой (хотя бывают и такие случаи), но прежде всего внутренними потребностями (программой) и целями кибернетической системы.

У. Р. Эшби при формулировке закона необходимого разнообразия исходил из начальных данных, в известном смысле противоположных предположениям К. Э. Шеннона. Если последний рассматривал проблему передачи сообщения в пространстве и во времени, то У. Р. Эшби считает, что «сообщение» уже есть — это сама кибернетическая система, которая обладает определенным информационным содержанием. Необходимо проследить, как это «сообщение» (кибернетическая система) сохраняется или передается *во времени*. Инвариантность, сохранение системы рассматривается именно в информационном аспекте (здесь рассматривается лишь такой тип управления, как самосохранение). Итак, исследуется проблема хранения информационного содержания кибернетической системы, но это «хранение» необходимо требует передачи, восприятия и преобразования информации, но не связанной, а свободной.

Как отмечает У. Р. Эшби, закон необходимого разнообразия является обобщением 10-й теоремы Шеннона на процессы управле-

ния. При этом «шум» Шеннона соответствует «возмущениям» Эшби, «канал коррекции» — «регулятору», а сообщение с некоторой заданной энтропией (количеством информации) становится в случае регулирования сообщением с нулевой энтропией, ибо от возмущений к системе никакого сигнала не должно пройти. Если К. Э. Шеннон решал задачу, как возможно более точно передать сообщение, то У. Р. Эшби исходил из обратной задачи — что нужно сделать, чтобы сообщение не прошло к системе. Синтезом противоположных задач и явился закон необходимого разнообразия. Эта диалектическая противоречивость содержания закона необходимого разнообразия отражает объективно существующую противоположность и единство процессов связи и управления. Процессы связи и управления в известном смысле противоположны, но они едины также как сохранение и изменение, тождество и различие. В результате связи система получает необходимое разнообразие для того, чтобы блокировать, подавлять разнообразие возмущений, обеспечить при помощи соответствующих изменений сохранение системы, а при помощи различия — конкретное тождество. Этим диалектически противоречивым единством сохранения и изменения, тождества и различия, управления и связи пронизаны все кибернетические процессы.

Закон необходимого разнообразия является одним из основных в кибернетике потому, что на его основе можно методом восхождения от абстрактного (упомянутого закона) к конкретному в какой-то мере воспроизвести многие законы и закономерности кибернетики (но, конечно, далеко не все). Этот метод исследования использован в книге У. Р. Эшби, когда он после обсуждения основных понятий кибернетики формулирует закон необходимого разнообразия, а затем уже показывает, как из него можно получить различные частные, хотя и очень важные типы управления, скажем, управление ошибками, с обратной связью и т. д. Многие положения кибернетики могут быть поняты на базе закона необходимого разнообразия, он, в частности, позволяет объяснить специфику кибернетических систем, причину их существования.

Логико-гносеологический анализ показывает, что так же как содержательный аспект информации может быть воспроизведен на основе выявленной существенной связи понятий различия и отражения, так и в понимании содержательного аспекта кибернетики может помочь закон необходимого разнообразия. Поэтому не случайно У. Р. Эшби начинает вторую главу книги «Введение в кибернетику» словами: «Самым фундаментальным понятием кибернетики является понятие «различия»» (У. Р. Эшби, 1959, стр. 23). Как было показано, понятие различия не является только кибернетическим или теоретико-информационным понятием. Эта философская категория, как указывалось, имеет древнее происхождение, однако лишь кибернетика и теория информации показали, какое важное значение имеет различие (разнообразие) для систем управления, в том числе и для общества (такую роль в кибернетических системах играет и отражение).

Поэтому, если говорить очень кратко, то сущность кибернетики можно видеть в отражении и использовании различия, разнообразия. И этим кибернетика как наука отличается от наук о неживой природе — в последних понятиям различия и отражения уделяется гораздо меньше внимания, чем, скажем, понятиям энергии, пространства, времени, массы и т. п. Этот теоретико-познавательный акцент имеет свои объективные причины — неживые естественные системы разнообразия не используют, они остаются к нему «безразличными».

Очень важно отметить — закон необходимого разнообразия имеет чисто кибернетическую природу и он не применим к естественным системам неживой природы. В естественных неживых системах, как правило, устойчивость не обеспечивается за счет внутреннего разнообразия. В неживой природе увеличение внутреннего разнообразия ведет, чаще всего (хотя это не закономерность), к снижению устойчивости системы. Устойчивость неживых систем имеет в основном энтропийный (где энтропия понимается в термодинамическом смысле) характер; при этом, чем больше энтропия системы, тем она является более устойчивой. В отличие от них кибернетические системы являются не энтропийно, а информационно устойчивыми. Н. Винер называет такие системы метастабильными максвелловыми демонами, которые уменьшают энтропию если не разделением быстрых и медленных частиц, то каким-нибудь другим эквивалентным процессом. У. Р. Эшби в этой связи вводит понятие ультраустойчивости. В понятиях метастабильности, ультраустойчивости названные ученые хотят выразить специфику кибернетического сохранения, информационной инвариантности. Устойчивость естественных неживых и кибернетических систем носит принципиально различный характер. И хотя информация существует и в неживой природе (что кстати, также не противоречит закону необходимого разнообразия), объекты этой последней не могут использовать ее, ибо не обладают для этого достаточным внутренним разнообразием. Разнообразие внешних возмущений обычно (но, конечно, не всегда) превышает внутреннее разнообразие неживых систем (на определенном уровне), в то время как разнообразие устойчивых кибернетических систем равно разнообразию внешних (и внутренних) возмущений или больше его (в силу закона необходимого разнообразия). Информация в неживой природе для ее же систем не отличима от шума — они здесь тождественны.

Методологический анализ закона необходимого разнообразия имеет важное значение для определения предмета кибернетики. По существу этот закон кибернетики — простейший закон управления, куда законы связи включены в «снятом» виде. Поэтому можно сделать вывод, что определения предмета кибернетики, выделяющие в качестве наиболее существенного и специфического признака управление, являются правильными. Кроме того, в наиболее распространенном определении понятия кибернетики А. И. Берга вводится признак «сложная динамическая система» (А. И. Берг, 1961, стр. 155—156). Это также отвечает обсуждаемому закону киберне-

тики — ведь закон необходимого разнообразия справедлив лишь для систем, чье внутреннее разнообразие, в частности сложность, превышает сложность отдельно взятых систем окружающей среды. И, наконец, под динамическими системами понимаются системы, изменяющие свое состояние в допустимых пределах. Динамичность (изменчивость) кибернетических систем является характерной чертой их устойчивости, где стабильность системы достигается за счет изменений регулятора, а не за счет пассивной преграды, не пропускающей изменения к системе. В природе существуют оба типа устойчивости, сохранения — пассивная, свойственная телам естественной неживой природы, и активная, присущая кибернетическим, система (в процессе человеческой деятельности используются оба эти типа сохранения).

Анализ связи закона необходимого разнообразия и наиболее распространенного определения предмета кибернетики позволяет сделать вывод о том, что оно в основном «схватывает» основные положения этого закона, учитывает, что управление возможно лишь при наличии необходимого внутреннего разнообразия системы.

Анализируя закон необходимого разнообразия, можно обнаружить самые существенные положения, которые были получены в результате методологических исследований кибернетики. Это, например, единство (целной) информации и управления, проявляющееся в кибернетических системах. Это единство заключается не только в том, что процессы управления связаны с приемом, передачей, переработкой и хранением информации, но и в том, что кибернетические процессы возможны лишь при достижении определенного внутреннего информационного содержания систем. Управление есть свойство достаточно высокоорганизованных систем, оно характеризует высокую степень в развитии материи. В то же время управление предстает как важная предпосылка возникновения сознания. Управление, хотя и возникает раньше сознания, но так же как и сознание является вторичным по отношению к материи. Причем эта аналогия относится не только к генетическому аспекту, когда управление возникает на определенном уровне развития материи, но и к отражательному, ибо управление возможно лишь в том случае, если происходит активное отражение разнообразия внутренней и внешней среды.

Уже в самой формулировке закона необходимого разнообразия говорится о том, что разнообразие отражаемого, например, систем внешней среды должно соответствовать отражающему (кибернетической системе) с определенной степенью адекватности. Это отражение в математическом аспекте чаще всего является гомоморфным отражением, ибо ясно, что любая система, в том числе и кибернетическая, не может отразить все разнообразие окружающих объектов и их воздействий на систему. Поэтому, хотя отражение является гомоморфным, но оно оказывается вполне достаточным (в случае действия закона необходимого разнообразия) для отражения существенного разнообразия возмущений. Это существенное разнообразие, которое необходимо отразить, определяется

для биологических систем жизненно важным (существенным) разнообразием внутри системы. Поэтому, хотя отражение кибернетическими системами является гомоморфным, закон необходимого разнообразия говорит, в частности, об изоморфном отражении, но не всего, а существенного разнообразия.

Уже говорилось о том, что с позиций закона необходимого разнообразия кибернетическую систему можно рассматривать как некоторое сообщение, которое передается во времени. Поэтому сам процесс отражения здесь берется в двух аспектах — во-первых, в плане отражения кибернетической системой разнообразия внешней среды, во-вторых, в плане самоотражения кибернетической системы, т. е. отражения самой себя. В самом деле, самоотражение можно рассматривать и в плане отражения во времени, в отвлечении от пространственных характеристик отражения.

Кроме рассмотренных выше сторон (функций) закона необходимого разнообразия (коммуникативной, управленческой и отражательной) он имеет еще ряд других, ибо любой закон неисчерпаем в своих особенных формах. Неисчерпаемость закона необходимого разнообразия заключается не только в многофункциональности, но и в его связях с другими законами кибернетики и вообще с любыми законами природы.

Закон необходимого разнообразия выступает как информационный закон управления, но рассматривает управление в основном в структурно-синтаксическом плане. Полной абстракции от семантических и прагматических аспектов здесь, конечно, нет, ибо кибернетическая система должна «понимать», опознавать поступающее к ней разнообразие и в соответствии с некоторой целью принимать решение — пропускать или блокировать это разнообразие. Но все же, хотя эти семиотические моменты и подразумеваются, количественное выражение получает здесь лишь «синтаксическое» разнообразие. Поэтому можно предположить, что будущая информационная теория управления обязательно включит закон необходимого разнообразия в качестве частного случая, но одновременно дополнит его рассмотрением семантических и прагматических критериев.

Такая семиотическая информационная теория управления позволит решить многие задачи, которые стоят сейчас перед кибернетикой в связи с исследованием так называемых искусственных больших систем. Искусственные большие системы представляют собой совокупность большого числа иерархически зависимых сложных подсистем, содержащих коллективы людей и машин, обладающих высокой степенью автономности и организованности и объединенных между собой вещественно-энергетическими и информационными связями для обеспечения целенаправленного функционирования всей системы как единого целого (Ю. М. Горский и А. Д. Урсул, 1970).

Синтаксические (традиционные) методы теории информации оказываются в состоянии лишь в какой-то мере отразить формальный (структурный) аспект информации, используемой для управления большими системами, но уже непригодны для описания

качественных аспектов информации, выступающих в искусственных больших системах на первый план. При исследовании информационного аспекта управления в больших системах приходится переходить к более широкой системе отношений (свойств), чем это формализовано в «синтаксических» вариантах математической теории информации. Когда же изучаются не только искусственные, но и естественные большие системы, например, человеческое общество, то уже и семиотические отношения оказываются узкими, здесь информацию и управление приходится рассматривать в еще более широкой системе.

§ 4. О социальной информации

Исследование проблем социальной информации в известной степени связано с общим определением понятия информации, которое играет роль методологического ориентира в осмыслении этого высшего вида информации. Исходя из принятого в этой работе определения понятия информации как отраженного разнообразия в самом общем смысле, под социальной информацией можно понимать как отражение в общественном сознании объективной реальности, так и процессы отражения разнообразия, происходящие в общественном бытии, *независимо от сознания*. Назовем это широким определением понятия социальной информации, так как оно получено «проекцией» общего определения понятия информации на всю социальную сферу. Далее мы постараемся показать плодотворность этого широкого определения.

Вместе с тем в литературе встречаются и другие определения (в узком смысле) понятия социальной информации. Например, Х. Ечман определяет социальную информацию как целенаправленное сообщение о мыслях и чувствах для других людей, выраженное посредством языка или других знаков и предназначенное для того, чтобы вызвать у приемника определенный образ поведения, причем эти сообщения считаются информацией только тогда, когда они оказываются и ценными и новыми (Р. Bernstein und H. Jetzschmann, 1969, S. 43). В настоящее время предпринимаются лишь первые попытки исследования социальной информации и, разумеется, проблема определения этого понятия еще ожидает своего решения.

Определения понятия социальной информации в узком смысле, одно из которых мы привели, весьма жестко связывают различные кибернетические, семиотические и социальные понятия и по сути дела выделяют лишь часть социальной информации. Если внимательно проанализировать определение Х. Ечмана, то мы приходим к выводу, что некоторые виды информации в обществе, которые даже интуитивно воспринимаются как информация, в силу определения информацией уже не являются. В самом деле, человеческая информация не всегда бывает для приемника ценной и новой, иногда не представляет собой целенаправленное сообщение и т. д.

Но самый сильный упрек касательно узкого определения понятия социальной информации мы видим в ограничении чисто идеальным аспектом социальной реальности, например, когда Х. Ечман

говорит об информации как сообщении о мыслях и чувствах людей. Это интересующее идеальное понимание социальной информации, на наш взгляд, не учитывает тех важных сдвигов в развитии понятия информации, которые произошли в результате процесса его «объективирования». Если информация присуща не только идеальному, но и материальному, скажем, в сфере техники, живой природы (а мы идем дальше и включаем сюда и неживую естественную природу), то почему же мы должны отказывать существованию социальной информации в сфере общественного бытия? Очевидно, подобное ограничение в свете данных современной науки выглядит неубедительным. Именно поэтому мы считаем, что целесообразно в самом начале подчеркнуть, что социальная информация может быть двух видов — идеальная и материальная. Материальная информация является любым отраженным разнообразием, происходящим в сфере взаимодействия природы и общества, которая не обязательно отражается в сознании человека, а характеризует лишь процессы отражения в социальных объектах, которые просто являются предметами, существующими вне сознания человека (т. е. имеют специфически социальную природу). Идеальная информация выступает как отражение разнообразия объективной реальности в сознании и формах деятельности субъекта (общества).

Четкое выделение двух видов социальной информации — материальной и идеальной позволяет решать вопрос о роли социальной информации в общественном прогрессе. Известно, что в связи с развитием теории информации, так называемой общей теории социальной информации (которая пока ограничивается качественным анализом прессы), исследований в области массовых коммуникаций появились взгляды, абсолютизирующие роль социальной информации в развитии общества, причем в основном в плане коммуникаций. Идеальной информации и коммуникации отводится едва ли не главное значение в развитии общества. Например, М. Маклюэн распространение и накопление информации считает чуть ли не двигателем всей истории. Он полагает, что рост скорости распространения информации в результате появления бумаги будто бы привел к возникновению Римской империи, а изобретение печатного станка обусловило религиозные войны и «национализм» эпохи Возрождения. В конце концов получается такая картина, что информация чуть ли не детерминирует социальное развитие, а общество только тем и занимается, что создает все новые более совершенные технические средства ускорения информационных процессов. Поскольку информация понимается здесь в чисто идеальном плане, а роль техники явно гипертрофирована в ущерб общественным отношениям, то подобные взгляды можно охарактеризовать как одно из проявлений идеализма и технократии.

Без сомнения, идеальная информация влияет на развитие общества и этого нельзя не учитывать. Однако отводить ей решающее место в социальном прогрессе было бы неправильно. Действительная роль информации в обществе не может быть раскрыта, если всю социальную информацию сводить к идеальной. Тезис о том,

что информация играет важную роль в прогрессивном развитии человечества оказывается приемлемым лишь на базе широкого понимания природы информации и ее высшего вида — социальной информации. В сферу рассмотрения необходимо включить наряду с идеальной и материальную социальную информацию, именно ту, которая характеризует отражение и разнообразие в общественном бытии, в сфере взаимодействия природы и общества.

Для того чтобы выяснить природу социальной информации, нам придется рассмотреть информационный аспект трудового процесса, раскрыть роль информации в развитии производительных сил. А уже на этой основе окажется возможным понять, как информация связана с общественными отношениями, почему определенная часть социальной информации имеет классовый характер и какую роль играют процессы хранения, передачи, распределения и переработки информации в общей картине прогресса человечества.

Как известно, «труд есть прежде всего процесс, совершающийся между человеком и природой, процесс, в котором человек своей собственной деятельностью опосредствует, регулирует и контролирует обмен веществ между собой и природой» (К. Маркс. Капитал, т. I. — К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 23, стр. 188). Здесь К. Маркс, говоря «прежде всего», имел в виду процесс материального производства, где действительно важен прежде всего обмен веществ и энергией между обществом как субъектом труда и природой. Это послужило основой для выделения вещественных и энергетических факторов производительных сил (В. Г. Марахов, 1970, стр. 29—44).

Представляется, что, наряду с веществом и энергией, можно добавить и следующий, далеко не последний фактор, участвующий в процессах обмена между природой и обществом, — информацию. Введение информационного аспекта труда может быть обосновано, во-первых, тем, что информация является свойством материи, которое оказывается всеобщим, оно присуще как природе, так и обществу. Человек в своей деятельности осуществляет, следовательно, не только обмен с природой веществом и энергией, но и информацией, поскольку любой трудовой процесс сопряжен с движением, отражением разнообразия.

Во-вторых, поскольку информация может быть материальной и идеальной, причем, превращается, перекодируется из первой во вторую (и наоборот) в процессе труда, то она в какой-то мере характеризует не только материальное, но и духовное производство.

Для духовного производства не так важен обмен веществом и энергией с природой, как обмен информацией. Из природы не только извлекается информация (отражается разнообразие), но и происходят на этой основе процессы самоотражения в самом субъекте труда, а затем полученная в творческом процессе новая информация передается природе в результате опредмечивания идеальной информации.

Именно этот аспект — движение информации от общества к природе позволяет более точно выявить определенные свойства науки,

выступающей в качестве производительной силы, переход от духовного к материальному производству. На наш взгляд, достаточно последовательное объяснение науки как непосредственной производительной силы не может быть раскрыто без выявления информационного аспекта взаимодействия природы и общества.

Наконец, важно отметить, что выделение информационного аспекта труда служит основой для обобщения процесса человеческой деятельности. Из всего разнообразия человеческой деятельности можно выделить материально-практическую и познавательную деятельность как две ее основные разновидности (Ю. С. Мелещенко и С. В. Шухардин, 1969, стр. 12—13). Если материально-практическая деятельность связана прежде всего с вещественно-энергетическим обменом, то познавательная — с информационным аспектом этого взаимодействия. Связь информации с веществом и энергией в процессе предметно-практической деятельности, а также превращение информации из материальной в идеальную (и наоборот), преобразование информации в производственной и научной деятельности — все эти процессы имеют прямое отношение к вопросам взаимосвязи науки и производства, к становлению науки как непосредственной производительной силы.

Выделение информационного аспекта труда позволяет на единой основе рассматривать человеческую деятельность, включая сюда и производственную, и научную, и, возможно, другие виды человеческого труда. Эта деятельность в самом общем плане включает в себя четыре компонента: субъект деятельности (общество), средства деятельности, предмет деятельности и условия деятельности. Поскольку все эти четыре основных элемента деятельности имеют информационный аспект, то к ним оказывается применимым информационный критерий развития. В частности уровень развития производительных сил в какой-то степени может быть охарактеризован количеством информации, заключенной в средствах труда (деятельности). Рост количества информации в средствах труда характеризует тем самым негэнтропийный, информационный характер техники.

Прослеживая историю общества, начиная с древнего периода каменного века — палеолита, можно обнаружить, что количество информации, заключенное в орудиях труда, с развитием человечества проявляет тенденцию роста. Количество информации мы будем оценивать в основном по количеству элементов, из которых состояли орудия труда (т. е. по сложности). Вполне естественно, что у первобытного человека, изготовлявшего свои орудия из камня, сложность орудий была минимальной; как правило, оно состояло из одного элемента. Дальнейшее развитие человечества приводило к усложнению, вначале очень медленному, орудий труда. Появляются составные орудия труда, включающие уже несколько изготовленных человеком элементов (например, топор состоял из двух или трех элементов).

Если проследить развитие эксплуататорских формаций — рабовладельческого, феодального и капиталистического общества, — то

мы обнаружим, что каждой из них соответствует определенная сложность орудий труда. В период рабовладельческого общества сложность орудий труда обычно не превышала нескольких, в лучшем случае, десятков элементов. Орудия труда феодального общества не намного сложнее, чем в рабовладельческом обществе, и лишь с зарождением капитализма появляются машины, где число элементов уже превосходит сотню элементов. Однако вплоть до начала XIX в. число элементов в машинах не превышало нескольких тысяч.

К настоящему времени число элементов машин достигает миллиона и более. К таким машинам относятся сложнейшие вычислительные устройства, морские суда, самолеты, космические ракеты, космические корабли и т. д. Итак, сложность орудий труда растет, увеличивается их информационное содержание. Ясно, что эта тенденция дифференциации не может не дополняться противоположной — интеграцией, связью разнообразных подсистем, сохраняющей целостность общественного процесса. Поэтому разнообразие элементов обязательно ведет к расширению разнообразия связей, отношений между ними.

А. А. Харкевич, исследуя эту закономерность, пишет, что количество информации в производстве растет по меньшей мере пропорционально квадрату промышленного потенциала. «Эту закономерность,— замечает А. А. Харкевич,— можно пояснить следующим рассуждением. Представим себе, например, объединение нескольких заводов. Между двумя заводами возможна только одна связь, между тремя — уже три, между четырьмя — шесть и т. д. При большом числе заводов число попарных связей между ними равно примерно половине квадрата числа заводов. Если считать промышленный потенциал пропорциональным числу заводов, а количество информации — числу попарных связей между ними, то и получается вышеупомянутая квадратичная зависимость. Результат не изменится, если заводы связаны между собой не непосредственно, а управляются централизованно, например, объединены в трест» (А. А. Харкевич, 1962, стр. 94).

В результате роста разнообразия (сложности, упорядоченности, организации) производительных сил и производственных отношений возникло противоречие между потребностями дальнейшего увеличения этого разнообразия и реальными возможностями его роста. Возрастание сложности производственных систем привело к резкому увеличению потоков информации (коммуникативных явлений), а это, в свою очередь, поставило вопрос о создании систем передачи, хранения, переработки информации (систем управления). (Отметим, кстати, что упомянутые причины привели к возникновению кибернетики и теории информации. В данном случае причины возникновения кибернетики и теории информации совпадают, и теория информации выступает здесь как часть кибернетики.)

Одновременно с общим повышением разнообразия материального производства и требованиями более эффективного управления появились отрасли производства, где на первый план выдвигаются

не энергетические, не массовые или пространственно-временные свойства, а такие свойства, которые связаны с информацией (разнообразием, отражением, управлением). К ним прежде всего следует отнести промышленность связи (телеграф, радио, телевидение и т. п.), где важны именно информационные свойства (отражение и разнообразие). Причем с развитием производительных сил все больше и больше появляется отраслей производства, где информация играет основную роль. К таким отраслям промышленности следует также отнести радиотехническую, электронную, приборостроение и т. д.

Разнообразие искусственно создаваемых предметов и явлений растет и во многих случаях превышает разнообразие, созданное естественным путем. Причем этот процесс происходит довольно быстро. Так, подсчеты показывают, что всего лишь в течение нескольких десятилетий человечество создало столько неорганических искусственных химических веществ, что они во много раз превышают разнообразие, созданное природой (на Земле) за миллиарды лет естественной эволюции.

В развитии общества ясно прослеживается тенденция накопления информации, причем это накопление происходит не только и, самое главное, не внутри биологического организма человека, а вне его — в продуктах его общественной деятельности, во взаимных отношениях людей. Накопление информации вне организма человека приняло такие темпы и масштабы, что сущность общественного человека уже нельзя выявить, не рассматривая это внешнее по отношению к индивидууму, но внутреннее, сущностное для всего общества накопление информации.

Итак, можно сделать вывод, что количество информации растет и в обществе, и в этом смысле закон накопления информации на пути прогресса является универсальным. Однако в обществе по сравнению с природой по иному изменяется избыточность, а также пространственные и масс-энергетические характеристики социосферы (А. Д. Урсул, 1968 а). Использование теоретико-информационных идей позволяет также объяснить некоторые закономерности развития общества, связанные с начавшимся освоением космоса (А. Д. Урсул, 1967 в). Получаемые новые результаты дают основание считать использование информационного критерия развития методологически продуктивным и для анализа общественных процессов.

Пока мы рассматривали лишь связанную (структурную) информацию. Как видим, одним из результатов человеческой деятельности является накопление информации в социосфере, рост разнообразия, сложности и т. д. Однако в обществе информация обладает всем своим богатством свойств, поэтому нельзя ограничиваться лишь анализом структурной информации, хотя именно накопление этой информации создало основу для появления и циркуляции «свободной» информации, новых семантических и прагматических характеристик информации. Причем эти свойства информации приписаны процессу труда, взаимодействию природы и общества.

Рассмотрим, например, проблему ценности информации в процессе этого взаимодействия. Легко видеть, что проблема ценности, полезности (вообще или только в информационном отношении) не является чем-то надуманным при анализе взаимоотношений природы и общества. Природа воздействует на общество (или его часть) и это может оказаться и благоприятным, полезным, и неблагоприятным, вредным. Воздействуя на природу, общество вызывает последствия, которые также являются полезными или вредными. Проблема ценности, может быть выраженная иными словами (и не в информационном плане), заняла важное место на страницах сборника «Природа и общество» (М., изд-во «Наука», 1963).

В связи с тем, что любой акт взаимодействия природы и общества связан с оценкой, ясно, что возникает необходимость исследования этих вопросов. Оценка связана как с практическим воздействием человека на природу, так и с познанием последней.

В рамках общей теории взаимодействия природы и общества «выдвигается проблема оптимизации деятельности общества по использованию и преобразованию природы с тем, чтобы не использовать одну сторону природы резко за счет другой, принося в конечном итоге не пользу, а вред людям» (Ю. П. Трусов, 1968, стр. 42). Создание научных основ оптимального управления природой (как и самим обществом) не может обойтись без понятия ценности, в частности ценности информации.

Этот вывод вытекает не только из соображений общей теории взаимодействия природы и общества. Он следует и из основных положений кибернетики как науки об управлении сложными динамическими системами. Ведь ценность информации неразрывно связана с управлением, с его целесообразным характером. Управление невозможно без получения ценной информации (а не просто информации). Поэтому проблема научного управления природой (и обществом) в качестве своей необходимой части включает анализ ценностного аспекта информации.

Проанализируем подробнее составляющие прагматической структуры в применении к проблеме взаимодействия природы и общества. В качестве потребителя, приемника, получателя информации в данном случае выступает общество (или его часть), которое осуществляет тот или иной акт преобразования природы. В кибернетическом аспекте общество может рассматриваться в качестве самой сложной из известных динамических систем, воспринимающих, хранящих, перерабатывающих и пересылающих информацию, целью которой является не только самосохранение человечества, но и дальнейшее наиболее быстрое и прогрессивное его развитие. Поскольку между обществом и природой осуществляется обмен не только веществом и энергией, но и информацией, то поступление информации из природы в общество не происходит, так сказать, в «чистом» виде. Разумеется, информация как свойство материи поступает в общество «с веществом», «с энергией». Однако получение информации является уже относительно самостоятельным видом человеческой деятельности (например, научная дея-

тельность), здесь уже происходит отвлечение от массы получаемого вещества, от величины энергии. Поступающая в общество информация выделяет лишь аспект разнообразия в процессе отражения обществом природы. Информация, проникая в общество, дает нам знания именно о природе.

Общество также посылает информацию в природу. Эта информация уже отражает разнообразие, свойственное человеку (в идеальной и материальной форме). Общество тоже отражается в природе, причем в основном этот ежесекундный акт отражения осуществляется в практическом воздействии на природу. Человек опредмечивает информацию, возникшую у него вначале идеально, в предметах и средствах труда. Эта непрерывная генерация нового разнообразия, творческая продуктивность человеческой деятельности происходит в духовной и материальной формах. В конечном счете мерилom творческой деятельности общества выступают созданные им искусственные предметы, которых нет и не было в природе до человека, причем это разнообразие вещей непрерывно и все возрастающими темпами расширяется. Обмен информацией между природой и обществом осуществляется, следовательно, в процессе взаимоотражения, где в качестве первичного выступает именно природа.

Разнообразие, заключенное в объектах природы, выступает в качестве основы принятия обществом решений, реализации поставленных целей по преобразованию внешнего мира. Это разнообразие первично не только в генетическом, но и в отражательном, управленческом плане. Само управление выступает как использование разнообразия, т. е. выбор, выделение полезного разнообразия от неупотребного, вредного, как создание, производство благ. Ясно, что если бы не было разнообразия, то невозможно было бы создание нового, ибо из одинаковых, однообразных объектов безразлично, что выбирать. Без разнообразия не было бы ценности, ибо ценностное отношение всегда связано с возможностью отбора, выделения. Это значит, что в процессе оценки, а следовательно, и управления, необходимо делать выбор минимум из двух объектов, действий и т. д. Итак, разнообразие, существующее в природе, отражаясь обществом, превращаясь в информацию, является вместе с тем объективной основой ценности этой информации.

Само по себе извлечение обществом информации из природы является основой оценки информации. Оценка информации связана непосредственно с сущностью управления, с преобразованием, переработкой информации. В процессе переработки, в частности, происходит преобразование информации в соответствии с существующими потребностями и их отражающих в идеальной форме целей. В обществе всегда существуют материальные и духовные потребности, существуют задачи (цели), которые, опредмечиваясь в процессе практической деятельности, удовлетворяются (в той или иной мере).

Переработка информации выступает, в частности, и как отбор ценной (подходящей для реализации поставленной цели) из осталь-

ного разнообразия (безразличного или даже вредного для таковой реализации). Цель всегда выступает как то, что должно быть, а не то, что уже есть. В этом ее отличие от истины. Истина есть отражение действительности, того, что уже существует. Цель содержит в себе то, что уже есть, исходит из действительного положения вещей, но не сводится к копированию, фотографированию действительности. Цель содержит в себе истину в снятом, частичном виде и превращается в полной мере в истину лишь реализовавшись, а затем вновь отразившись адекватно в сознании. Цель и истина содержат в себе в качестве составной части, стороны информацию. Однако количественно содержание информации в цели и в истине различно. Причем информационное содержание цели в принципе должно быть больше информационного содержания соответствующей истины, наличного количества информации. Количество информации в цели состоит из количества информации, содержащейся в соответствующей истине, плюс еще некоторое количество, которое надлежит получить, для того чтобы цель реализовалась.

Эта получаемая в процессе восприятия и переработки информация, ведущая к осуществлению поставленной цели, может быть использована для измерения ее ценности. Чем больше информации *получается в процессе достижения цели*, тем она является более ценной. Максимальная ценность информации достигается лишь в том случае, если этой информации необходимо и достаточно, чтобы полностью реализовать поставленную цель.

Итак, сам по себе целесообразный характер деятельности необходимо предполагает активность поиска недостающей информации. В процессе материально-практической и познавательной деятельности всегда ставятся какие-то конкретные цели, которые реализуются, а значит, они исчезают. В момент полной реализации цели, получения результата ценность идеальной информации достигает своего максимума. Цель полностью превращается в истину. Существует ли далее ценность реализованной цели, или она тоже исчезает? Нам думается, что исчезновения ценности в связи с реализацией цели не происходит. Ведь в процессе человеческой деятельности не стоит какая-либо одна конкретная цель. Общество ставит некоторый комплекс целей, причем эти цели взаимосвязаны между собой как в пространстве, так и во времени. Данная конкретная цель входит в качестве составляющей в одновременно существующую систему целей разной степени общности и данная конкретная цель, осуществившись, всегда влечет за собой новую. Реализованная цель в информационном аспекте выступает в виде некоторого разнообразия готового продукта (промышленного, научного или иного), тотчас же включающегося в новую систему конкретных отношений между людьми и между ними и природой.

Реализация того или иного конкретного проекта преобразования природы, например, осушение болот, добыча полезных ископаемых и т. д. приносит пользу человечеству, является определенным звеном единого процесса материального производства. Рост производства материальных благ происходит именно потому, что это

производство является ценным для человечества. В самом определении понятия производства материальных благ имеется в виду производство ценностей человечеством на основе объективно существующей основы этих ценностей — природы.

Все конкретные акты преобразования природы на Земле включаются в более общую цель — преобразование всей планеты. Однако эта цель включается в еще более общую — преобразование всей Солнечной системы. Освоение космоса неверно было бы представлять себе лишь как жажду познания, не замечая более существенной, а потому и наиболее ценной стороны — необходимости дальнейшего наиболее быстрого и широкого производства материальных благ. Космическое пространство, все остальные планеты нужны развивающемуся человечеству именно потому, что они уже приносят и принесут человечеству пользу. В этом же аспекте следует рассматривать и полезность информации, приносимую в результате космических исследований.

За освоением Солнечной системы предполагается освоение других звезд и их планет и т. д. Наиболее общая цель, которая выступает как цель-идеал, — это полное познание и преобразование всей природы (Вселенной). Эта цель-идеал двуседла — это и абсолютная истина и абсолютная свобода. С этой точки зрения нечто, ставшее полезным в смысле познания и преобразования природы, уже более никогда не утратит этой ценности, хотя величина ее может на тех или иных этапах развития общества изменяться (или увеличиваться, или уменьшаться).

Рассмотрение понятия ценности, в особенности ценности информации, имеет важное методологическое значение для осуществления конкретных проектов преобразования природы. Во-первых, ценность того или иного проекта является критерием выбора его из других, с ним конкурирующих. Ясно, что возможных проектов преобразования природы (общества) было и есть гораздо больше, чем те, которые осуществлялись. Если отбросить из них те, которые явно противоречили законам природы (типа вечного двигателя), то многие другие отвергались из-за предполагающейся недостаточной их ценности (или для всего общества или для его части). Проблема определения, прогноза ценности проектов приобретает важное значение, по сути дела это проблема оптимального управления природой и обществом. Очевидно, что прогноз ценности проектов возможен лишь в информационном плане.

Во-вторых, ценность информации имеет важное значение в выборе конкретного метода преобразовательной деятельности. С точки зрения количественного информационного критерия получается, что необходимо таким образом преобразовывать природу, чтобы максимально увеличить количество информации в объектах, вовлеченных в производство материальных благ, в социосферу. Однако бывает, что ту же цель можно достигнуть и в результате меньшего количества информации, в результате меньшего числа актов преобразования. Очевидно, что лишние затраты труда при получении лишнего количества информации являются избыточ-

ными, менее ценными. Ценность информации выступает, следовательно, в виде некоторой специфической характеристики, позволяющей оптимизировать теоретическую и практическую деятельность человечества.

Основное внимание мы уделили информационному аспекту взаимодействия общества и природы, поскольку именно он является главным, поскольку на нем основываются и другие социальные информационные процессы, в частности связанные с общественными отношениями, с индивидуальным и общественным сознанием и т. д.

Социальная информация в современном понимании — это не то «смутное», интуитивное понятие, которое и до сих пор канонизировано журналистами. Человеческая информация — это все разнообразие общественных процессов отражения, т. е. необычайно сложное и многообразное явление, и оно, конечно, не сводится лишь к сведениям, сообщениям, которыми обмениваются между собою люди.

Сведения, сообщения, вообще в более широком смысле — идеальная информация являются производной от материальной информации, которая характеризует процессы общественного бытия. Идеальная информация отражает информационные свойства и процессы общественного бытия и тем самым является свойством общественного сознания.

В настоящее время еще нет достаточно разработанных классификаций социальной (идеальной) информации, хотя попытки в этом направлении предпринимаются. В. Г. Афанасьев прежде всего выделяет научно-техническую, экономическую, социально-политическую и идеологическую виды социальной информации, которые определяются спецификой важнейших общественных процессов (В. Г. Афанасьев, 1969, стр. 84). Кроме того, отмечается, что в зависимости от функций информации в процессах управления различаются такие виды информации, как директивная, административно-правовая, организационная, контрольная, нормативная, справочная, отчетная и т. д. Существуют и другие попытки классификации видов социальной информации (Б. В. Евладов, 1969; P. Bernstein und H. Etzschmann, 1969, и др.).

Определенные виды идеальной социальной информации имеют различную ценность как для всего общества, так и для его отдельных подсистем. Особенно важно отметить ярко выраженный классовый характер таких видов информации, как общественно-политическая, идеологическая. Главным в такой социальной информации, как справедливо отмечает В. Г. Афанасьев, «является качественный, зачастую неформализуемый аспект, связанный с положением личности, социальных групп и классов в обществе, их интересами и потребностями, мотивами их деятельности и самой деятельностью, их эмоциональным и психическим состоянием, социальным опытом и т. д. Отсюда важнейшее значение в получении, анализе и обработке социальной информации приобретают не формально-логические, а собственно социологические методы» (В. Г. Афанасьев, 1968, стр. 243).

Даже научная информация в современном обществе, включаясь в ту или иную систему общественных отношений, приобретает соответствующие особенности. Так, при современном капитализме производство научной информации выступает вместе с тем как некоторая форма экономической деятельности, главная цель которой — извлечение наибольшей прибыли. Технические средства познания здесь принадлежат монополиям и дело не меняется от того, что, скажем, в США, большая часть теоретических исследований и меньшая — производственных научных исследований проводится за счет государства. Роль государственного регулирования здесь сводится к общей поддержке и укреплению монополистического капитала. Частично ограничивая конкурентную борьбу, государство дает возможность монополиям использовать ресурсы общества как собственный капитал.

Люди науки в капиталистическом обществе превращаются в составную часть наемной рабочей силы, предназначенной в итоге для того, чтобы увеличивать прибыль корпораций. Проникновение в тайны природы, увеличение количества научной информации в значительной степени приобретает здесь характер погони за максимальной прибылью. Поэтому научно-информационная деятельность имеет тенденцию выступать вместе с тем как деятельность по производству стоимости и прибавочной стоимости, как особая форма существования капитала, а научная информация в большей части предстает в качестве товара особого рода, который воспроизводится, потребляется и распределяется в соответствии с закономерностями государственно-монополистического капитализма.

Растущее производство научной информации еще больше подчеркивает архаичность отношений частной собственности, — ведь в принципе научная информация — всеобщее достояние, она необходима всему обществу. Однако общественная природа научной информации находится в противоречии с отношениями господства и подчинения, собственника и наемной рабочей силы. Подлинный расцвет науки, оптимизация научно-информационной деятельности возможны только в условиях социализма и коммунизма. Разрешение противоречий развития науки связано не только с широким внедрением кибернетических устройств, но прежде всего с изменением, совершенствованием общественных отношений.

В существующем многообразии функций идеальной информации в обществе можно выделить три наиболее главных: коммуникативную, управленческую и познавательную. Две первых из них мы по существу уже рассмотрели в предыдущем параграфе. Анализ информационного аспекта познавательного процесса будет посвящена следующая глава этой книги.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

§ 1. Информационные модели процесса познания

По вопросу о возможном использовании теории информации в теории познания существуют две крайние точки зрения. Согласно одной из них, использование теоретико-информационных методов в гносеологии неоправданно. Не останавливаясь на аргументации несостоятельности подобного мнения, отметим, что оно в какой-то мере является реакцией на другую, также неприемлемую концепцию, которая сводит теорию отражения к теории информации, а понятие отражения — к понятию информации. Обе точки зрения абсолютизируют или различие, или тождество предметов и методов теории отражения и теории информации.

Трудности выяснения реальных возможностей использования теоретико-информационных методов в гносеологии связаны также с тем, что существуют разноречивые трактовки понятия информации. А это существенно тормозит адекватное использование теории информации не только в философских, но и в других науках. Поэтому в настоящей главе мы связываем обсуждение проблем применения теории информации в гносеологии с решением вопроса о том, что такое информация. Более конкретно здесь обсуждается информационный аспект познавательного процесса.

Развитие теоретико-информационных методов привело к попыткам построения информационных моделей процесса познания, причем исторически наиболее ранними и известными являются статистические модели. С этих моделей начнем наше рассмотрение.

Статистические модели процесса познания можно найти в работах многих специалистов в области статистической теории информации. Обычно рассматривается некоторая система, которая называется физической системой. Однако часто понятие «физическая система» означает просто то, что система существует независимо от познающего субъекта и может отображаться им, т. е. имеется в виду материальная система. Предполагается, что до получения сведений существует некоторая неопределенность знаний о системе. Эта неопределенность может быть измерена количественно посредством формулы энтропии. Как отмечает Ф. М. Вудворд, энтропия в данном случае есть мера «априорного незнания», выражен-

ного в терминах «априорных вероятностей» (Ф. М. Вудворд, 1955). Употребление понятия «незнание» в данном случае неточно выражает суть вопроса. Поскольку «априорное незнание», т. е. начальная неопределенность, выражается через некоторые вероятности, то в определенном отношении это знание. «Априорное незнание» есть знание в том отношении, что нам известно количество вероятностей, входящих в формулу Шеннона, а в ряде случаев и сами вероятности. Итак, мы можем сказать, какое ожидается количество равновероятных событий, исходов опыта, характеризующих состояние исследуемой системы. Но мы не можем сказать, каков точно будет исход. Поэтому «априорное незнание» есть, в сущности, начальное знание, степень адекватности которого еще слишком низка. Статистическая информационная модель процесса познания обращает внимание на количественный аспект перехода от менее адекватного статистического отражения к более адекватному.

Когда субъект приступает к изучению системы (объекта), то с позиций статистической теории информации он обязан выдвинуть минимум два вероятностных положения, две гипотезы, которые не были бы тождественны между собой. Практически достаточно одной гипотезы о возможном состоянии системы, которую предполагается подтвердить последующим экспериментом, ибо отрицание этой гипотезы и есть ее дополнение, вторая гипотеза. Итак, если у субъекта в начале познания системы имеется минимум две гипотезы, вероятности которых одинаковы, то в результате эксперимента (наблюдения, вообще некоторого познавательного процесса) по проверке гипотез он может получить один бит информации.

Если же никаких гипотез не будет построено, то изучение объекта с точки зрения статистической теории информации бессмысленно. Ведь если никаких гипотез нет, то это означает, что субъект или ничего не знает об объекте исследования (в том числе и о его существовании), или, напротив, решительно «все» знает об объекте и ему просто незачем строить гипотезы и производить эксперименты. Фактически с позиций статистической теории информации познание выступает как увеличение точности знаний об одной и той же системе. Если же оказывается, что в результате познания получили результат, который не связан с заранее сделанными предположениями, когда не подтверждаются и не отрицаются гипотезы, то здесь методы статистической теории информации оказываются неэффективными.

Итак, если гипотезы подтверждаются или отрицаются, то «априорное незнание» превращается в знание. Вероятность превращается в достоверность, а энтропия (степень неопределенности) в количество информации (степень определенности), причем количество информации увеличивается на величину снятой энтропии.

В данном случае энтропию не следует понимать в чисто термодинамическом, физическом смысле. Однако Л. Бриллюэн и некоторые другие ученые иногда полагают, что количество информации, приобретаемое при выяснении состояния некоторой физической

системы, может стать равным изменению энтропии этой системы (по абсолютной величине). В действительности количество информации измеряется не через энтропию самой физической системы (объект не предстает субъекту в «чистом виде»), а через «энтропию» знаний об этой системе. Энтропия физической системы определяется объективно существующими вероятностями состояний ее элементов, а «энтропия» наших знаний выражается через вероятности подтверждения гипотез. Количество вероятностей гипотез и сама их величина не относятся непосредственно к характеристике микросостояний физической системы. Поэтому возникает проблема выделения из всего полученного количества информации того количества, которое соответствует физической системе. Иными словами, далеко не всякая полученная в процессе познания информация является содержанием отражения. Если бы наши знания точно копировали действительность, то такое выделение было бы излишним. Реальный же процесс познания как особый вид отражения не является столь простым, пусть лишь в информационном аспекте. Изменение энтропии физической системы, как правило, не всегда равно соответствующему увеличению количества информации наших знаний о системе.

С позиций статистической теории информации получается, что чем больше первоначальное незнание (не достигающее, однако, полного, абсолютного незнания), тем большее количество информации приобретает в результате проверки гипотез. Причем, если вероятности гипотез оказываются равными, то при снятии неопределенности получается наибольшее количество информации и это количество растет с увеличением числа гипотез. Уменьшение числа гипотез или же появление неравенства вероятностей гипотез приводит к снижению получаемого в процессе познания количества информации. Но количество информации может уменьшаться и в результате появления корреляции, статистической связи между событиями — ведь это тоже ведет к перераспределению вероятностей, к увеличению степени тождества гипотез (определение количества информации здесь ведется по формуле Шеннона). Эта связь может быть настолько сильной, что, например, две гипотезы могут оказаться полностью тождественными и тогда одна из них излишня. Значит, из всего количества гипотез надлежит исключить избыточную гипотезу и тем самым количество информации, которое может быть получено в результате познания, уменьшается. В более общем случае одна гипотеза может лишь в какой-то мере пересекаться (быть частично тождественной) с другой гипотезой, т. е. гипотезы будут в некоторой степени зависеть друг от друга. В этом случае они содержат информацию друг о друге и, следовательно, количество информации, получаемое в результате познания, уменьшается по сравнению с количеством информации в варианте того же количества независимых гипотез.

Как было показано Ю. А. Шрейдером, предположение статистической теории информации о том, что чем меньше начальный уровень знания субъекта, тем большее количество информации он по-

лучит от сообщения, не адекватно реальным свойствам научного знания (Ю. А. Шрейдер, 1966б, стр. 17). При достаточно низком уровне начальных знаний субъект не сможет «понимать» сообщение и не извлечет из него достаточного большого количества информации (об этом говорилось в предыдущей главе). «Школьник младшего класса,— пишет Ю. А. Шрейдер,— извлечет очень мало информации из учебника дифференциального исчисления ввиду недостаточной априорной информации, а академик извлечет из того же учебника также мало информации, но уже по той причине, что он обладает всей нужной информацией» (Ю. А. Шрейдер, 1966б, стр. 17). Семантический аспект научного знания оказывается более важным, чем статистический, поэтому методы вероятностной теории информации здесь опять оказываются неадекватными, не отражающими существа познавательного процесса. В этом также можно видеть ограниченные возможности приложения статистической теории информации к анализу процесса познания.

В рамках статистической теории информации удается в определенной степени конкретизировать положение диалектического материализма о неисчерпаемости, бесконечности процесса познания. Поскольку любой объект неисчерпаем, связан с другими объектами и т. д., то он содержит бесконечное количество информации. Естественно, что в результате проверки любого конечного числа гипотез невозможно познать бесконечное разнообразие объекта. Поэтому в познании любого объекта может происходить бесконечный процесс накопления информации. Бесконечное количество информации невозможно получить ни за какой конечный промежуток времени. Количество информации в любой относительной истине всегда конечно, что, в частности, может выражаться в том, что это количество пропорционально логарифму отношения P_0 к P_1 . Поскольку P_0 , т. е., скажем, количество гипотез, всегда конечно и не должно быть равно нулю, то P_1 , как конечное число гипотез, также не должно быть равно нулю, ибо в противном случае отношение P_0/P_1 было бы равно бесконечности и субъект получил бы бесконечное количество информации. Но, как неоднократно обращал на это внимание Л. Бриллюэн, это невозможно, ибо экспериментальные ошибки нельзя сделать сколь угодно малыми, так как они принадлежат к действительным фактам и должны учитываться в теории. По сути дела здесь имеется в виду существование начальной и конечной, в принципе никогда не исчезающей неопределенности в процессе познания.

Неопределенность в познавательном процессе обуславливается как объективными, так и субъективными причинами. Если неопределенность существует объективно и обусловлена самой природой движения материи (и, в частности, физического движения), то следует ожидать, что познание также должно отражать эту неопределенность. Таким образом, одним из источников неопределенности в познании является объективная неопределенность изучаемых явлений. Другим источником такой неопределенности является взаимодействие субъекта и объекта. Ведь взаимодействие субъекта и

объекта, которое осуществляется в процессе познания, является (в объективном аспекте) взаимодействием двух объектов. А поскольку любое взаимодействие (взаимозависимость) порождает неопределенность, то неизбежно возникновение неопределенности в любой познавательной ситуации вследствие этой последней причины. Существует еще ряд причин неопределенности в научном познании (о них кратко будет сказано дальше).

Если познание не только устраняет неопределенность, но и обязательно предполагает ее, то представлять познавательный процесс исключительно в духе устранения неопределенности было бы неверно. Вот почему можно говорить об ограниченности статистических информационно-модельных познавательного процесса. Ведь когда говорят о получении информации, то, конечно, имеют в виду лишь устранение субъективной неопределенности, ибо устранить объективно существующую неопределенность в познавательном процессе нельзя, если адекватно отражать действительность. Без сомнения, и в объективной действительности сплошь и рядом осуществляются процессы устранения, снятия неопределенности и именно эти процессы описываются в теории статистическими информационными методами. Но сводить весь смысл теоретико-информационного метода к устранению неопределенности и трактовать познание как устранение неопределенности в целом представляется односторонним.

Познание есть отражение действительности, моментом которого может выступать снятие неопределенности. Понятие отражения неизмеримо богаче по своему содержанию, чем понятие «снятие неопределенности», которое характеризует в основном субъективный момент. И не случайно некоторые ученые вообще считают интерпретацию теории Шеннона в духе снятия неопределенности субъективистской в том смысле, что здесь получение информации ставится в зависимость от того, что знает воспринимающий, а не от того, что объективно существует независимо от его сознания (F. Bonsak, 1962). Ф. Бонсак, на наш взгляд, справедливо отмечает, что подобная интерпретация статистической теории информации ориентируется прежде всего на знание, а не на бытие (что, впрочем, вполне допустимо и нормально для теории информации, если это положение не абсолютизировать, а видеть в этом лишь одну из возможных, но далеко не самых общих интерпретаций теории). Больше всего субъективизм такого толкования, как полагает Ф. Бонсак, проявляется в том, что теория информации допускает изменение знания, отождествляя это изменение с изменением объекта, каким он нам является, тогда как возможно, что объект сам по себе не изменяется (а изменяется только субъект, его знания об объекте). Именно поэтому оказывается необходимым более широкий подход к понятию информации и построение более общих информационно-модельных познавательного процесса как отражения действительности.

Можно было бы привести немало примеров, когда процесс познания, являясь процессом отражения, не сводится к снятию не-

определенности ни в субъективном, ни в объективном плане, ни к вероятностным познавательным процессам. Как отмечалось, даже простое описание поведения какой-либо материальной системы, результатов наблюдения, опыта не обязательно связано с процессом случайного выбора, с устранением «статистической» неопределенности.

Представляется важным отметить и то, что статистический процесс познания может привести к достоверным результатам, а динамический процесс отражения — к вероятностным результатам. Но ведь в обоих случаях мы получаем в результате познания информацию. Значит, предположив, что информация является характеристикой научного познания, мы тем самым еще раз приходим к выводу, что информация представляет собой нечто инвариантное, общее для статистических и динамических систем (об этом мы еще подробнее скажем в следующем параграфе).

Предлагая здесь более общую информационную модель познавательного процесса, мы отнюдь не преследуем цели полностью отбросить статистические модели. Здесь лишь идет речь о том, что статистические модели являются важными, но частными случаями более общей модели. Кроме того, следует учитывать, что в статистических моделях познания достаточно обстоятельно разработан количественный аспект, тогда как предлагаемая здесь модель является лишь содержательной.

В статистической модели познания на первый план выдвигаются вероятностные процессы отражения и вероятностные формы научного познания. В более общем случае речь должна идти не только о соответствии вероятностных форм познания отражаемым объектам, но о соответствии всех форм (в том числе и невероятностных) этим объектам. Соответствует ли полученный образ (чувственный или логический) отражаемому объекту или нет? Если соответствует, то объект и образ отождествляются, соотносятся друг с другом, если же не соответствует, то образ и объект различаются. Как видим, ответы «да» или «нет» (подтверждение или отрицание гипотезы) можно перевести на язык концепции разнообразия и, тем самым, наметить путь к созданию более общей информационной модели процессов познания.

Соответствие образа и объекта достигается в результате перехода от их различия к тождеству. Это означает, что в процессе познания вначале могут создаваться образы, которые отличаются от объекта, и в процессе устранения отличий образа от объекта достигается их определенное тождество. Здесь достигается устранение различий в процессе стремления к конкретному тождеству объекта и образа. История зарождения и развития научного познания свидетельствует о наличии подобной тенденции. Вначале человеческое познание характеризовалось большим обилием фантастических картин природы, вымыслов, заблуждений. В процессе развития общества эти заблуждения элиминировались, т. е. движение познания шло от различия к тождеству объекта и образа.

Однако это лишь один из путей (причем не основной) движе-

ния познания. Второй путь связан со стремлением от тождества к различию объекта и образа. Субъективный образ — не всегда заблуждение, как правило, это верное отражение действительности. Это последнее неполностью соответствует объекту, который содержит бесконечное разнообразие. На определенном этапе всегда выявляется различие, противоречие объекта и образа и последующее тождество (образа и объекта) необходимо должно включать в себя новые различия. В процессе познания прослеживается, таким образом, диалектическая взаимосвязь перехода от тождества (образа и объекта) к различию и от различия к тождеству. Общая (содержательная) информационная модель познания обращает внимание на движение и взаимосвязь тождества и различия.

Эта содержательная (но пока еще не формализованная) модель не представляет познание лишь как простое зеркальное отображение. Разумеется, такое отражение тоже существует, когда разнообразие объекта «зеркально» отражается субъектом. Но наряду с этим упомянутая модель включает в себя процессы, когда образ формируется в субъекте как бы относительно независимо от взаимодействия с объектом исследования, например, в форме гипотез, предположений, или же в результате дедуктивного вывода. Однако эта модель обязательно предполагает соотнесение полученного путем логического преобразования информации образа с объектом познания, т. е. между образом и объектом в той или иной форме признается прямая и обратная связь, а познание выступает здесь уже и как управление.

Не всякое отражение является одновременно и управлением. Так, отражение в неживой природе, хотя и связано с информацией, но не связано с управлением. Последнее сопряжено лишь с переработкой и целенаправленным поиском информации, чего нет в неживой природе. С позиций кибернетики познание можно представить в виде управления и регулирования по принципу обратной связи. Управление, регулирование связано с разрешением противоречия между действительным и искомым (целевым) состоянием кибернетической системы. В познавательном процессе искомым состоянием (т. е. состоянием, к которому движется познание) является более адекватное (или просто — адекватное) отображение объекта, а имеющимся (действительным) в данный момент — менее адекватное, или же вовсе не адекватное отображение.

Постижение объекта, рассматриваемое как управление, связано, с одной стороны, с уменьшением различий между имеющимся и искомым состоянием отражения, с другой, — с включением в образ еще большего разнообразия, в результате чего он становится все более адекватным. Правильное воспроизведение объекта в знании связано с управлением по принципу обратной связи, причем, благодаря последней получается информация как о различии образа и объекта, так и об их совпадении. Одной из особенных форм управления в познании является управление ошибками, ибо ошибки есть не что иное, как определенное различие, несовпадение отображения и объекта.

Итак, в общей (содержательной) информационной модели процесса познания основное внимание, как можно думать, следует обратить на связь и движение тождества и различия отображения и оригинала (объекта). Двоичному выбору в статистической модели (подтверждение или отрицание гипотезы) здесь соответствует тождество или различие объекта и отображения (ответы «да» или «нет»). Процесс отождествления отображения и объекта осуществляется через их несовпадение, различие. Различие ведет к поиску тождества, а наличие тождества (разумеется, всегда конкретного) ведет к поиску различий отображения и объекта и т. д.

Может сложиться впечатление, что если в процессе познания, мышления различия исключаются, то это противоречит пониманию информации на основе категории различия (как разнообразия). Действительно, как отмечалось, некоторые ученые (например, Ст. Бир) появление информации в процессе познания связывают с уничтожением, ограничением разнообразия как снятием неопределенности. Однако такое представление отражает лишь одну сторону истины. Можно показать, что ограничение разнообразия в процессе познания всегда связано с его увеличением, расширением в другом отношении, так же как всякое получение информации сопровождается увеличением энтропии. Причем это положение следует из закона необходимого разнообразия У. Р. Эшби, который выполняется для всякого совершенного регулирования, в том числе и процесса познания.

В случае познания закон необходимого разнообразия может означать, в частности, следующее. Для адекватного отражения необходимо, чтобы разнообразие отражения было равно разнообразию объекта (на определенном уровне, в данном отношении и т. д.). Если же окажется, что разнообразие отражения меньше (или же разнообразие отражения не соответствует разнообразию объекта в каком-либо отношении), то это приводит в действие механизм управления с обратной связью и познание (мышление) осуществляется до тех пор, пока не достигается адекватное отображение. Если же иметь в виду, что количество информации объекта бесконечно, то получается информационный перепад разнообразия отражения и разнообразия объекта (но этот перепад обусловлен активностью субъекта), и именно он движет вперед наше познание, что хорошо показано в книге И. Земана «Познание и информация».

Всякое познание всегда связано с ограничением разнообразия, ибо оно начинается с выделения изучаемых явлений из остальных объектов действительности. Из бесконечного разнообразия объективной действительности выделяется лишь некоторый класс разнообразия. Однако ограничение разнообразия происходит лишь по отношению к разнообразию действительности. По отношению к познанию данное ограничение разнообразия есть одновременно его увеличение, поскольку это приносит нам новые знания — возможность отличить данное явление от других явлений действительности. Поэтому, чем больше происходит ограничение разнообразия по

отношению к объективной действительности, тем больше увеличивается количество информации в отображении. Например, переход от явления к сущности также связан с ограничением разнообразия (ибо явление в известном смысле богаче сущности). Но и это ограничение разнообразия приносит новые знания и потому происходит дальнейшее накопление информации в процессе познания.

Процесс накопления информации в процессе познания, например в научных теориях, вытекает, в частности, из действия принципа соответствия. Так как развитие фундаментальных физических теорий подчиняется принципу соответствия, то отсюда следует, что более общая теория, рассматривающая большее количество связей и параметров, чем предшествующая ей частная, содержит и большее количество информации (и соответственно правил ее преобразования).

Происходит рост количества информации при переходе от частных к общим теориям, подчиняющимся принципу соответствия. Напрашивается вывод, что дальнейшее проникновение в более глубокие уровни материи также будет приводить к увеличению количества информации в теории. Можно ли из этого делать вывод, что и сами по себе объекты физической действительности, когда они становятся все более элементарными, содержат большее количество информации? Вопрос можно поставить и так: значит ли, что с проникновением в глубь, скажем, элементарных частиц гипотетические субмикрочастицы будут содержать большее количество информации, чем элементарные частицы, а элементарные частицы содержат большее количество информации, чем атомы и т. д.?

Ответ на этот вопрос очень важен, так как, с одной стороны, имеется тенденция увеличения количества информации в более общих теориях, с другой стороны, имеется объективная тенденция увеличения количества информации в материальных объектах с повышением степени их развития (о чем уже говорилось в предыдущей главе).

Появление теоретико-познавательной (логической) тенденции увеличения количества информации в более общих теориях не противоречит увеличению количества информации с повышением степени развития систем. Дело в том, что увеличение количества информации и информационной емкости абстрактных математических пространств происходит не только в сторону микромира, но и в сторону мегамира, и в сторону биологических объектов, и т. д. Таким образом, тенденцию увеличения количества информации в теориях невозможно увязать лишь с прогрессом в области физики микромира. Нам представляется, что в какой бы области научного знания ни действовала тенденция роста количества информации, она является лишь проявлением тенденции стремления к абсолютной истине. Она отражает тот факт, что человеческое познание началось со сравнительно малого количества информации, а с его развитием оно неуклонно растет и стремится к бесконечности с дальнейшим прогрессом человечества. Существует, таким образом, шаровая симметрия роста информации в научном знании.

Процессы логического увеличения количества информации при движении познания к более «элементарным» объектам сопряжены с уменьшением количества информации в самих объектах. Теоретико-познавательная тенденция увеличения количества информации, выражаясь фигурально, расположена как бы в другой плоскости, чем объективно-историческая.

Из сказанного следует, что рассмотрение информационных процессов лишь в плане ограничения разнообразия является односторонним. Разумеется, концепция разнообразия лишь начинает разрабатываться и здесь еще много неисследованных вопросов.

Было бы принципиально неправильным информационную модель познания связывать лишь с количественным (синтаксическим) аспектом информации. Познавательный процесс характеризуется и качеством информации, что выражается, в частности, ее семантическим и прагматическим аспектами, о чем говорилось в третьей главе (некоторые стороны семиотического аспекта познания будут еще затрагиваться в следующих параграфах). Поэтому наиболее общая информационная модель познавательного процесса должна включать в себя все семиотические отношения, хотя она к ним сведена быть не может, ибо отражение не может полностью быть описано в категориях семиотики.

Процесс познания может моделироваться процессом передачи объективно существующего разнообразия от объекта познания к субъекту. При этом информационная модель познавательного процесса отличается от коммуникативной по меньшей мере тремя моментами. Во-первых, познание как передача информации обусловлено прежде всего активностью приемника, получателя информации, тогда как в обычных коммуникациях, как правило, в качестве активного начала выступает передатчик информации (поэтому не случайно предпочитают говорить не о массовых коммуникациях, а о средствах массового воздействия). Во-вторых, коммуникация обычно связана с передачей знаков; сведения, содержащие информацию о передаваемых событиях, закодированы некоторым «искусственным» кодом. В процессе познания имеют дело как со знаками (особенно на логическом уровне познания), так и с «естественным» разнообразием (особенно на чувственной ступени познания). Короче говоря, передача информации в «знаковом» варианте не обязательна для познания. В-третьих, получаемая информация в результате познания должна быть новой не для индивидуального приемника этой информации (скажем, ученого), а для всего человечества как субъекта познания. Получение же известных истин и фактов в познавательном процессе можно рассматривать лишь как коммуникативный процесс.

Информация, заключенная в объектах, является как бы информацией «в себе» и в результате познания превращается в информацию «для нас». В современной философской литературе существуют иные названия информации «в себе» (информации объектов) и информации «для нас» (информации образов). Первая часто называется потенциальной, вторая — актуальной.

Следует отличать понятия актуальной и потенциальной информации от связанной и свободной (по Л. Бриллюэну). Актуальная информация не тождественна свободной, т. е. передаваемой от одной системы к другой. Актуальная информация лишь такая, которая используется кибернетической системой (субъектом), тогда как не вся свободная информация может быть использована. Потенциальная информация может быть и свободной и связанной (в структуре, организации объекта). Деление на потенциальную и актуальную информацию делается на основе связи гносеологических и прагматических признаков. Информация, заключенная в объектах, представляющая их внутреннее разнообразие, может в результате познания превратиться из потенциальной в актуальную. Переход информации из одной формы (объективной) в другую (субъективную) до некоторой степени аналогичен превращению энергии из одной формы в другую (энергии внешнего раздражения в факт сознания).

Итак, основной смысл разделения информации как отраженного разнообразия на субъективную и объективную обусловлен соотношениями гносеологии как теории отражения. Ведь разделив информацию на два вида, необходимо показать, как разнообразие объектов превращается в разнообразие отражения. В определенном аспекте познавательный процесс — это передача информации от объекта к субъекту. Но не передача, так сказать, как истечение некоторой субстанции, отделяющейся от объекта и принимаемой субъектом (как это понимали, скажем, Демокрит и его последователи). Ведь в объектах нет, например, понятий, но они являются одной из форм отражения субъекта. В сознании и в объективном мире существуют различные виды разнообразия — на одном полюсе, например, понятия, суждения, умозаключения, теории, гипотезы, а на другом — сами объекты, их свойства, отношения и т. д.

При теоретико-информационном анализе познания надлежит выяснить, как такое абстрактное свойство явлений, как разнообразие, переходит, превращается в разнообразие форм научного познания. И здесь необходимо использовать модель не только передачи информации, но и ее превращения, перекодирования из одной (объективной) в другую (субъективную) форму при сохранении содержания. Представление о том, что в процессе познания происходит передача, перекодирование, прием, хранение и преобразование информации, уже сейчас позволяет использовать количественные теоретико-информационные методы в гносеологии.

Усилия исследователей направлены также к тому, чтобы при помощи теории информации создать количественный метод определения адекватности (содержания) гносеологических образов. Более адекватным образом (в синтаксическом аспекте) является, в частности, такой, который содержит в себе большее количество информации об изучаемом явлении. Казалось бы, можно очень просто определять степень адекватности отражения: измеряем количество разнообразия в объекте и в его отражении и таким образом устанавливаем степень адекватности. Столь простая схема

в какой-то мере применима лишь в том случае, если уже известно количество разнообразия в объекте. Такие ситуации свойственны, например, процессу обучения, когда заранее можно определить количество информации в объекте обучения и затем в субъекте обучения. Подобные методы определения адекватности отражения используются также в некоторых психологических исследованиях, однако они непригодны в гносеологии.

Причина этого заключается в том, что в начале исследования обычно неизвестно количество разнообразия, заключенное в объекте, и это разнообразие в виде элементов, свойств, признаков, отношений, связи и т. д. выявляется лишь в процессе исследования. И вообще, поскольку любой объект неисчерпаем в структуре, изменении, связях с другими объектами, то количество информации, заключенное в нем, также бесконечно. Поэтому измерение степени адекватности в гносеологии не может идти по пути сравнения разнообразия объекта и его отражения. Здесь применяется иной путь — измерение увеличения разнообразия в одной теории по отношению к другой, ей предшествующей (если речь идет о теориях, подчиняющихся принципу соответствия), увеличение разнообразия (или снятие неопределенности, тождества) одного закона по отношению к другому, более содержательному, и т. д. Таким образом, здесь адекватность отражения измеряется не непосредственно по отношению к объекту, а опосредствованно, через отношение количества информации знаний прошлых и настоящих, т. е. в логическом аспекте.

Методы теории информации также позволяют изучить количественную сторону влияния различных помех на процесс познания. Передача разнообразия, его превращение из объективного в субъективное не происходит, так сказать, в «чистом» виде, а осложнено шумами. Субъект практически никогда не получает информации, которая выступает только как содержание (или часть его) отражения (например, как содержание понятия). Содержание отражения «затемнено» некоторым привходящим разнообразием помех, которое по отношению к искомой информации выступает как нечто, уменьшающее адекватность отражения, т. е. по отношению к информации выступает как энтропия. Не обсуждая здесь каждый из различных видов помех, отметим, что возникает проблема выделения из общего разнообразия, поступившего к субъекту, того именно разнообразия, которое соответствует объекту познания.

Из сказанного можно сделать вывод о предполагаемой помощи теории информации гносеологии. Такая помощь может оказаться действительной лишь на базе наиболее общего понимания природы информации. Правильное раскрытие природы информации, в свою очередь, возможно лишь на основе использования всех положений теории познания, ленинской теории отражения.

Хотя методология представляет собой систему общих методов освоения действительности, однако они (методы) обладают различной степенью общности. Универсальными выступают лишь методы материалистической диалектики, законы которой (а также принципы, категории) и являются методом познания и преобразования действительности, причем они применимы во всех науках.

Методологическая роль философских положений состоит в том, что они, с одной стороны, ограничивают область научного поиска, показывают, где не следует искать ответ на поставленные перед ученым вопросы. С другой же стороны, положения материалистической диалектики нацеливают ученого на выбор общих правильных путей исследования. В науке важен не только результат познания, но и путь, метод, который приводит к результату.

Материалистическая философия отвергает домыслы о сверхъестественных силах при познании объективных явлений, ориентирует ученого на исследование причин, законов в самой движущейся материи. Материалистическая диалектика предостерегает ученого от односторонности при изучении явлений, от субъективизма и произвола и от многих других неверных путей изучения действительности. Принципы, законы и категории философии указывают возможные пути поисков, дают ориентиры для продвижения к цели — познанию конкретных законов движущейся материи.

Однако методологическая функция свойственна не только наиболее общим законам развития бытия и мышления. В частных науках также разрабатываются, устанавливаются некоторые достаточно общие законы. И именно эти общие законы являются методологической основой для решения других более частных вопросов. И если философские законы выполняют методологическую функцию по отношению ко всем наукам, то общие положения частных наук выполняют аналогичную функцию лишь для одной этой науки или же для группы наук. Таким образом, любые общие законы, если они подтверждены практикой, являются истинными, выступают в качестве методов, принципов, которыми необходимо пользоваться при познании более частных закономерностей. Общие законы выступают по отношению к частным как определенный, начальный уровень знания, учет которого сужает область возможных поисков (ограничивает разнообразие). В силу этого общие законы содержат далеко не всю информацию о более частных законах.

Выше отмечалось, что процесс познания в простейшем случае с позиций статистической теории информации представляется следующим образом. На основании начального, весьма общего, а потому неопределенного знания ученый предлагает природе вопросы, выдвигает гипотезы. Будем считать, что можно одновременно предложить некоторое конечное число вопросов, причем вероятности возможных ответов на них равны. Начальное знание служит основанием для выдвижения гипотез. Это знание достаточно опре-

деленно, чтобы построить упомянутое конечное число гипотез, но оно в то же время неопределенно, чтобы сказать, какая из гипотез подтвердится, на какой вопрос будет получен утвердительный ответ. Для того чтобы ликвидировать неопределенность, необходимо ставить эксперимент (или же пользоваться результатами других экспериментов, если их теоретический анализ позволяет уменьшить неопределенность). Эксперимент позволит каждую гипотезу подтвердить или опровергнуть. Неопределенность, следовательно, уменьшится. Любое уменьшение неопределенности с точки зрения теории информации расценивается как получение информации. Процесс познания, переход от начального знания к новому, более глубокому знанию есть процесс получения информации об объекте познания. При этом мы получаем информацию не только в том случае, если выдвинутая гипотеза подтвердилась. Информацию мы извлекаем и тогда, когда узнаем, что гипотеза не подтвердилась. Ведь неподтверждение гипотезы означает, что сузилась область поиска, уменьшилась неопределенность. Но ведь общие законы как раз и преследуют цель сужения сферы исследования, уменьшают априорную (доопытную)¹ неопределенность. Значит, количество получаемой информации в результате познания зависит от принципов, способов исследования. Можно ли оценить это количество информации?

Если до эксперимента существует некоторое начальное число гипотез, а эксперимент это количество уменьшил, то количество информации, полученное в результате эксперимента, равно логарифму отношения начального числа гипотез к конечному. Предположим, что одна из выдвинутых гипотез является правильной, но неизвестно — какая именно. Каким же образом можно подтвердить ее правильность? Очевидно, для этого необходимо проверять гипотезы экспериментом (вообще каким-либо практическим актом), но методы этой проверки могут быть разными. Допустим, что мы ставим эксперимент и проверяем каждую гипотезу в отдельности. Здесь возможны два крайних варианта. Во-первых, можно случайно выбрать первую гипотезу и эксперимент ее подтвердит. Значит, в этом варианте отпадает необходимость в экспериментальной проверке остальных гипотез. Во-вторых, возможен вариант, когда проверены все гипотезы, кроме одной, и все они оказались неверными, а правильной оказалась лишь последняя. Ясно, что первый вариант оказывается наиболее благоприятным, а последний — наиболее неблагоприятным. Результаты обоих путей достижения истины одинаковы, но конкретные методы научного исследования разные. В одном случае получился эффективный метод познания при одном единственном эксперименте, в другом случае был выбран неправильный путь проверки гипотез и были поставлены «лишние» эксперименты. На основании этих простейших рассуждений мы приходим к выводу, что в процессе познания получаются как бы два вида

¹ Здесь понятие «доопытная» неопределенность употребляется по отношению к некоторому конкретному опыту, а не к опыту вообще.

информации. Один вид информации можно назвать содержанием отражения, познания. В общем это та информация, которая соответствует искомым научным законам, это (на определенном этапе) цель познания. Второй вид информации является характеристикой эффективности выбранного метода исследования². При неэффективно выбранном методе эта часть информации может оказаться просто бесполезной.

Воспользовавшись не только различием гипотез, которое абсолютизирует статистический метод, но и их тождеством, можно построить существенно более эффективный метод познания, который характеризовался бы в то же время значительно меньшим количеством информации. Для этого, если возможно, необходимо разбить все гипотезы на равные или почти равные части по каким-либо общим, но взаимоисключающим признакам. Далее, после дихотомии гипотез мы должны ставить эксперимент, который подтверждал бы не одну какую-либо из гипотез, но ту или иную их часть.

Если эксперимент подтвердил какую-либо часть гипотез (а другую, соответственно, опроверг), то ясно, что искомая гипотеза может быть заключена именно среди них. Для того чтобы прийти к такому же результату методом произвольного (статистического) выбора гипотез, нам пришлось бы затратить значительно большее количество информации.

Здесь уместно отметить, что исходя из соображений теории информации, мы пришли к выводу, который хорошо известен в материалистической диалектике. В. И. Ленин отмечал, что раздвоение единого и познание противоречивых частей его есть суть диалектики (См. В. И. Ленин. Философские тетради. — Полное собрание сочинений, т. 29, стр. 316). Эта суть диалектики одновременно определяет оптимальный метод познания. Это совпадение выводов, сделанных исходя из разных соображений, еще раз подтверждает мнение о возможности плодотворного применения теоретико-информационных методов в гносеологии, в эффективности количественного анализа ряда положений теории познания, выраженных в качественной форме.

К какому соотношению количеств информации как содержания отражения и как характеристики метода отражения следует стремиться в процессе познания? По-видимому, необходимо, чтобы на единицу количества информации как содержания отражения приходилось бы минимальное количество информации, характеризующей метод познания. В этом случае процесс познания оказался бы наиболее эффективным. Очевидно, упомянутое отношение количеств информации могло бы служить одной из важных информационно-характеристик сравнения эффективности различных процессов познания. Можно также отметить, что эффективность познания можно измерять и при помощи ценности получаемой научной

² Ж. Ф. Схоутен показал, что количество информации может оказаться характеристикой эффективности применяемого метода экспериментирования (Ж. Ф. Схоутен, 1957).

информации. Ведь наиболее ценная информация получается лишь в том случае, если мы максимально приближаемся к цели — адекватному отражению исследуемого объекта.

Кроме того, характеристикой эффективности познания может служить формула, напоминающая хорошо известную из статистической теории информации формулу избыточности

$$\Theta = 1 - \frac{I_p}{I_0},$$

где под I_p будем понимать количество информации результата познания, а под I_0 — общее количество информации, получаемое в результате познания.

Ясно, что результат познания не должен зависеть от метода исследования (хотя результат не может быть получен без метода). В науке существуют определенные процедуры, устраняющие влияние метода познания. Например, в физике для этой цели используется принцип инвариантности, который, ограничивая разнообразие, преследует цель сохранения информации как содержания отражения, отделения ее от информации как характеристики метода познания. В основе принципа инвариантности лежит тот очевидный для материалистов факт, что объект познания существует независимо от ученого и содержит в себе сохраняющиеся свойства и потому все его отражения должны быть тождественными, инвариантными.

Из требования относительной независимости информации — содержания отражения (I_p) от информации — характеристики метода познания (I_m) следует, что общее количество информации складывается из суммы количеств упомянутых видов информации, т. е. $I_0 = I_p + I_m$. Как видно из формулы избыточности, увеличение I_m в общем ведет к увеличению избыточности, к снижению эффективности метода исследования. Стало быть, наиболее эффективным может считаться такой метод познания, который при максимуме I_p дает минимум I_m .

Из вышеизложенного вытекает весьма важный вывод: оптимальный метод познания возможен лишь в том случае, если существуют какие-либо общие законы (на основе которых можно разделять гипотезы на равные или почти равные части). Поэтому любой ученый в принципе заинтересован в познании общих законов — ведь они помогают существенно облегчить путь поиска истины. Методы теории информации позволяют находить оптимальный путь познания, но при этом необходимо исходить из знания общих законов.

Итак, для увеличения эффективности процесса познания необходимо знание общих законов. Но общие законы отнюдь не подменяют законов частных. Например, законы философии не могут заменить законов частных наук, ибо из них логически нельзя вывести все разнообразие частных законов. Мы уже говорили, что в этом случае общие законы содержат лишь часть информации частных законов. Общие законы обладают большей неопределен-

ностью и, следовательно, меньшим количеством информации, чем частные законы. Следовательно, из общих законов невозможно дедуктивным путем вывести всю информацию, содержащуюся в частных законах. Но так как общие законы содержат лишь часть информации, заключенной в частных законах, то вполне естественно пользоваться этой информацией при познании частных законов. Желательно иметь как можно более частый ряд уровней законов различной степени общности — это позволит выбирать наиболее оптимальный метод познания.

Важно отметить, что информация, содержащаяся в более общем законе, т. е. информация как содержание, результат познания выступает при познании частных законов уже как информация метода. Поскольку в методологии уже заключается часть информации, обязательно необходимой исследователю, то умелое ее использование предостерегает от поисков вслепую, от многих неверных проб и ошибок.

Дело, однако, не только в количестве информации, содержащейся в общих законах. Ясно, что, например, биологу мало что может дать, скажем, знание общей теории относительности. Знание этой теории важнее для физика, ибо заключенная в ней информация может помочь ему в решении конкретной научной проблемы (но, конечно, отнюдь не для всех физиков). Поэтому можно сказать, что для биолога информация, содержащаяся в общей теории относительности, не является ценной, хотя в ней (теории) и содержится значительное количество информации. В принципе ценность информации является различной для различных ученых, коллективов ученых, научных учреждений и т. д. (ибо у них могут быть разные цели). Рассмотрение проблемы ценности научной информации обнаруживает следующую простую закономерность. Чем более специальным (т. е. менее общим) является тот или иной закон, тем, как правило, его ценность оказывается достаточно высокой лишь для небольшого числа ученых. И наоборот — более общие законы оказываются ценными для большего числа ученых. В этом смысле методологическая ценность информации, заключенной в законах и категориях материалистической диалектики, является весьма высокой для ученых всех специальностей. Ведь каждый ученый занимается процессом познания, мышления и именно в силу этого ему необходимо знать закономерности его основного трудового процесса. Поэтому, несмотря на то, что философские законы могут содержать небольшое количество информации для решения данной конкретной задачи, они являются ценными в методологическом отношении, в частности как законы познания и мышления.

Методы теории информации могут оказаться полезными не только при изучении таких общих методов познания, как эксперимент (мы по существу говорили выше об оптимальном планировании эксперимента, конечно, в связи с теорией и гипотезой), но и таких, как наблюдение, анализ и синтез, дедукция и индукция, аналогия и моделирование и ряд других. Более подробно рассмотрим

лишь метод моделирования, выявим связь понятий информации и моделирования³.

Моделирование является методом научного познания, когда исследуемый объект в познавательном процессе заменяется другим объектом, называемым моделью, и уже в результате изучения модели получается новая информация об исходном объекте. В определениях понятий моделирования и модели встречается понятие информации, которое эквивалентно в данном случае одному из ее видов, именно тому виду информации, который называется научным знанием или научной информацией (В. А. Штофф, 1966, стр. 19, 149).

Анализ моделирования с теоретико-информационных позиций, на наш взгляд, может существенно содействовать выявлению гносеологических особенностей этого важного средства научного познания. В чем же заключаются информационные характеристики модели и моделирования? Попытаемся ответить на этот вопрос.

Известно, что в основе моделирования лежат отношения тождества и различия (Б. С. Грязнов, Б. С. Дынин и Е. П. Никитин, 1967). Метод моделирования применим лишь в том случае, когда между моделью и объектом — оригиналом существует конкретный вид тождества и различия. Как справедливо отмечают названные авторы, моделирование не применимо в том случае, когда между оригиналом и моделью имеет место или слишком высокая или слишком малая степень тождества, когда исследование одного объекта ничего не сможет дать для познания другого объекта.

Говоря языком теории информации, модель должна содержать некоторое определенное количество информации об объекте. Требование наличия верхней и нижней границ отождествления объекта и модели означает, что количество информации, содержащейся в модели относительно объекта, также должно быть заключено в определенном диапазоне. Ибо если это количество равно нулю, то объект и модель «абсолютно» различны и при помощи моделирования мы не извлечем никакой информации об объекте. Это, конечно, не означает, что модель и оригинал в действительности не имеют никаких общих черт. Такие общие черты существуют, но их выявление, познание обычно не ведет к производству новой информации, отличной от ранее известной об оригинале.

В то же время неверно было бы думать, что чем больше модель содержит информации об объекте, тем она лучше выполняет свои исследовательские функции. Увеличение количества информации модели относительно объекта приводит к чрезмерному усложнению модели и, следовательно, к познавательным трудностям. Усложнение модели, например, производственных процессов, как замечает Д. Н. Хорафас, приводит к появлению ряда факторов, не контролируемых экспериментатором, что может привести к обесцениванию модели (Д. Н. Хорафас, 1967, стр. 41).

³ Отметим, что информационный подход (эпсилон-энтропии) к моделированию содержится также в статье И. Б. Новика и А. И. Умова (1968).

Из вышеизложенного ясно, что само существо метода моделирования неизбежно связано с упрощением модели по сравнению с объектом. Одновременно можно сделать вывод, что необходимо изучать не только количественные информационные характеристики моделирования, но и качественные, в частности, прагматические свойства информации, которые, по-видимому, играют существенную роль в выборе тех или иных моделей. В этой связи, как справедливо замечает Ю. И. Черняк, ответ на вопрос «сколько информации содержится в модели» целиком зависит от того, кем, как и с какой целью используется модель, а также от того, что еще известно о системе, помимо этой модели (Ю. И. Черняк, 1967, стр. 35). Рассматривая информационный аспект моделирования, необходимо исходить из единства, взаимосвязи всех свойств информации.

Вообще можно классифицировать информационные свойства моделей в семиотическом аспекте на количественные (синтаксические), семантические и прагматические. Строго говоря, подобная классификация уместна лишь для знаковых моделей. Однако информационные отношения между знаками, объектами и субъектом аналогичны таким же отношениям между моделью, объектом и субъектом.

Что касается количественного анализа информации модели, то здесь могут быть применены методы шенноновской теории информации в ее современной форме (где, кстати, количество информации выражается как некоторая функция отношения двух объектов, например, модели и оригинала) и, кроме того, могут быть применены различные невероятностные подходы.

В плане выявления природы информации важно отметить, что изучение количественного информационного аспекта отношения «модель — оригинал» (т. е. того отношения, которое и составляет специфику моделирования как метода познания) подтверждает вывод о невероятностной природе информации. Если утверждение о том, что модель содержит информацию об объекте, является правильным, то отсюда легко сделать вывод о невероятностной природе информации. В самом деле, могут быть вероятностные модели невероятностных, например, однозначно детерминированных систем. Примером таких моделей можно считать применение метода Монте-Карло для расчета сложной электрической схемы. Могут быть однозначно детерминированные модели вероятностных систем (какими являются любые статистические данные), которые содержат лишь средние значения и не дают величины разброса (Д. Н. Хорафас, 1967, стр. 28). Наконец, могут быть вероятностные модели вероятностных систем и однозначно детерминированные модели таких же систем.

Особый интерес для нас представляют именно такие модели, которые подчиняются законам (статистическим или динамическим), не совпадающим с закономерностями систем (оригиналов). Именно, если такие модели содержат информацию об оригинале, то эта информация в принципе имеет невероятностный характер. Изучение информационных отношений модели-оригинала позволя-

ет считать, что информация и ее количество в общем выражают нечто общее, инвариантное и по отношению к статистическим и по отношению к динамическим закономерностям. Модель содержит об оригинале нечто такое, что не зависит от типа закономерностей, присущих модели и оригиналу.

Конечно, невероятностный характер информации в общем также следует и из отношения модель — оригинал, которые оба подчиняются динамическим закономерностям. Однако при изучении таких отношений мы могли бы сделать лишь более узкий вывод о возможности наличия информации динамического, однозначно детерминированного типа, существующего наряду с вероятностным типом информации. Такой вывод действительно можно сделать, но вместе с тем можно было бы предполагать, что информация, соответствующая отношению модель — объект со статистическими закономерностями, и информация, соответствующая отношению модель — объект с динамическими закономерностями, составляют два принципиально различных класса, не переходящих друг в друга, не являющихся частными проявлениями чего-то более общего. Ограниченность этого последнего предположения со всей очевидностью выявляется при изучении отношений модель — объект с закономерностями «смешанного» типа.

Именно на основе анализа всех возможных отношений модель — объект с различными типами закономерностей можно подтвердить вывод, что понятие информации отражает нечто общее, что присуще и статистическим и динамическим закономерностям. Поскольку самым общим отношением «модель — объект» является отношение тождества и различия, то можно полагать, что оно в существенной части совпадает с информационным отношением. Такая точка зрения полностью соответствует предположению о том, что понятие информации включает в качестве существенного признака понятие различия, разнообразия. Поэтому когда говорится, что модель содержит информацию об оригинале, то прежде всего имеется в виду, что разнообразие, содержащееся в модели, соответствует разнообразию, присущему оригиналу. И, как уже об этом говорилось, это разнообразие должно находиться в определенном количественном диапазоне.

Выбор этого количества информации (разнообразия) зависит от целей исследования (познания объекта-оригинала). При моделировании как методе познания всегда стоит цель — познание объекта, поэтому информация, заключенная в модели (объекте), важна не сама по себе (она не самоцель), а лишь постольку, поскольку она движет наше знание к соответствующей цели. Поэтому отношение субъект — модель — оригинал в определенном смысле может быть заменено отношением субъект — информация модели — цель. В семиотическом плане указанное трехместное отношение является прагматическим отношением. И здесь уже можно говорить о полезности, или, в более общем смысле, о ценности информации модели. При выборе моделей используется, конечно, критерий ценности информации, но это не всегда осознается.

Можно отметить, что количество информации модели и ценность информации модели изменяются по-разному. Так, очевидно, что если количество информации в модели равно нулю, то и ценность информации также равна нулю. По мере повышения количества информации модели ценность также растет и для какого-то критического количества информации модели ценность достигает максимума, после чего, если это количество растет, то ценность начинает падать и при каком-то максимальном количестве информации опять достигает нуля. Этот последний случай отличается от первого тем, что модель оказывается настолько сложной, что посредством ее становится невозможным получить новую информацию об объекте. Очевидно, что как максимальное, так и критическое количество информации определяется в основном из прагматических соображений. Моделирование эффективно лишь вблизи диапазона, где ценность информации, получаемой от изучения модели, оказывается максимальной.

Итак, субъект способен наиболее эффективно получать информацию от модели лишь при определенных информационных характеристиках последней. Но эти характеристики не зависят полностью только от отношения модель — объект, а также от отношения субъект — модель — объект. Здесь важную роль играют не только цели, которые ставит перед собой субъект, но и отражательные возможности самого субъекта. Среди последних важную роль играет адекватность отражения. Для моделирования представляет большой интерес изучение отношения «образ — модель», которое мы здесь классифицируем как семантическое отношение. Однако специально здесь мы его не обсуждаем, так как оно не имеет гносеологической специфики (ибо модель тоже является объектом) в моделировании.

Наконец, рассмотрим отношение информации к материальным и идеальным моделям, поскольку это представляет первостепенный теоретико-познавательный интерес. Информация является не только свойством и характеристикой материального, но и идеального, поэтому и материальные, и идеальные модели содержат информацию. Попытку рассмотрения информационного аспекта этих двух типов моделей предпринял В. А. Штофф. В связи с этим он дает такое частное определение материальной модели: «Модель есть некоторое образование, несущее информацию о некотором другом объекте» (В. А. Штофф, 1966, стр. 149).

Легко видеть, что такое определение является чересчур широким, хотя и называется частным определением. Оно, во-первых, не выделяет специфику материальных моделей (следовало бы вместо «образования» сказать «материальное образование», так как понятие образование применимо и к идеальному). Во-вторых, что самое главное, это определение, правильно подчеркивая, что модель несет информацию об объекте, тем не менее «растворяет» понятие модели среди других образований, в том числе и материальных. Ведь информацию о другом объекте (не о самом себе) может содержать, скажем, книга. Но книга в общем не является моделью

объекта, о котором в ней может говориться. Дело в том, что книга содержит в себе информацию, которая уже извлечена из объекта и потому не может выполнять те функции, которые призвана выполнять модель.

Моделью может быть лишь такое материальное образование, которое еще необходимо изучить и из которого еще надлежит извлечь информацию — в процессе исследования. Извлечение информации из такого образования, как книга, несущего информацию об объекте, не является процессом исследования, а лишь процессом обучения. Разумеется, в определенной познавательной ситуации чтение книг может выполнять и исследовательскую функцию. Но это не означает, что всегда и при всех условиях любое материальное образование, несущее информацию о другом объекте, является моделью. По-видимому, определение В. А. Штоффа следует изменить на следующее: материальной моделью следует считать такое материальное образование, которое в процессе исследования дает возможность получить новую информацию о некотором другом объекте. Такое определение по существу отвечает общему определению модели, которое дано В. А. Штоффом в другом месте его работы, если из него исключить термины, относящиеся и к характеристике идеальных моделей (В. А. Штофф, 1966, стр. 19).

Нам представляется уместным также высказать замечания в адрес следующего положения В. А. Штоффа: «В общем итоге информационные свойства модели выражают ее отражательные функции и являются следствием той формы гомоморфизма, которая имеет место в каждом отдельном случае и характеризует отношение модели к объекту» (В. А. Штофф, 1966, стр. 150). Во-первых, как это вытекает из нашего предыдущего изложения, информационные свойства модели выражают не только отражательные функции модели. Кроме того, как только что отмечалось, информация не является только содержанием отражения, но может явиться и характеристикой метода познания, в частности метода моделирования. Например, ценность информации может характеризовать эффективность метода моделирования. Поэтому информационные свойства модели могут выражать не только отражательные функции модели, но и некоторые функции, которые связаны с отражением.

Во-вторых, мы полагаем, что информационные свойства модели не являются следствием гомоморфного отношения модели и объекта. Скорее наоборот — гомоморфизм есть следствие и частное проявление информационного отношения модели и объекта. Дело в том, что гомоморфное отношение модели и объекта является важным, но все же лишь частным случаем отношения типа тождества. Между моделью и объектом известны и другие отношения конкретного тождества, которые никак нельзя свести к гомоморфизму или изоморфизму. Поэтому информационные отношения модели и объекта не могут быть основаны только на отношении гомоморфизма.

Здесь можно обнаружить некоторую аналогию с соотношением понятий количества информации и вероятности. В логическом аспекте можно полагать, что информация является более широким понятием, чем вероятность, и поэтому эта последняя может быть обоснована понятием количества информации. Также и гомоморфизм может выступать лишь как частное по отношению к общему: информационному отношению модели и объекта, именно отношению соответствия их разнообразий (как конкретное тождество разнообразий). При этом важно отметить, что при переходе от объекта к модели происходит ограничение разнообразия, что находит свое выражение, в частности, в гомоморфизме. Однако теория гомоморфизмов должна рассматриваться как часть теории ограничения разнообразия (как это полагает У. Р. Эшби).

Вполне естественно, что информационная функция присуща и идеальным моделям. В отличие от материальных моделей, в которых информация как бы находится в связанном виде в самой модели и потому является потенциальной для субъекта, информация идеальных моделей является актуальной для человека. Здесь, как правильно замечает В. А. Штофф, носителем информации являются человеческий мозг и процессы, которые в самом человеке связаны с созданием образов (В. А. Штофф, 1966, стр. 150). В идеальной модели информация, будучи актуальной для субъекта, тем не менее не выступает в явной форме (иначе незачем строить модели). В результате изучения идеальных моделей происходит процесс преобразования информации из неявной формы в явную, выводную.

Наконец, в современной литературе употребляется понятие «информационное моделирование». Как замечает К. Е. Морозов, информационная модель в смысле В. М. Глушкова является одной из разновидностей идеальных моделей (К. Е. Морозов, 1966, стр. 405).

В литературе (особенно посвященной нижеперной психологии, эвристике и др.) существуют и иные определения информационных моделей. В целом же можно согласиться с Ю. И. Черняком в том, что понятие «информационная модель» лучше приберечь для моделей, дающих новую информацию об информации, информационных процессах (Ю. И. Черняк, 1967, стр. 35).

§ 3. Теоретико-информационный подход к изучению форм научного познания

Разнообразие объективной реальности используется общественным человеком, предварительно отражаясь в его сознании, и в этом смысле оно становится идеальной информацией. Поскольку информация может быть и материальной и идеальной, то методы и идеи теории информации могут быть с успехом применены для изучения явлений как объективной, так и субъективной сферы (в том числе и к исследованию форм научного познания, как важнейшего, интересующей нас в этом параграфе, вида идеальной информации). И в этом их важное отличие от традиционных методов естествознания (в частности, энергетических), акцентирующих внимание лишь на

исследовании материальных объектов. Отмечая универсальность методов теории информации, необходимо вместе с тем учитывать, что мыслительные информационные процессы имеют свою специфику. Поэтому, как справедливо писал основатель статистической теории информации К. Шеннон, «поиск путей применения теории информации в других областях не сводится к тривиальному переносу терминов из одной области науки в другую. Этот поиск осуществляется в длительном процессе выдвижения новых гипотез и их экспериментальной проверки» (К. Э. Шеннон, 1963, стр. 668).

Информационная специфика мыслительных процессов уже выявляется, и это находит свое выражение в создании упоминавшихся ранее логико-семантических теорий информации. Конечно, мышление, как и любой вид человеческого отражения, можно рассматривать и как передачу разнообразия из внешнего мира. Это и следует из теории передачи сообщений. Однако между передачей разнообразия в технических устройствах и передачей разнообразия от природы к человеку (обществу) можно увидеть важное различие.

Это различие основывается на том, что сообщения и входящие в них символы в технических каналах связи и кибернетических устройствах могут и должны быть рассматриваемы как некоторая особая структура (упорядоченность) физических (или иных) процессов, поэтому подсчитывается количество информации, которое несут сами эти процессы и их структура. В силу этого мы можем обнаружить переданную информацию как на входе, так и на выходе. Если же мы будем исследовать подобными методами мозг как орган мышления и «приемник» информации, то переданной информации от природы мы не обнаружим, а найдем лишь химические, механические и электрические характеристики нейронов. Информация, о которой идет речь, существует лишь в виде отношения, связи субъекта и объекта, но не существует вне этого отношения. На это обстоятельство совершенно справедливо обратил внимание Л. Б. Баженов (1964, стр. 336—338). Без учета того, что информация, заключенная в форме научного познания, выражает отношение субъекта познания к объекту, мозга и внешнего мира, невозможно понять природу этой информации. Идеальная информация, будучи отражением разнообразия объектов, совпадая с ним по содержанию, тем не менее приобретает некоторое относительно самостоятельное существование и движение.

Относительная самостоятельность идеальной информации имеет место как на чувственной, так и на рациональной ступени познания, мышления; на основе ранее полученной из внешнего мира информации создается новое разнообразие, новое знание. Например, в процессе воображения в сознании человека могут возникать чувственные или мыслительные образы, которых ранее он не воспринимал. Причем это могут быть образы, которые затем будут обнаружены в действительности (скажем, образ атома), или образы, являющиеся искаженным отражением действительности (образы бога, русалки, флогистона, теплорода и т. д.). Относительная самостоятельность информации, хранимой и преобразуемой сознани-

ем человека, имеет свои положительную и отрицательную стороны. С одной стороны, благодаря возможности преобразования информации в мозгу человека и создания нового знания появилась наука, с другой, — религия и прочие заблуждения. Мы не будем здесь рассматривать специфику информации при религиозном отражении мира, а обратим внимание на роль информации в правильном, научном отражении (об информационной специфике религиозного отражения мира см. А. Д. Урсул, 1968д).

Важным исходным положением является признание того, что новое знание (и соответственно разнообразие) создается в процессе не только чувственного, эмпирического познания, но и рационального, теоретического. Это положение является выводом из всей истории познания, и прежде всего истории философии. Сенсуалисты утверждали, что единственным источником нового знания являются ощущения; а мышление не способно его создать. Тезис, близкий к этому, отстаивал известный физик Л. Бриллюэн, полагая, что в процессе познания информация создается лишь наблюдением и экспериментом, теория же не дает ничего нового (L. Brillouin, 1965). Впрочем, такая позиция Л. Бриллюэна связана не столько с повторением старых взглядов сенсуалистов, сколько с очевидным влиянием на него философии неопозитивизма. Неопозитивисты считают, что только эмпирические науки (используя эксперимент и наблюдение) дают новое знание и что это новое знание не пополняется логическим мышлением. Движение форм научного познания будто бы не дает нового содержательного знания, новой информации (в семантическом аспекте).

Однако применение методов теории информации и анализ логических форм и их движения подтверждает вывод о генерации информации, сопровождающейся появлением нового содержания в мыслительных процессах. Полученная в результате взаимодействия субъекта и объекта идеальная информация кодируется в сознании в виде форм научного познания (суждений, умозаключений, понятий, гипотез, теорий и т. д.).

На современном этапе исследований наиболее эффективным оказывается применение теоретико-информационных идей к уже «готовым» формам научного познания, т. е. в формально-логическом аспекте, о чем дальше в основном и будет идти речь. Однако из этого не следует, что методы теории информации не могут быть применены к развивающимся формам научного познания. Ранее уже говорилось о возможности описания и измерения процессов развития теоретико-информационными средствами, но речь шла преимущественно о материальных системах. Но информационный критерий развития применим и в идеальных системах (например, в следующем параграфе мы будем обсуждать закон накопления научной информации). Однако, когда речь идет о развитии понятий, то здесь появляются специфические формы развития, которые не сводятся к таким простым видам развития, как прогресс и регресс. Мы не будем обсуждать аспект развития форм научного познания, а остановимся на анализе уже «готовых» логических категорий.

Выше уже в какой-то степени говорилось об информационном подходе к анализу суждений (глава III, §2) и гипотез (там же и в предыдущих параграфах этой главы). Поэтому в дальнейшем целесообразно сосредоточить внимание на других формах научного познания и, прежде всего, на понятии. Характерной чертой понятия как формы отражения действительности является «улавливание» в его содержании всеобщего и существенного в отображаемых предметах. Понятие «информация», например, характеризуется всеобщностью и существенностью таких его признаков, как «отражение» и «разнообразие».

Эта совокупность существенных признаков, которая отображает понятие, называется его содержанием. А множество предметов, каждому из которых присущи признаки, зафиксированные в понятии, называются объемом. Объем понятия информации включает в себя все виды информации в живой и неживой природе, кибернетической технике и общественных процессах.

В формальной логике известен закон обратного отношения между объемом и содержанием понятия. Согласно этому закону понятие, более широкое по объему, имеет меньше признаков, чем понятие с меньшим объемом. Так, общее понятие информации, поскольку оно распространяется на весьма широкую предметную область, включает в себя лишь два признака (отражение и разнообразие), в то же время понятие «кибернетическая информация», будучи менее широким по объему, включает в себя такие признаки, как наличие связи информации с управлением, смыслом (значением), ценностью.

Закон обратного отношения объема и содержания понятия применим лишь для понятий, которые рассматриваются вне движения, развития и, кроме того, лишь для тех понятий, когда объем одного из них полностью входит в объем другого. Следовательно, он не является универсальным.

Формально-логическое отношение между объемом и содержанием понятия поддается исследованию с помощью методов теории информации. Причем на этом пути достигается не только уточнение количественного аспекта понятия, но и создается возможность исследования, сравнения понятий, объемы которых не совпадают, т. е. там, где упомянутый закон обратного отношения не «работает».

Отражение предметов действительности в понятии может моделироваться некоторым процессом передачи информации от предметов к субъекту. В этом процессе происходит изменение содержания и объема понятия и, соответственно, связанной с ними информации, распределяющейся между двумя ее видами — информацией интенсивной и экстенсивной. Эти виды информации выступают друг относительно друга, в частности, как определенность и неопределенность (если рассматривать вероятностно-статистическую информационную модель понятия).

Объем понятия выражает как бы степень неопределенности при выделении предметов. Если в объеме понятия всего лишь один эле-

мент (предмет), то здесь нет никакой неопределенности, ибо не из чего выбирать. Расширение класса предметов ведет к увеличению степени неопределенности выбора. Осуществляя выбор из данного класса, мы снимаем неопределенность и тем самым получаем информацию. Неопределенность и информация являются противоположностями и в этом же отношении находятся объем и содержание понятий. По-видимому, на это впервые обратил внимание Г. Рейхенбах. «Когда мы определяем информацию как отрицательную энтропию, — писал он, — мы просто следуем закону взаимно обратного отношения между объемом и содержанием, известному из традиционной логики. ... Низкая энтропия всегда определяет малый класс конфигураций (в общем случае предметов. — А. У.), а высокая энтропия — большой класс. Используя закон взаимосвязи объема и содержания, мы, следовательно, будем приписывать высокое значение интенциональной информации состоянию с низкой энтропией» (Г. Рейхенбах, 1962, стр. 237).

Если объем понятия уменьшился, то соответствующее увеличение содержания понятия можно определить при помощи формул теории информации как логарифм отношения их объемов. Здесь, как видим, закон обратного отношения объема и содержания конкретизируется. От общей формулировки обратного отношения объема и содержания понятия переходим к такой количественной формулировке: уменьшение объема понятия соответствует увеличению содержания пропорционально логарифму обратного отношения объемов понятия. (Это уточнение формулировки закона обратного отношения между объемом и содержанием понятия можно наглядно проиллюстрировать графически при помощи кругов Эйлера.) Здесь изменение количества информации определяется точно так же, как и в случае, о котором говорит Л. Бриллюэн (1966, стр. 44). И хотя в примере Л. Бриллюэна идет речь о наблюдении и эксперименте, а в нашем случае о логических операциях над понятиями, во всех случаях мы имеем дело с ограничением разнообразия, с выбором из некоторого множества его подмножества, элемента. А это говорит о том, что и наблюдение, и эксперимент, и мышление приносят информацию.

Таким образом, ограничение разнообразия приносит информацию, однако не следует это положение абсолютизировать. Ведь ограничение в одном отношении (ограничение объема) ведет к расширению содержания (увеличению признаков, характеризующих понятие). Ограничение и расширение разнообразия взаимосвязаны не только в процессе формирования понятий, но и в других информационных процессах, и это следует всегда учитывать, избегая абсолютизации лишь одной из сторон реального изменения разнообразия.

Формулы теории информации довольно точно позволяют измерять соотношения между объемом и содержанием понятий, если можно точно определить класс предметов, обобщаемых понятием. В случае, если объемы понятий выражаются бесконечностями, то здесь некоторую помощь могут оказать методы эпсилон-энтропии

и эпсилон-смости. Возможны и чисто логические подходы, использующие особенности той или иной логики. Например, если ограничиться рамками дедуктивной логики, то, как показал Е. К. Войшвилло, здесь возможно установление информационной зависимости между содержанием понятий на базе логического следствия.

Е. К. Войшвилло полагает, что, если высказывание А является логическим следствием высказывания В, то информация, содержащаяся в первом, составляет часть информации, содержащейся во втором. «Если исходить из того,— пишет Е. К. Войшвилло,— что информация, которую несет высказывание, это и есть его содержание, то указанное отношение между А и В означает, что содержание А составляет часть содержания В» (Е. К. Войшвилло, 1967, стр. 203). Переход от отношений содержания высказываний к отношениям содержания понятий (фактического содержания) происходит лишь в том случае, если понятия рассматриваются не изолированно, а как составная часть некоторой системы знаний, скажем, теории. Поэтому, лишь рассматривая некоторую определенную теорию, мы можем сказать, что фактическое содержание понятия x $V(x)$ составляет часть фактического содержания x $A(x)$, если имеется некоторое множество истинных высказываний Γ , таких, что $\Gamma, A(x) \vdash V(x)$.

Необходимо заметить, что методы теории информации могут быть применены и в рамках индуктивной логики для характеристики содержания и объема понятий, и в рамках дедуктивной логики, когда отношения между объемами носят более сложный характер, чем рассмотренный ранее. Например, можно определять количество информации в одном понятии относительно другого, если их объемы совпадают частично (пересекающиеся круги Эйлера) и т. д.

Выше шла речь о статистической модели понятия, которая базируется на статистической модели познавательного процесса. Очевидно, что более общая информационная модель понятия должна основываться на общей информационной модели процесса познания, основные черты которой были изложены кратко в первом параграфе этой главы. Здесь мы остановимся на формально-логическом варианте такой модели.

Из «механизма» образования понятий (из того, что будет сказано дальше, не следует делать вывод, будто этот путь признается единственным) вытекает, что понятие, которое соответствует всего лишь одному объекту (признаку, свойству и т. д.), обладает максимально возможным содержанием. Это понятие как бы отражает все присущее данному объекту разнообразие на данном уровне. Понятие, которое соответствует уже двум объектам, должно абстрагироваться от различий между ними. Продолжая эту мысль, можно сказать, что чем больше объектов отражает понятие, тем меньше разнообразия оно содержит об отдельном объекте из всего множества объединяемых. Иными словами, в этом процессе происходит сужение содержания понятия, ибо содержание понятия — это то разнообразие, которое позволяет отождествить объект с данным классом, или же отличить его от других классов объектов, т. е. семантическое разнообразие. В процессе абстракции отождествления с уве-

личением множества объектов, отражаемых понятием, растет степень тождественности (т. е. растет экстенциональное разнообразие), ибо убывает количество различий каждого объекта (точнее: убывает интенциональное разнообразие). Итак, увеличение степени тождества отображаемых объектов можно измерять объемом понятия, так как под объемом понятия имеется в виду все множество обобщаемых в понятии объектов. Сказанное здесь отражает тот факт, что в основе образования понятий лежат отношения тождества и различия (Д. П. Горский, 1961, 1966).

Следовательно, более общее отношение между интенциональной и экстенциональной информацией выходит за пределы отношения определенности и неопределенности и выступает в плане отношения разнообразия и однообразия, тождества и различия. Интенциональная информация — это определенность признаков понятий (не только количественная, но и качественная). Короче говоря, это разнообразие признаков понятия. Экстенциональная информация — это определенность объема понятия, разнообразие предметов, охватываемых объемом понятий.

Наряду с применением синтаксических и семантических идей предполагаемое использование прагматических категорий в логике открывает возможности изучения ценности понятий (как и других форм научного познания). Как уже отмечалось, в любом понятии отвлекаются от одних признаков, связей, отношений и выделяют другие, которые считаются существенными. Невозможно понять, почему в том или ином понятии отвлекаются от одних признаков и выделяют другие, если не обратиться к понятию полезности, или ценности. Вычленение существенных признаков понятия происходит именно потому, что эти признаки полезны, они необходимы для человеческой практики. Отвлечение же от других, несущественных признаков также происходит потому, что они бесполезны в практическом отношении (здесь получается соответствие объективно существенного и субъективно полезного). Итак, в процессе образования понятий отбор существенных признаков явно происходит на основе прагматических соображений. В силу этого при анализе информационных характеристик понятий и других форм научного познания следует исходить из единства всех семиотических отношений, в том числе семантических и прагматических. Разумеется, это единство не следует понимать как тождество названных отношений, а лишь как их взаимосвязь.

Часто образование все более абстрактных понятий, связанное с уменьшением информации как содержания отражения, ведет к увеличению ценности понятий (в зависимости от цели — методологической, теоретической, эстетической, практической ценности и т. п.). Выделение в том или ином абстрактном понятии наиболее ценной информации при отражении объекта преследует вполне определенные цели. Если имеется в виду практическая ценность понятий, то отвлечение от второстепенного разнообразия, получающееся в результате абстрагирования, связано с определенным воздействием на данное явление или же с его искусственным воспроизведением.

Возможность построения не только статистической, но и более общей информационной модели понятия, а также невероятностные подходы к анализу содержания суждений ставят перед логикой проблему определения понятия информации (логической) независимо от понятия логической вероятности и, более того, определения этого второго понятия на базе первого.

К такому возможному выводу мы приходим на основе наблюдающейся аналогии в развитии логических и математических вариантов теории информации. Можно ожидать, что тенденция невероятностного подхода, проявляющаяся в математическом плане, будет отражена и в логическом, в частности, в концепциях семантической информации. Поэтому, если математики считают возможным, чтобы понятие количества информации предшествовало понятию вероятности, то и в логике понятие информации может оказаться более фундаментальным, чем понятие логической вероятности. Мы предполагаем, что информация (и ее свойства) могут характеризовать любую форму научного познания, независимо от того, является ли она достоверной или вероятной. Сказанное в определенной степени подтверждается работами советских авторов, разрабатывающих проблемы семантической теории информации (Е. К. Войшвилло, Ю. А. Шрейдер и другие).

Как уже отмечалось, из определения понятия информации и ее меры, принятого в работах Е. К. Войшвилло, вытекает, что информация следствий составляет часть информации, содержащейся в совокупности посылок. Такое отношение между величиной информации посылок и вывода, на наш взгляд, характеризует лишь дедуктивные умозаключения. Если исходить из того, что информация характеризует и достоверные и вероятные умозаключения, а понятие логического следствия можно применять и в индуктивной логике, то нетрудно сформулировать информационный критерий деления логики на индуктивную и дедуктивную.

Дедуктивные умозаключения характеризуются тем, что количество (семантической) информации посылок всегда превышает величину информации вывода (или равно ей). Возьмем для примера простой категорический силлогизм. В двух посылках здесь всегда содержится больше разнообразия (а здесь под разнообразием будем понимать понятия, входящие в силлогизм), чем в заключении. Это ясно, ибо обе посылки всегда содержат средний термин, который в результате вывода исключается в заключении. С позиций концепции разнообразия в результате такого преобразования логической информации, как дедуктивный вывод, не получается информации, отличной от той, которая имплицитно заключена в посылках. Но здесь можно говорить об информации как о чем-то новом в том смысле, что все разнообразие понятий заключения не существует в каждой посылке в отдельности.

В связи с вышеизложенным ясно, что об информации как разнообразии можно говорить лишь по отношению к чему-то вполне определенному. В дедуктивной логике речь идет, например, о новой информации в заключении по отношению к каждой из посылок в

отдельности. В результате дедуктивного вывода происходит с одной стороны ограничение разнообразия (скажем, исключение среднего термина), с другой стороны — его увеличение, получение нового знания на пути синтеза посылок. Важно отметить, что дедуктивные выводы вполне определены как по отношению к посылкам, так и по отношению к тем предметам, которые обозначают входящие в них термины (при условии истинности посылок).

Связь посылок и заключения в дедуктивном выводе, как заметил Б. Н. Пятницын, «абсолютно надежна, полностью помехоустойчива, и без всяких искажений передает заключению вывода ту единственную информацию, которая имеется в посылках, — их истинность (или ложность)» (Б. Н. Пятницын, 1967, стр. 50). Именно это наличие полной (однозначной) определенности движения информации от посылок к выводу обусловило то обстоятельство, что в дедуктивном выводе мы имеем дело лишь с истинностными значениями посылок и вывода и поэтому не обращаем внимание на информационный аспект связи посылок и заключения. Это положение в общем аналогично тому, что при изучении однозначной причинной связи, динамических закономерностей, обращалось внимание прежде всего на физический аспект причинности (а не на информационный). В физику понятие информации вошло уже после понятия вероятности и через него, та же картина наблюдается и в логике — понятие информации было введено Карнапом и Бар-Хиллелем через карнаповский вариант индуктивной логики на основе понятия логической вероятности. И лишь в дальнейшем стало выясняться, что понятие информации в логике претендует на более почетное положение, чем это отводилось логической вероятности.

В индуктивных выводах (мы будем иметь в виду в основном расширяющую индукцию) ситуация оказывается иной. Даже в том случае, когда между посылками и выводом постулируется однозначная связь (как в случае варианта индуктивной логики Карнапа), мы не можем с полной достоверностью сказать, что заключение оказывается истинным. В самом деле, в заключении индуктивного вывода мы получаем новое знание о наличии признака ряда предметов, о которых не говорилось в посылках. Знаковое выражение заключения индуктивного вывода содержит большую информацию, чем та, которая была передана от посылок. Эта информация прибавилась, проходя по другим, уже «внелогическим» каналам связи. Именно поэтому можно считать, что «печать неопределенности всегда лежит на совершаемых по индукции заключениях» (Б. Н. Пятницын и А. Л. Субботин, 1969, стр. 86). Причем эти же авторы также отмечают, что в индуктивных выводах заключения протендуют на информацию большую, чем та, которая выявлена в посылках.

Как же совместить эти высказывания: с одной стороны, заключения индуктивных выводов содержат большую информацию, чем посылки, а с другой стороны, на них лежит печать неопределенности (имея в виду, что информация выступает как снимаемая неопределенность, т. е. определенность)? Эти положения не противоречат друг другу, ибо когда говорится о большей информативности

заключения относительно посылок, то имеется в виду, что оно снимает и большую неопределенность. Степень неопределенности, снимаемой в заключении, больше степени неопределенности, снятой в посылках, так как к этой последней добавляется часть неопределенности «внелогического» происхождения. Однако, поскольку делается индуктивный вывод, то он снимает как неопределенность посылок (в силу передачи информации от посылок к заключению), так и «внелогическую» неопределенность, но снятие этой дополнительной неопределенности в заключении происходит лишь для субъекта.

Итак, в индуктивной логике информация заключения является новой уже по отношению не только к каждой посылке в отдельности (как это было в дедуктивном выводе), но по отношению к совокупности посылок. Поэтому семантической информации в заключении индуктивного вывода оказывается больше, чем в посылках. И вовсе не обязательно для ее оценки применять вероятностные методы, как это делается в некоторых вариантах индуктивной логики (Кейнс, Карнап, Кемени, Рейхенбах). Здесь возможны и иные методы, например, так называемой неопределенностной логики, которая исследует высказывания, совмещающие несколько значений истинности (Решер). Эти варианты логики оказываются более абстрактными, чем вероятностные, и надо думать, что в них с успехом может быть использовано понятие информации.

И, хотя введение в логику понятия информации — заслуга вероятностного варианта индуктивной логики, тем не менее становится ясным, что это понятие может «работать» и за его пределами, причем как в индуктивной, так и дедуктивной логике. Более того, рассмотренный информационный аспект дедуктивных и индуктивных умозаключений позволяет обойтись без понятий вероятности и достоверности, которыми обычно характеризуются принципы деления логики на два вида. Критерием такого деления может быть информационный, причем само понятие логической вероятности можно вывести из понятия информации. Подобный предполагаемый вывод представляется нам более естественным, чем построение индуктивной логики на базе частотного или аксиоматического определения вероятности, когда логика понятие вероятности практически заимствует из математики.

Правда, при предлагаемом подходе возникает новый вопрос, что же понимать в логике под информацией и ее количеством? В качественном аспекте ответ на этот вопрос не представляет особых трудностей. Если строится семантическая теория информации, то под информацией понимается содержание той или иной логической формы, например, в суждениях «единицами», «квантами» информации могут выступать термины (точнее — содержание понятий). Как следует из концепции разнообразия, под «единицей» информации понимается различие двух объектов (элементов, связей, отношений и т. д.). В логическом аспекте, по-видимому, может идти речь о смысловом различии понятий, суждений, теорий и т. д. Однако под разнообразием можно понимать и значения истинности, модаль-

ности и т. п. В зависимости от рассматриваемого логического разнообразия можно строить различные концепции информации, в частности, семантические.

Причем, логическое разнообразие может измеряться на уровнях понятий, суждений, гипотез, теорий и т. п. Так, первоначально в теории Карнапа — Бар-Хиллела под «единицей» информации понималась дизъюнкция атомарных предложений довольно бедного языка. Если ограничиться столь же простым языком, что и в теории Карнапа — Бар-Хиллела, но в рамках дедуктивной, а не только индуктивной логики, то следует предположить, что единицей измерения семантической информации также может служить дизъюнкция атомарных предложений. Из этого, конечно, не вытекает, что информацией характеризуются лишь дизъюнктивные суждения. Пользуясь правилами эквивалентного выражения одних видов суждений через другие, можно теоретико-информационными методами анализировать и конъюнктивные и имплицативные суждения. Конечно, предположение об использовании дизъюнкции в качестве «кванта» семантической информации (на уровне суждений) требует своего обоснования в формализованных вариантах. Однако сама мысль об использовании дизъюнкции полностью вытекает из концепции разнообразия и не зависит от того, какие рассматриваются формы суждений — достоверные или вероятные. Более специальное обсуждение этих проблем выходит за рамки методологического анализа.

Без сомнения, наибольший интерес представляет информационный подход к анализу самой развитой формы научного познания — теории. Одно из направлений таких исследований — определение информационных количественных характеристик научной теории, а также ее компонентов: законов, понятий, принципов и т. д.

В настоящее время обсуждается, например, количество информации, содержащейся в эмпирическом законе, и соотношение количеств информации в эмпирическом и теоретическом законе. Заранее, до эксперимента существует некоторое поле возможных изменений значения некоторой физической величины, площадь которого равна P_0 . В результате эксперимента (наблюдения) эта область перестает быть столь неопределенной, она сужается до площади P_1 . Поэтому количество информации, которое принесет нам эксперимент, можно измерить как $I_1 = k \lg \frac{P_0}{P_1}$ (Л. Бриллюэн, 1966, стр. 44).

Очевидно, что это количество информации не является простой суммой количеств информации соответствующих экспериментов (даже при условии их независимости). Это количество информации в эмпирическом законе есть, по-видимому, средняя величина (скажем, математическое ожидание), т. е. среднее количество информации, и оно выражается столь простой формулой лишь в том случае, если экспериментальный закон устанавливается одним-единственным экспериментом, чего обычно никогда не бывает. Поэтому приведенная формула Л. Бриллюэна измеряет не количество информации эмпирического закона, а по существу количество информации

одного эксперимента. Количество информации эмпирического закона измеряется в случае статистических методов измерения не формулой Бриллюэна, а формулой Шеннона.

Исходя из того, что нам известно информационное содержание ряда эмпирических законов, Л. Бриллюэн ставит вопрос о возможности на этой основе определить информационное содержание теоретических законов. Он полагает, что это содержание в идеальном случае равно суммарному количеству информации, которая «должна была содержаться во всех эмпирических результатах, теперь с уверенностью предсказываемых теоретическими вычислениями» (Л. Бриллюэн, 1966, стр. 53). Однако с этим трудно согласиться по следующим причинам. Во-первых, таких эмпирических результатов в принципе может быть бесконечное множество и поэтому любая теория может с этой точки зрения содержать бесконечное количество информации. Поэтому речь, видимо, должна идти все же об эмпирических законах и притом о некотором их ограниченном количестве. Фактически ранее Л. Бриллюэн и говорит об этих эмпирических законах, но затем заменяет их другим понятием, которое вносит путаницу.

Во-вторых, даже при сделанной оговорке невозможно считать информационное содержание теории (теоретического закона) лишь суммой, например, ранее независимых эмпирических законов или лишь как ту часть информации, которая в известной степени определяется общим для всех в какой-то мере зависимых эмпирических законов. Если информационное содержание теоретического закона — простая сумма количеств информации эмпирических законов, то при этом оказывается непонятной роль ученого-теоретика, формулирующего законы. Получается, что он не создает новую информацию, а лишь выполняет простейшие операции, подобно вычислительной машине. Это существенный недостаток методики Л. Бриллюэна, и он делает фактически бесполезным ее использование. Причем это осознает сам ее автор, заявляя, что «здесь проявляется ограниченность наших фундаментальных предположений: они не дают никакого практического результата для чисто математических задач... Ясно, что подобное упрощение переходит все границы и что общая проблема применимости теории информации к чистой математике далека от решения» (Л. Бриллюэн, 1966, стр. 54).

Но Л. Бриллюэн все же ошибается, думая, что это ограничение сказывается лишь на математических рассуждениях. Это ограничение присуще любому мыслительному акту, связанному с переходом от эмпирического к теоретическому уровню, вообще любым индуктивным выводам. Выше нам уже приходилось говорить о том, что в индуктивном выводе не вся информация заключения передается от посылок. Поэтому формулировка теоретического закона на базе эмпирических законов содержит некоторое количество информации, идущее не от этих последних законов, а от других каналов связи, характеризующих творческий поиск ученого. Поэтому ни суммой, ни только частью этой суммы количества информации эм-

пирических законов теоретические законы не характеризуются. Конкретное решение этой проблемы Л. Бриллюэном не может нас удовлетворить, ибо оно, как выше говорилось, исходит из неопозитивистских представлений. Поэтому Л. Бриллюэну можно лишь приписать честь постановки этой важной для гносеологии и логики науки проблемы, но никак не решения.

Эта неудача Л. Бриллюэна является еще одним доказательством несостоятельности трактовки информационных моделей познавательных процессов лишь в духе снятия неопределенности или ограничения разнообразия. Однако, если учесть эти замечания, то сама по себе идея Л. Бриллюэна об измерении информации в законах науки в плане ограничения разнообразия заслуживает дальнейшей разработки, выявления отношений понятий информации и закона.

Взаимосвязь понятий информации и закона вытекает из весьма общих соображений. Дело в том, что закон в определенном отношении является ограничением разнообразия. Но в общем закон — это единство ограничения и увеличения разнообразия. Поэтому, рассматривая, как это, например, делает У. Р. Эшби, связь ограничения разнообразия и закона, мы не должны абсолютизировать эту связь, должны помнить, что это лишь аспект закона, но не сам закон. Любой закон неисчерпаем и в этом он подобен явлению (хотя соотношение закона и явления выступает как тождество и различие, простое и сложное, внутреннее и внешнее, устойчивое и изменчивое и т. д.).

Рассматривая закон как инвариант, а в более общем случае как ограничение разнообразия, У. Р. Эшби отмечает, что наличие инварианта в некотором множестве явлений свидетельствует о том, что осуществляется не вся область разнообразия, а лишь его часть.

Можно привести множество примеров, подтверждающих мысль У. Р. Эшби. Законы классической механики являются ограничением разнообразия, ибо устанавливают определенную связь между механическими характеристиками тел (между ускорениями, скоростями, массами, силами и т. д.), но исключают другие, теоретически возможные. Такое понимание ограничения разнообразия можно было бы назвать теоретико-познавательным ограничением разнообразия. Ведь вначале априори мыслится некоторое возможное разнообразие, затем определяется закон как некоторое ограничение разнообразия, как переход от логически возможного к объективно существующему.

Однако ограничение разнообразия существует и вне познавательного процесса, т. е. независимо от сознания. Так, любой закон есть ограничение разнообразия в том смысле, что явление не может полностью определяться законом (как его инвариантом). Оно подчиняется не одному какому-либо закону, а совокупности (причем бесконечной) законов. Но, кроме законов, любое явление определяется и условиями. Поэтому любой закон в объективном аспекте является всегда ограничением разнообразия. В силу этого закон содержит меньшее количество разнообразия, чем явление в его конкретном содержании.

Следует, однако, отличать отношение количеств информации объективно существующих закона и явления и отношение количества информации их отражений. Известно, что абстракция закона природы отражает природу глубже, вернее, полнее. Это положение диалектики с теоретико-информационной точки зрения, в частности, означает, что закон в определенном аспекте имеет большее информационное содержание, чем явление. Здесь имеется в виду не объективно-реальное явление, а образ явления, его отражение нашими ощущениями, восприятиями, представлениями.

В процессе отражения явлений органами чувств последние существенно огрубляют, ограничивают разнообразие объективно существующих систем. Бесконечное разнообразие явлений нашими органами чувств отражается в виде конечного разнообразия. Часть информации теряется при чувственном отражении, но абстракция закона это не простое ограничение (редукция) эмпирического разнообразия. Смысл абстракции закона заключается в основном в том, что на уровне теоретического мышления происходит отвлечение от некоторых сторон чувственного разнообразия явлений, для того чтобы расширить разнообразие, которое недоступно непосредственно чувственному познанию. Поэтому информационное содержание абстракций, законов может быть больше, чем в чувственных образах.

Информационному анализу теперь подвергаются не только законы, но и понятия, о чем кратко говорилось выше. По-видимому, наряду с анализом методами теории информации объема и содержания понятий может быть использовано и понятие информационной емкости, которая не сводится ни к объему, ни к содержанию понятия. Во всяком случае уже сейчас понятие информационной емкости понятий начинается использоваться при методологическом анализе физических теорий (И. А. Акчурина, 1963).

Так, классическая механика использовала понятие евклидова пространства (в общем случае n -мерного). В работах А. Н. Колмогорова было определено, что информационная емкость (здесь используется вариант невероятностного, комбинаторного подхода к определению количества информации и емкости) n -мерного евклидова пространства растет пропорционально $n \log_2 1/\epsilon$, где n — число измерений евклидова пространства, а ϵ — точность определения информационной емкости (точность различения точек соответствующего пространства).

В квантовой механике используется гильбертово пространство, информационная емкость которого растет уже пропорционально $1/\epsilon$. При построении общей теории элементарных частиц используется пространство функционалов, информационная емкость которого пропорциональна $\exp \frac{1}{\epsilon}$.

Информационная емкость математических понятий, используемых в физике, существенно связана с теоретико-познавательными возможностями соответствующих теорий. Большая информационная емкость понятий «открывает пути для дальнейших обобщений тео-

рий, отсутствующие в рамках обычной формулировки, исчерпавшей свою информационную емкость» (И. С. Алексеев, 1967, стр. 290).

Информационную интерпретацию получают и отдельные принципы научных теорий, первоначально сформулированные вне всякой связи с понятием информации. Например, Ю. А. Шрейдер, полагая, что информация является таким же объективным свойством материальных процессов, как масса и энергия, дает «информационную» интерпретацию фундаментальным принципам современной физики (Ю. А. Шрейдер, 1967, стр. 16—17). Так, он полагает, что основной принцип специальной теории относительности, «состоящий в том, что никакой сигнал не может передаваться со скоростью, большей скорости света в вакууме, носит явно информационный характер» (Ю. А. Шрейдер, 1967, стр. 16). Движение со скоростью, превосходящей световую, не исключается этим принципом. Например, если освещать поверхность Луны находящимся на Земле лазером с угловой скоростью 1 радиан в секунду, то световое пятно будет перемещаться быстрее чем со скоростью света. Но с помощью этого светового пятна невозможно осуществить передачу информации от одного освещенного участка Луны к другому. По Ю. А. Шрейдеру, этот принцип специальной теории относительности носит информационный характер, он устанавливает именно максимальную скорость передачи информации.

Другой основной принцип современной физики — принцип неопределенности Гейзенберга, как считает Ю. А. Шрейдер, также носит информационный характер. Он устанавливает ограничение числу различных квантовых состояний в фиксированном фазовом объеме и может быть выражен в энтропийной форме, в частности, как связь информационных и масс-энергетических характеристик.

Возможно, что столь радикальная «информационная» интерпретация уже известных принципов физики покажется дискуссионной. Однако эта новая точка зрения может, на наш взгляд, оказаться полезной, особенно в информационном анализе физических теорий. По-видимому, на современном этапе не менее ценным может оказаться информационный анализ (с акцентом на гносеологическом аспекте) и других принципов физики, например, принципа инвариантности, симметрии и т. д.

Так, принцип инвариантности в физической теории выполняет ряд важных информационных функций в познавательном процессе. Во-первых, преследуя цель адекватного отражения исследуемых объектов, принцип инвариантности помогает сохранить количество информации в соответствующих отображениях. Во-вторых, это сохранение количества информации не происходит автоматически, здесь необходимы особые приемы кодирования и декодирования научной информации, и эти функции также выполняет принцип инвариантности (ясно, что сохранение разнообразия связано с кодированием и декодированием). В-третьих, принцип инвариантности ограничивает мыслимое (логическое) разнообразие уравнений, выступая в качестве некоторого регулятора, метода выбора искомых законов. В-четвертых, наконец, упомянутое ограничение вместе с

тем ведет к производству новой научной информации, к увеличению ее количества в научных теориях.

Определенный интерес представляет подход к анализу теории в плане передачи, кодирования и декодирования информации, рассмотрения синтаксических, семантических и прагматических аспектов теории, который намечен, например, в работе Л. Е. Анисимовой и В. А. Штоффа (1968). Ясно, что ограничение лишь количественными, по существу синтаксическими характеристиками еще не исчерпывает возможного спектра теоретико-информационных средств анализа теории. Это чувствовал еще Л. Бриллюэн, когда он говорил о том, что его схема чрезмерно упрощена и что необходимо обращать внимание на значение и ценность теорий (Л. Бриллюэн, 1966, стр. 54—57). Он, в частности, обратил внимание на практическую и эстетическую ценность научных теорий, не указав, однако, как можно было бы подойти к их анализу с позиций теории информации. Некоторые соображения о ценности теорий можно получить на основе изучения цитируемости (см. гл. VI, § 5), однако проблема прагматических, как и семантических характеристик научной теории нуждается в обстоятельном исследовании.

§ 4. О некоторых проблемах исследования научной информации

Существует специфическая область человеческой деятельности, где информационные характеристики науки выдвигаются на первый план. Эту деятельность называют сейчас научно-информационной, причем некоторые авторы считают ее третьим самостоятельным направлением познавательного процесса, наряду с теоретической и экспериментальной деятельностью (А. И. Михайлов, А. И. Черный и Р. С. Гиляревский, 1968, стр. 42). Нам думается, что такое выделение еще нуждается в обстоятельной аргументации, поскольку научно-информационная деятельность включает в себя и теоретические и экспериментальные исследования. Специфика научно-информационной деятельности, на наш взгляд, обусловлена прежде всего предметом этой деятельности (научно-технической информацией), и уже этот предмет в определенной мере детерминирует особые теоретические методы и технические средства научно-информационной деятельности.

Как отмечают названные авторы, в современную научно-информационную деятельность входит решение следующих трех задач.

Во-первых, максимально возможный сбор и аналитико-синтетическая переработка документальной информации с целью наиболее быстрого оповещения ученых о всех новых достижениях науки и техники. Во-вторых, длительное хранение этой информации в информационно-поисковых системах, позволяющих получить быстрый, исчерпывающий и многоаспектный поиск необходимых знаний. В-третьих, переработка информации в информационно-логических системах с целью получения новой информации. Решение этих задач связано с тем обстоятельством, что традиционные средства

уже не в состоянии обеспечить ученого необходимой информацией, в результате чего иногда оказывается выгоднее производить исследование заново, чем искать его результаты в соответствующих научных документах.

Поскольку предметом научно-информационной деятельности является научная информация, то вполне понятны попытки использования для этой цели теоретико-информационных понятий и принципов. Информационный подход чаще всего состоял в определении количества информации в той или иной отрасли науки или даже всей науки в целом⁴ (т. е. наука в этом случае представляется как результат отражения, как некоторая система знаний).

Науку в информационном аспекте можно также представить как деятельность общества по производству знаний. Такая концепция позволяет применить к науке уже все методы теории информации, ибо здесь необходимо исследовать не только результат, но и сам процесс познания. Здесь оказываются работоспособными кибернетические концепции информации, представление о научной деятельности в плане восприятия, хранения, а главное — переработки информации и т. д., а также прагматические концепции и вообще — весь спектр теоретико-информационных идей.

Исследованием научно-информационной деятельности занимается недавно возникшая новая научная дисциплина — информатика, или, как ее называли до недавнего времени, — теория научной информации. «Информатика — это научная дисциплина, изучающая структуру и свойства (а не конкретное содержание) научной информации, а также закономерности научно-информационной деятельности, ее теорию, историю, методiku и организацию» (А. И. Михайлов, А. И. Черный и Р. С. Гиляревский, 1968, стр. 57). Информатика (теория научной информации) находится в начале своего становления, когда основные ее закономерности только начинают выявляться. Именно в этот период развития новой науки важную роль может оказать правильное решение ее общих вопросов.

Общие вопросы любой науки, как правило, дают метод решения других, более частных задач и в этом смысле они несут мето-

⁴ Существуют попытки подсчета роста количества информации в современных информационных объектах науки (хранящих, фиксирующих научную информацию). Среди них — книги, журналы, патенты, авторские свидетельства, фильмы и т. п. По данным двух американских журналов «Америкэн докуменштейн» и «Сайентифик америкэн», всех упомянутых нами информационных объектов (данные за 1963 год) насчитывается значительно более 100 млн. И, возможно, сейчас их количество составляет около восьмисот миллионов. Полагая, что каждый такой объект содержит в среднем 100 тыс. пятибуквенных слов, средний запас информации в нем оценивается в 6 млн. битов. Отсюда следует, что если число информационных объектов составит около 800 млн., то количество информации в них достигнет порядка 10^{15} битов. Причем подсчитано, что это количество информации возрастает примерно на 3,1% каждый год, обнаруживая тенденцию экспоненциального роста. Поскольку эта оценка относилась ко всей печатной продукции в 1963 г., а за последующие годы количество научной информации возросло, то ориентировочно можно считать, что оно имеет указанный порядок и в настоящее время.

дологическую функцию, так же как и философские законы и категории, поэтому их с полным правом можно назвать методологическими. Но методологические проблемы информатики не сводятся только к ее общим вопросам, ибо включают в себя еще и традиционную философскую проблематику, т. е. проблематику, выходящую за пределы компетенции только информатики, но в той или иной мере связанную с ней.

В настоящее время уже можно выделить ряд вопросов, которые мы здесь называем методологическими:

1. Формулировка основных понятий информатики, например таких, как «информация», «научная информация», «информационная деятельность» и др.

2. Определение предмета и метода информатики.

3. Изучение наиболее общих законов развития и движения научной информации (типа закона ускоренного развития науки, дифференциации и интеграции наук и т. п.).

4. Анализ взаимосвязи информатики с другими науками и в первую очередь с теми, предмет или метод которых близок к предмету и методу информатики.

5. Исследование взаимоотношения информатики с компонентами производительных сил и производственных отношений и с другими формами человеческой деятельности.

По-видимому, можно назвать еще ряд проблем методологического характера, имеющих отношение к информатике. Естественно, что их разработка потребует совместных усилий как специалистов в области теории научной информации, так и философов и социологов. В настоящем параграфе мы рассмотрим лишь некоторые из упомянутых методологических проблем (определение понятия «научная информация», темпы накопления научной информации, взаимоотношение информатики со статистической, семантической и прагматической теориями информации). В обсуждение этих проблем попытаемся внести некоторые дополнительные соображения.

Среди основных понятий информатики наиболее дискуссионными представляются: «информация» и «научная информация». Поскольку понятие «информация» обсуждалось ранее, то здесь мы остановимся более подробно на анализе понятия «научная информация».

Несмотря на уточнение ранее дававшихся определений, одна из последних формулировок этого понятия: «научная информация — это получаемая в процессе познания логическая информация, которая адекватно отображает закономерности объективного мира и используется в общественно-исторической практике» (А. И. Михайлов, А. И. Черный и Р. С. Гиляревский, 1966, стр. 38), на наш взгляд, не может считаться окончательной и, в свою очередь, должна быть уточнена. Причинами такого уточнения в общем случае оказываются две: во-первых, недостаточная адекватность наших представлений об этом понятии, во-вторых, изменение развития самого предмета определения, т. е. научной информации. Здесь мы

рассмотрим лишь возможное уточнение определения научной информации в связи с первым аспектом. Проблема определения понятия «научная информация» сводится к установлению его содержания, т. е. к выделению существенных и общих его признаков. Если понятие «научная информация» определять через понятие «информация», не раскрывая содержания последнего понятия, как это сделано в приведенной выше формулировке, то задача сводится к определению признака «научная».

Для информатики большой интерес представляет концепция науки как некоторой развивающейся системы знаний, нежели концепция науки как деятельности общества по производству знаний (а также приемов, способов научного познания). Разумеется, это второе определение науки более широкое и включает в себя первое. Это последнее определение науки как особого вида деятельности, является, по-видимому, более адекватным, чем первое определение. Однако информатика абстрагируется от некоторых аспектов науки как деятельности (например, таких моментов, как продумывание идеи каким-либо ученым или обмена мыслями в форме разговорной речи без фиксации результатов в документальной форме и т. п.). Информатику интересует прежде всего результат научной деятельности людей, воплощенный в документах (статьях, книгах, отчетах, патентах и т. п.).

Поэтому из наиболее широкого определения науки необходимо выделить лишь часть этого определения для его адекватного употребления в понятии «научная информация». Такое выделение интересующих нас аспектов определения науки дано, например, в статье Б. М. Кедрова и А. Г. Спиркина (1964, стр. 562). Учитывая это, можно было бы уточнить приведенное выше определение понятия научной информации. Можно, например, считать, что научная информация — это получаемая в процессе познания логическая информация (т. е. фиксируемая в системе точных понятий, суждений, умозаключений, теорий и гипотез), которая адекватно отображает явления и законы внешнего мира или духовной деятельности людей и дает возможность предвидения и преобразования действительности в интересах общества.

Нетрудно видеть, что данное определение сохраняет положительные моменты процитированного нами определения, но в некоторых пунктах его развивает, уточняет. Уточнение заключается в основном в следующем.

Во-первых, научная информация — это не только законы (закономерности), но и инвариантные элементы — условия, явления. Поэтому мы сочли целесообразным добавить наряду с законами и явления (т. е. законы плюс условия). Ясно, что научная информация — это не только законы, но и некоторые факты. Можно считать факты (отражение явлений, условий) низшим уровнем научной информации.

Во-вторых, научная информация отражает, фиксирует не только явления и законы объективного (материального) мира, но и субъективного (идеального), духовного мира.

В-третьих, мы считаем, что научная информация не только используется в общественно-исторической практике, но и дает возможность предвидения и преобразования действительности в интересах общества. Такое изменение устраняет представление, будто бы та часть результатов научного познания, которая сейчас еще не используется в практике, не является научной информацией.

И все же и это уточнение, представляясь необходимым, не является в то же время достаточным. Возникает вопрос, а чем же понятие научной информации, нами сформулированное, отличается от общепринятого понятия научного знания? Ясно, что необходимо либо указать на отличие этих понятий, либо одно из них окажется излишним. Конечно, нельзя не признать, что очень часто понятие «научное знание» и «научная информация» употребляются как равнозначные, однако здесь мы не вправе это делать.

Уже говорилось о том, что информатику интересует далеко не всякое научное знание, а лишь «документализированное» и тем самым включенное в научно-коммуникативный процесс. «Документализация» необходима для последующей коммуникации и использования научного знания. Конечно, научное знание можно передавать и без «документализации», например, в форме лекций и бесед, но от этих процессов коммуникации информатика часто абстрагируется. В принципе под научной информацией можно понимать такое научное знание, которое тем или иным способом закодировано и включено в социальный коммуникативный процесс. От этого понятия научной информации в широком смысле следует отличать понятие научной информации в более узком смысле, как научного знания, обязательно принимающего документальную форму для последующего функционирования в коммуникативных социальных и технических системах. Этим самым понятие научной информации мы отличим от понятия научного знания, ибо не всякое научное знание зафиксировано, закодировано на материальном носителе, т. е. документе. Тем не менее можно отметить, что существует прогрессивная тенденция «документализации» научного знания, превращения его в научную информацию. Информатика имеет дело именно с научным знанием, принявшим форму научной информации. Различие между научной информацией и научным знанием, стало быть, не в содержании, а в форме существования. Дальнейшие исследования позволяют выработать еще более адекватное определение понятия «научная информация» и других важнейших понятий информатики⁵.

Научная информация является важной частью содержания науки. Кроме информации, научная деятельность охватывает и кадры науки, ассигнования на научные исследования и т. д. Все эти

⁵ Несколько слов о новом названии теории научной информации. В общем оно представляется удачным. Однако следует указать, что в советской литературе это название было впервые предложено Ф. Е. Темниковым еще в 1963 г. (Ф. Е. Темников, 1963). По своему содержанию предполагалось, что информатика — это наука, предметом которой являются любые виды информации (не только научной информации). Поскольку такое представление об информатике фигури-

показатели обнаруживают тенденцию увеличения — растут ассигнования, число научных работников, количество публикаций и т. д. Количество публикаций растет, например, по экспоненте, так же как и число людей науки удваивалось каждые десять-пятнадцать лет. Расчеты показывают, что если такие темпы роста будут продолжаться, то лет через двести все население Земли неизбежно должно превратиться в научных работников, а все денежные средства должны тратиться только на науку. В определенном аспекте такая ситуация, несомненно, отражает тот факт, что наука все больше становится непосредственной производительной силой, оказывая все большее влияние на основные компоненты производительных сил. Однако наука, обнаруживая тенденцию интенсивного развития, не может вытеснить и заменить все остальные сферы человеческой деятельности, поэтому в будущем обязательно произойдет снижение роста некоторых ее количественных характеристик развития, к числу которых следует, по-видимому, отнести количество научных работников, ассигнования, а, возможно, и количество публикаций. Снижение упомянутых параметров развития науки некоторые зарубежные ученые, например, Д. Прайс, П. Оже, В. Буш, связывают с замедлением темпов ее развития. Однако с этим выводом невозможно согласиться, ибо он основан на неверных методологических принципах, в частности, на превратном представлении о самой сущности науки; последняя сводится названными учеными к таким характеристикам, как количество научных публикаций, число научных работников и т. п.

Вывод о неизбежном в будущем замедлении темпов развития науки может свидетельствовать лишь о том, что не выявлена еще та количественная характеристика, которая непосредственно связана именно с глубинными закономерностями науки. Из всего содержания науки необходимо выделить лишь наиболее инвариантную, устойчивую часть, которая и призвана в первую очередь охарактеризовать развитие науки. Надо думать, что такая количественная характеристика не будет обнаруживать тенденции к замедлению.

Вообще вывод о предстоящем замедлении темпов развития науки представляется весьма и весьма ответственным. Исходя из него, надлежало бы сделать и дальнейшие выводы о замедлении темпов развития техники, производства. Ведь уже современное развитие науки, техники и производства характеризуется тем, что темпы развития науки опережают темпы развития техники и производства (Г. М. Добров, 1966). Тем более этого следует ожидать в будущем. Во всяком случае, представляется несомненным, что замедления темпов развития науки, техники, производст-

рует в ряде работ, то возникает необходимость либо подразделить информатику на общую и частную, либо же предложить какое-то иное решение терминологической проблемы (не исключено, однако, что если понятие «информатика» окажется приемлемым для теории научной информации, то новое название придется дать общей теории информационных процессов).

ва взаимосвязаны⁶. Но если произойдет замедление темпов развития производства, составляющего материальную основу жизни общества, то наступит и общее замедление социального развития. От этой точки зрения уже остается один шаг до эсхатологических представлений о гибели человечества в результате саморазвития, широко распространенных в капиталистических странах. В более общем плане там даже говорят о предстоящей гибели всех цивилизаций космоса, т. е. о самоуничтожении социальной формы движения материи как таковой.

Решение проблемы о темпах развития науки упирается, на наш взгляд, в выбор необходимых единиц, характеризующих такое развитие. Нам думается, что универсальной характеристикой развития науки, которая никоим образом не будет снижать темпов своего роста, является информация. Вывод о применении информационного критерия к развитию науки вытекает из общих соображений о связи информации и развития. Эти соображения необходимо конкретизировать, выявить, какое именно разнообразие связано с сущностью развития науки. Оказывается, такого единого класса разнообразия нет и не было в истории развития науки, эти классы разнообразия информации менялись. Общим для этих классов является то, что они обнаруживают тенденцию ускоренного роста, причем на определенных этапах развития науки этот рост описывается экспонентой. Еще Ф. Энгельс говорил о движении науки «вперед пропорционально массе знаний, унаследованных ею от предшествующего поколения» (Ф. Энгельс. *Наброски к критике политической экономии*. — К. Маркс и Ф. Энгельс. *Сочинения*, т. I, стр. 568). Но эта масса знаний вряд ли может характеризоваться количеством людей науки или соответствующими ассигнованиями, ибо ни то, ни другое не передается полностью от поколения к поколению.

Некоторые ученые полагают, что такой универсальной характеристикой является количество публикаций, причем так называемый закон ускорения развития науки установлен прежде всего на основе статистического анализа количества публикаций. Однако, как было показано, число научных публикаций может расти не по экспоненте, а по логарифмической кривой, если число научных работников растет не по экспоненте, т. е. скорость роста числа публикаций с течением времени также должна замедлиться (Н. М. Сагалович, 1963).

Разумеется, и количество научных работников, и количество публикаций, и ряд других показателей того же рода в какой-то мере отражают темпы развития науки. Однако они более или менее адекватно отражали это развитие лишь в последние примерно три-

⁶ Темпы развития науки, техники и производства можно измерять посредством изменения количества информации, заключенной в соответствующей системе, в единицу времени. На возможность измерения производственного и технического потенциала методами теории информации указывали А. А. Харкевич, Л. Тондл и другие ученые (А. А. Харкевич, 1962; L. Tondl, 1964).

ста лет, к будущему же они неприменимы. Замедление роста этих характеристик свидетельствует о том, что происходит не замедление роста науки, а просто по экспоненте начнет расти какой-либо другой класс разнообразия, более существенный для науки будущего.

Иными словами, с развитием науки по экспоненте вовсе не обязательно связан рост одного и того же класса научной информации. «В определенный момент, — полагает Ю. А. Шрейдер, — возникает новый способ фиксации научных фактов в информационных системах, следовательно, другая единица творческой активности и «другая экспонента»» (Ю. А. Шрейдер, 1966б, стр. 19)⁷.

В связи с этим замечанием уместно обратить внимание на то, что биологический процесс также характеризовался экспоненциальным накоплением информации, но единица информации была иной, чем на социальной ступени развития. Смена единиц информации (разнообразия) в развитии матеральных систем (биологических, общественных и т. д.) вытекает из объективного действия закона взаимного перехода количественных и качественных изменений.

Именно благодаря смене носителей (и, соответственно, единиц) информации развитие на прогрессивной линии идет все возрастающими темпами. В неживой природе информация могла измеряться на уровнях элементарных частиц, атомов, молекул, в живой природе информация измеряется уже на уровнях макромолекул, субклеточных структур, клеток, тканей, органов, организмов, их сообществ (популяций, видов, родов, биоценозов) и т. д.

В обществе также можно различить уровни информации, например, на уровне производственных единиц (заводов, фабрик и т. п.), на уровне технических единиц (машин, агрегатов и т. п.), на уровне научных единиц⁸ (книги, журналы, статьи и т. д.), на уровне эстетических единиц (фильмы, пьесы, оперы и т. д.) и т. п. Осознание идеи организации, наличия уровней самой информации, в том числе и научной информации — важное для информатики методологическое положение. Если исходить из идеи «разные единицы информации — разные экспоненты», то можно прийти к выводу о появлении новых единиц научной информации и качественном изменении самого характера информационной деятельности.

Итак, исходя из правильных методологических соображений, возможное замедление некоторых количественных показателей свидетельствует не об общем замедлении темпов развития науки, а лишь о появлении новых единиц измерения научной информации, которые будут продолжать развиваться по «своей» экспоненте. Единой же экспоненты вообще не было в развитии научной ин-

⁷ Эта же мысль с точки зрения развития новых форм научной связи была высказана ранее В. А. Полушкиным (В. А. Полушкин, 1962).

⁸ Научная информация может измеряться также и на других уровнях: на уровне фактов, законов, принципов или, скажем, на уровнях понятий, теорий, гипотез и других логических форм.

формации — каждая экспонента верна лишь для определенных отрезков времени и для определенных единиц научной информации.

В общефилософском плане это положение является следствием действия закона взаимного перехода количественных и качественных изменений. Поэтому осознание наличия различных видов научной информации, их взаимного перехода в количественном и качественном отношениях — важная методологическая идея для информатики.

Рассмотрим теперь проблему связи информатики с семантической и прагматической теориями информации.

В информатике о семантической информации обычно говорится в широком смысле, т. е. имеется в виду, что вся научная информация обладает определенным содержанием. Информатика есть одновременно и теория семантической информации. Но содержательный аспект не единственное важное свойство научной информации. Говоря о том, что информатика в определенном смысле — семантическая теория информации, мы вкладываем в понимание этой последней теории только несколько иное содержание, нежели то, которое сообщено ему в работах Р. Карнапа и И. Бар-Хиллела. В теории Р. Карнапа и И. Бар-Хиллела содержание приписывается исключительно вероятностным суждениям, тогда как для информатики важное значение имеет прежде всего разработка именно невероятностных концепций семантической теории информации (Ю. А. Шрейдер, Е. К. Войшвилло, Д. Харрах и другие), поскольку ее гораздо более интересуют такие семантические теории информации, которые основывались бы на дедуктивной логике как логике достоверного вывода.

В информатике могут быть использованы и современные математические подходы в теории ценности информации. Однако это использование ограничено не только в силу еще слабого развития соответствующих математических концепций и их методологического анализа, но и по следующим причинам. Во-первых, все рассмотренные во второй главе подходы используют статистические представления в определении количества информации, значит, они могут отражать лишь количественные статистические свойства научной информации. Желательно иметь возможность описания и нестатистических характеристик, например ценности. Поэтому мы ожидаем, что последующие варианты теории ценности информации могут базироваться и на невероятностных подходах к определению количества информации. В частности, исследование механизмов сложных форм переработки информации указывает на возможность применения топологического подхода (теории графов) к анализу ценной информации (А. В. Напалков, 1967, стр. 236). Следует надеяться на использование алгоритмического определения количества информации, комбинаторного, динамического и др.

Во-вторых, ограниченное использование существующих подходов к анализу ценности научной информации связано с самой ее спецификой, заключающейся, в частности, в том, что здесь важны не столько количественные, сколько семантические характери-

ки. Для описанных ранее вариантов теории ценности свойственно объединение количества и ценности информации, фактически приводящее к измерению ценности посредством количества. Однако не случайно в третьей главе обращалось внимание именно на единство семантических и прагматических характеристик научной информации. Именно это единство в первую очередь должно характеризовать будущую теорию прагматического аспекта научной информации.

Кроме того, в развитии различных направлений концепции информации наблюдается определенная аналогия. В интересующем нас случае аналогия заключается в том, что, по-видимому, в прагматических теориях научной информации (во всяком случае на первых порах) сама ценность информации может измеряться посредством ее семантических характеристик.

Именно такой подход к измерению ценности научной информации следует из модели семантической теории информации, предложенной Ю. А. Шрейдером. Как отмечает Ю. А. Шрейдер, данное им «определение количества информации, содержащейся в тексте Т, относительно тезауруса Θ , по существу отражает не столько семантику текста, сколько его прагматику (воздействие на тезаурус)» (Ю. А. Шрейдер, 1965, стр. 234—235). Поэтому здесь ценность научной информации может измеряться через количество семантической информации, а не через статистическое количество информации, как это имело место в рассмотренных математических концепциях ценности информации. Совпадение семантических и прагматических характеристик информации в модели Ю. А. Шрейдера обусловлено тем, что здесь цель фиксирована и ее объективное содержание не выходит за пределы субъекта (тезауруса) и информации (текста) и заключается в том, чтобы субъект-тезаурус понял текст. Если бы объективное содержание цели предполагалось вне тезауруса и текста, то тогда пришлось бы отделить прагматический эффект от семантического и для измерения ценности научной информации ввести дополнительные функции, характеризующие цель применения информации.

Если способ измерения ценности в модели семантической теории информации аналогичен измерению ценности информации по А. А. Харкевичу в статистической теории информации, то в последующих математизированных вариантах прагматического аспекта научной информации следует ожидать использования теории оптимальных решений и теории игр. Подобные варианты могут строиться прежде всего на базе именно семантической теории информации. Такая логика рассуждений показывает, почему основное внимание специалистов в области информатики сосредоточено в первую очередь на проблемах семантических характеристик информации.

Конечно, идеальной теорией оказалась бы теория, которая соединяла бы в себе не только семантический и прагматический аспекты информации, но и синтаксический. В такой теории, которую естественно назвать семиотической теорией научной информации, ценность можно было бы измерять не только через семантические,

но и через синтаксические характеристики информации (S. Reball, 1970).

Существуют и другие соображения о том, как оценивать научную информацию (У. Майлс, 1965; В. В. Косолапов, 1967). В этих работах речь идет преимущественно не о ценности научной информации, а о научной ценности информации, т. е. информация оценивается с точки зрения развития самой науки. Предлагаемые формулы для оценки научной информации оказываются весьма громоздкими (в работе У. Майлса). Однако, какие бы точные формулы для ценности информации ни были предложены, их применение существенно зависит не только от математического аппарата, но и от исходных методологических позиций.

Появление новой научной дисциплины — теории научной информации явилось в конечном итоге следствием стремительного развития производительных сил. Информатика непосредственно призвана удовлетворить соответствующие запросы развивающейся науки, а также техники и производства. Если рассматривать информатику лишь в плане связи с наукой, то задачи новой научной дисциплины включают в себя проблему хранения, поиска, передачи и логической переработки научной информации. Выделение информатики в самостоятельное научное направление обусловлено также тем, что сами по себе науки уже не справлялись с этой задачей вследствие быстрого роста соответствующей информации, дальнейшей научной специализации и т. д. Процесс превращения науки в непосредственную производительную силу неизбежно вызвал возникновение науки об организации, упорядочении научной информации. Сам научный прогресс оказался связанным с двумя важными аспектами движения научной информации — с извлечением информации из объекта познания — природы и организацией этой информации (уже извлеченной) внутри человеческого общества.

Ускорение темпов развития науки связано и с увеличением поступающей информации из природы и с ее упорядочением, организацией внутри общества.

Среди факторов, обеспечивающих увеличение организации научной информации, можно назвать создание механизированных и автоматизированных информационно-поисковых систем, кибернетизацию и индустриализацию науки, улучшение организации и методики научных исследований (в особенности эксперимента), оптимизацию тиражирования публикаций, совершенствование методов обучения научных работников и т. д. Все эти меры направлены на совершенствование организации науки и их можно отнести к внутренним факторам. Существуют, следовательно, определенные внутренние «резервы», использование которых позволит не допустить спада темпов накопления научной информации.

Однако, как бы ни была совершенна система, воспринимающая информацию, ее эффективное функционирование возможно лишь тогда, когда информация будет поступать в систему. Наука как определенная информационная система воспринимает информацию в результате передачи ее из природы (вообще — от объекта по-

знания), в процессе взаимодействия общества и природы. Поэтому, наряду с совершенствованием внутренней организации информационной системы, необходимо обратить внимание и на внешние источники этой информации.

Природа бесконечна и, следовательно, как источник информации обладает бесконечным количеством разнообразия. Но в данном случае важна не потенциальная бесконечность разнообразия природы, которая в бесконечном будущем отразится в общественном сознании в виде абсолютной истины. Главное сейчас — это темпы передачи разнообразия из природы. Существуют два основных пути познания разнообразия природы — это, во-первых, исследования, связанные с проникновением во все более глубокие уровни строения материи и, во-вторых, изучение природы вширь и вдале. Условно можно назвать первый путь интенсивным, а другой — экстенсивным⁹. Ясно, что эти пути взаимосвязаны. Это особенно очевидно на примере развития современной науки, когда, например, проблемы астрономии переплетаются с проблемами физики элементарных частиц.

По-видимому, наука может развиваться весьма быстрыми темпами, если нет существенных трудностей на этих обоих путях развития. В самом деле, представим себе, что все многообразие явлений, которое существует на Земле, изучено, но изучение вневенных объектов невозможно по каким-либо причинам. Это привело бы к тому, что оставался бы один путь исследования — проникновение вглубь земных объектов. Оказывается, развитие науки в этом случае значительно бы замедлилось¹⁰. Космос обладает бесконечно большим разнообразием по сравнению с Землей. Этот бесконечный перепад разнообразия условий, явлений и закономерностей космоса по отношению к Земле и является объективной основой процесса «космизации» науки и связанного с ним накопления информации в познании.

Поэтому дальнейшее сохранение экспоненциальных темпов прогресса науки необходимо требует развития обоих путей накопления информации, ибо один путь предполагает выявление элементов (и их связей и отношений) изучаемых систем, второй путь сопряжен с исследованием связей и отношений данной системы с другими системами и с изучением всех этих систем. Выявление роли каждого из путей в накоплении научной информации позволит более правильно планировать, распределять научные исследования и тем самым достигать максимального эффекта в изучении природы.

Однако, пока нет исследовательских работ, выявляющих соотношение этих двух путей накопления информации, мы выскажем предположение о существенном влиянии на темпы накопления

⁹ Существуют и иные интерпретации интенсивного и экстенсивного направлений научного познания.

¹⁰ Примеры, подтверждающие это положение, см. в первой главе нашей работы (1967в).

информации так называемого процесса космизации науки (Е. Т. Фадеев, 1970; А. Д. Урсул, 1967в). Характерной чертой этого процесса является проникновение в науку космических мотивов, преодоление ею геоцентрических черт. Космизация науки связана с прогрессом обоих путей накопления информации. Развитие физики элементарных частиц, квантовой механики, теории относительности, сыгравших важную роль в накоплении научной информации, связано в определенном смысле с космизацией науки. Развитие теории тяготения (Ньютона и Эйнштейна), различных отраслей астрономической науки, а в последнее время и отраслей, использующих космическую технику для постановки экспериментов, сопровождается прогрессом в основном экстенсивного направления накопления научной информации и в то же время составляет характерную черту космизации всей науки. Космизация науки, таким образом, выступает как бы синонимом наиболее быстрого накопления научной информации в условиях современной научно-технической революции. Это свидетельствует о весьма значительном влиянии процесса космизации на уровень, темпы и перспективы научно-технического прогресса. Отсюда вытекает как теоретико-познавательное, так и практическое значение процесса космизации.

Дальнейшее изучение процесса космизации науки, выявление его закономерностей и направлений каждой отрасли (и прежде всего предвидение новых направлений данной науки, которых пока еще нет) поможет общему подъему всей науки.

И, по-видимому, не случайно, что начало экспоненциального развития науки датируется 1600—1660 годами (Дж. Д. Бернал и А. Л. Маккей, 1966, стр. 155). А ведь именно этот период связан с активным отвержением геоцентризма в науке. Учение Коперника, труд которого вышел еще в 1543 г., оказало огромное влияние на Галилея, Кеплера, Декарта, Ньютона и последующие поколения ученых, чьи исследования привели к дальнейшей космизации науки. Ф. Энгельс связывает начало ускоренного развития естествознания с открытием Коперника, указывая тем самым на важную роль преодоления геоцентризма в развитии науки (см. Ф. Энгельс. Диалектика природы.— К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 20, стр. 347). Разумеется, наряду с космизацией науки, как гносеологической причиной, существенную роль в экспоненциальном развитии науки играли социальные причины, на что обратил внимание М. М. Карпов (1963, стр. 191—193).

Конечно, космизация науки, несмотря на свою важную роль, не может считаться единственным источником ускоренного накопления научной информации. Теории познания, науковедению еще предстоит выявить все составляющие научной информации, поступающей из природы к субъекту познания (обществу), и оценить роль каждой из них. Проблема внешних источников увеличения научной информации значительно менее разработана, чем проблема внутренних источников (резервов), но, видимо, и она потребует своего решения в ближайшее время.

Думается, что в будущем информатика будет заниматься не только хранением, преобразованием и распределением уже готовой информации, но станет обеспечивать эффективное поступление информации от других наук, т. е. будут решаться обе — внутренняя и внешняя — задачи, связанные с движением научной информации от различных наук к соответствующим информационным системам и от этих последних — опять к соответствующим наукам.

§ 5. Научная информация и прогнозирование

Информационные модели познавательной деятельности, представление науки как информационного процесса дают основания использовать теоретико-информационные методы не только для познания прошлого и настоящего, но и в определенной степени для познания будущего. Познание будущего является одним из важнейших средств повышения эффективности планирования и управления научно-техническим прогрессом. Правильный прогноз позволяет осуществить необходимый выбор перспективных направлений дальнейших исследований и сконцентрировать усилия на главных, определяющих направлениях развития науки и техники.

В настоящее время наметились в основном два наиболее общих подхода к применению теории информации для целей прогнозирования. Условно назовем их статистическим и ценностным подходами. Статистический теоретико-информационный подход использовался главным образом для анализа патентной информации (С. М. Ямпольский, Ф. М. Хилюк и В. А. Лисичкин, 1969, стр. 62—66). Ценностный подход к прогнозированию информационных потоков намечен в работах В. В. Косолапова (1967, 1968).

В этом параграфе делается попытка в более общем плане рассмотреть статистический и нестатистический методы теории информации для прогнозирования и построить некоторую наиболее общую информационную модель прогностического процесса. Построение такой модели представляется особенно актуальным в связи с ростом числа частных методик прогнозирования на основе переработки научно-технической информации. Необходимо выявить общие исходные посылки построения подобных методик.

Применение методов наиболее развитой — статистической — теории информации для прогнозирования основано на некоторых характерных чертах будущего и его познания. Прогнозирование, как правильно отмечает В. В. Косолапов, — это «получение информации о явлениях, которые не существуют в момент, когда делается предсказание» (В. В. Косолапов, 1968, стр. 262). Прогнозирование — это познание будущего, тогда как предсказание возможно по отношению к настоящему и прошлому. Сам процесс предсказания связан со снятием неопределенности, причем это снятие качественно различно в случае познания прошлого и настоящего, с одной стороны, и будущего, — с другой.

Как же говорилось, в процессе познания возникает задача снять субъективную неопределенность, т. е. неопределенность отно-

сительно субъекта познания. Такое снятие субъективной неопределенности происходит двояко. Во-первых, это может быть выбор элемента из некоторого множества, все элементы которого известны или зафиксированы. Здесь субъективная неопределенность порождается объективным разнообразием элементов данного множества. Так, если имеется некоторое хранилище документов, то поиск нужного документа или факта, осуществляемый, соответственно, документальными или фактографическими информационно-поисковыми системами (ИПС), есть выбор из данного множества документов или фактов, содержащихся в статьях, монографиях, отчетах и т. п. Как отмечается, «основным признаком, объединяющим документальные и фактографические ИПС в один большой класс, является то, что и документальные и фактографические ИПС могут по запросам выдавать такую и только такую информацию, которая была ранее введена в них» (А. И. Михайлов, А. И. Черный и Р. С. Гиляревский, 1968, стр. 249). Очевидно, что осуществление прогноза при помощи ИПС невозможно, несмотря на то, что в процессе информационного поиска уничтожается неопределенность. Предсказание связано с уничтожением неопределенности, но не такой субъективной неопределенности, которая сводится к простому выбору из некоторого фиксированного разнообразия.

Назовем неопределенность, связанную с выбором из фиксированного числа элементов, неопределенностью первого рода (с которой имеют дело ИПС). Ясно, что снятие такой неопределенности не ведет к предсказанию; не всякий выбор есть вместе и предсказание. Предсказание возможно лишь в том случае, если получается нечто, отличное от уже данного разнообразия. Предсказание неизбежно требует введения наряду с данным, действительным разнообразием еще и некоторого явно не заданного, возможного. И если выбор из данного разнообразия не является предсказанием, то выбор из разнообразия явного и неявного, действительного и возможного уже может быть предсказанием.

Субъективную неопределенность, связанную с выбором из явного и неявного, действительного и возможного разнообразия, назовем неопределенностью второго рода. Важно обратить внимание на то, что речь пока идет именно о субъективной неопределенности, как и в предыдущем случае, т. е. неявное и возможное рассматривается по отношению к субъекту познания, но в самой действительности (в прошлом и настоящем) это неявное и возможное может оказаться явным и определенным. Неопределенность второго рода отличается от неопределенности первого рода не только качественно, но и количественно, ибо содержит большее разнообразие, из которого производится выбор.

Так в самой хранимой научной информации (документах, фактах) существуют некоторые невыявленные еще связи, отношения, которые оказываются потенциальными для субъекта познания. Эти связи и отношения могут быть познаны в процессе логической обработки научно-технической информации, т. е. в информационно-логических системах (ИЛС). Предсказание возможно лишь в та-

ких информационных системах, которые в принципе способны уменьшать неопределенность второго рода.

Но самое главное, что интересует нас, это возможность при помощи ИЛС осуществлять такой вид предсказания, как прогнозирование. Это последнее отличается от общего процесса получения нового знания наличием неопределенности не только субъективной, но и объективной, причем обусловленной именно спецификой будущего, а не только, скажем, взаимодействием вещей или случайными процессами, происходящими в настоящий момент. Здесь субъект имеет дело не только с некоторым освоенным и еще не познанным существующим разнообразием, но и с порождаемым им новым разнообразием возможностей, т. е. разнообразием, которое еще будет только существовать. В принципе предполагаемые прогнозирующие ИЛС будут являться некоторым подвидом ИЛС, при посредстве которых основное внимание акцентируется именно на информационно-логическом анализе будущего. Кроме того, прогнозирующие ИЛС, по-видимому, окажутся наиболее сложными ИЛС, поскольку они должны реагировать не только на разнообразие прошлого и настоящего, но и будущего. Именно это в силу закона необходимого разнообразия позволяет оценить их сложность по отношению к другим информационным системам.

Итак, прогнозирующие информационные системы будут работать в условиях субъективной и объективной неопределенности. Сам прогноз будет связан с возможно более полным снятием субъективной неопределенности. Что касается объективной неопределенности, то полное ее снятие в принципе невозможно, поскольку неопределенность существует независимо от познающего субъекта. Однако в ряде случаев объективная неопределенность все же может быть уменьшена, именно тогда, когда существуют средства воздействия субъективного фактора на объективные процессы (скажем, в случае социального и научно-технического прогнозирования и управления).

Поскольку для прогнозирования важен не только качественный, но и количественный аспект неопределенности, то этот факт заставляет нас сосредоточить внимание и на возможностях статистического информационного подхода для предсказания будущего. Основные алгоритмы статистической теории информации (формулы количества информации, избыточности и др.) легко реализуются в ИЛС. Подобная прогнозирующая ИЛС оказалась достаточно простой: как бычной, скажем, фактографической ИПС добавлялась бы система ИЛС, реализующая простейшие теоретико-информационные алгоритмы.

Использование статистической теории информации для прогноза базируется на том, что неопределенность (и количественный прогноз) связаны некоторым образом с вероятностью (об этом говорилось во второй главе книги).

Для применения формул статистической теории информации необходимо определить частотную вероятность исследуемой научно-технической информации и затем вычислить степень неопреде-

ленности и некоторые другие статистические характеристики. В наибольшей мере эта методика прогноза разработана для патентной информации, которая позволяет в некотором смысле предвидеть развитие техники (С. М. Ямпольский, Ф. М. Хилук и В. А. Лисичкин, 1969, стр. 62—66). Здесь в качестве источника сообщений принимается патент, обладающий определенным разнообразием признаков, характеризующих объект прогноза. Применение вероятностных методов определения информационных характеристик приводит к нахождению концентрации (частоты) каждого признака и вычислению негэнтропии (информационной энтропии) патентов и максимально возможного количества информации (при условии равновероятности признаков), что позволяет далее пользоваться алгоритмом (формулой) избыточности, которая как бы характеризует «информационную мощность» патента. Именно по изменению «информационной мощности», т. е. по динамике изменения избыточности от нуля до единицы, определяются перспективные направления развития техники, причем стремление избыточности к нулю (в некоторых случаях) свидетельствует о росте темпов развития выбранного объекта прогноза в течение ближайших трех-пяти лет.

Очевидно, подобная простейшая теоретико-информационная модель прогноза может быть использована для анализа не только патентной, но и любой другой научной информации. Ведь не только патенты, но и любые массивы документов характеризуются своими поисковыми признаками, вероятность которых также может быть определена, а затем — и соответствующие формулы количества информации и изменение избыточности по годам. Подобная прогнозирующая информационная система основана на экстраполяции тенденций избыточности и, по-видимому, позволит выявить некоторые направления научно-технического прогресса. Можно высказать предположение, что прогнозирование по избыточности в принципе может охватить и более широкую предметную область. Кроме научно-технической информации эта область может включать в себя и эстетическую, и производственную информацию и т. д., короче говоря, любой объект прогноза, если в нем можно выделить соответствующие признаки и если они поддаются количественному анализу в зависимости от времени.

Расширение предметной области применения «методики избыточности» не может, тем не менее, покрыть внутренние присущие ей недостатки. Эти недостатки вытекают из исходных допущений, которые лежат в ее основе. В самом деле, прогнозирование здесь полностью основано на анализе динамики избыточности, т. е. автор этой методики (В. А. Лисичкин) исходит из того, что в качестве главного информационного критерия развития того или иного явления выступает избыточность. Между тем, на наш взгляд, это имеет место не всегда, и если ориентироваться только на избыточность как самую существенную статистико-информационную характеристику развития, то в ряде случаев это суждение о перспективах развития окажется неверным. Вполне

возможно, что при анализе некоторых видов патентов и ряда других документов изменение избыточности действительно свидетельствует о прогрессе данного направления техники и научных разработок, однако в более общем случае (а мы рассматриваем здесь именно проблему обобщения методики) избыточность может или уменьшаться, или увеличиваться, и даже оставаться постоянной, тогда как явление будет развиваться прогрессивно.

В качестве примера можно привести изменение избыточности ступеней развития материи (А. Д. Урсул, 1967в, стр. 121—126). Оказывается, что прогрессивное развитие в природе действительно связано с уменьшением избыточности высшей ступени развития относительно низшей. Но достижение избыточности, равное нулю, могло бы привести к прекращению прогресса ступеней развития. В действительности системы на уровне социальной ступени продолжают развиваться прогрессивно, но уже или при постоянной избыточности, или даже при увеличении этой информационной характеристики. Это говорит о том, что избыточность в принципе не может служить наиболее существенной характеристикой развития. Избыточность еще характеризует в какой-то мере прогресс природных ступеней развития, но уже неэффективна (в приведенном примере) при рассмотрении общественного развития. Аналогичные примеры можно обнаружить и в области биологического развития и, мы полагаем, такие случаи могут встретиться и при информационном анализе патентов в случае широкого применения «методики избыточности».

Недостаточная универсальность «методики избыточности» следует из того, что она игнорирует то положение информационного анализа развития, что существенной характеристикой развития является не избыточность, а количество информации в системе. В предыдущей главе уже говорилось о том, что в качестве информационного критерия развития выступает изменение разнообразия (признаков) в системе. Изменение же избыточности может лишь уточнить картину развития, но никоим образом не может служить универсальным, а тем более единственным, информационным критерием развития. Основным параметром развития служит количество информации, и по его изменению (накопление информации, как правило, соответствует прогрессивному развитию, а уменьшение — регрессивному) можно судить о динамике исследуемого процесса.

Разумеется, было бы неверным абсолютизировать и возможность применения понятия количества информации для всех процессов развития. В дальнейшем мы покажем недостаточность и количественного анализа процессов развития для целей прогнозирования. Пока же наша задача заключалась в выяснении исходного теоретико-информационного понятия, которое должно занять соответствующее место в обсуждаемых методах прогнозирования. Мы показали, что таким понятием не может служить избыточность, что его место по праву должно занять понятие количества информации. В тех же случаях, когда оно неэффективно, по-видимому, целесообразно дополнить его понятием избыточности (употребляя их совместно при

прогнозировании), но использование одной лишь избыточности в качестве информационного критерия развития является, по меньшей мере, рискованным. Не случайно сам автор этой методики отмечает, что при избыточности, равной нулю или единице, никакой оценки произвести нельзя, но почему-то полагает, что такие случаи возможны только теоретически. Между тем это последнее утверждение еще нуждается в доказательстве, а использование в качестве критерия развития понятия количества информации позволяет судить о развитии объекта прогноза даже в этих крайних случаях.

Использованием понятий количества информации и избыточности не может ограничиться статистическая информационная модель прогнозирования. Здесь оказываются плодотворными и идеи теории передачи информации, в частности такие понятия, как источник сообщения (в качестве которого выступает сам объект прогноза), кодирующее устройство, канал связи, прогностический шум, декодирующее устройство, адресат (предиктор) и другие базовые понятия теории связи.

В построении статистических информационных моделей прогнозирования сделаны лишь самые первые шаги. Дальнейшее их развитие требует не только применения (по аналогии) математического аппарата вероятностно-статистической теории информации, но и методологических разработок, на основе которых может быть оправдано применение количественных приемов. Между тем современное положение в прогностике скорее свидетельствует об усиленном росте частных количественных методик, чем о серьезных попытках их методологического осмысления. Перенос математических, в том числе и теоретико-информационных, понятий в прогностику не должен сводиться к случайной и тривиальной подстановке терминов и символов. Здесь уместно вспомнить о призыве создателя теории информации к осторожности, к необходимости выдвижения новых гипотез и их экспериментальной проверки.

Статистические информационные модели прогнозирования сами по себе (даже при условии их полной разработки) все же не описывают (и не могут отразить) наиболее существенные черты процесса прогнозирования и поэтому их применение для построения информационных прогнозирующих систем также ограничено. Более полные модели должны учитывать, что статистическими количественными характеристиками не исчерпываются меры информации и ее свойства и тем, что информация-прогноз имеет не только коммуникативную, но, самое главное, управленческую функцию, а это означает, что используемая для прогноза информация обладает содержанием и ценностью.

Вероятностно-статистический подход к информационному аспекту прогнозирования может быть дополнен и невероятностными средствами измерения (комбинаторным, топологическим, алгоритмическим и др.). Использование более широкого спектра математических средств неизбежно сопровождается переходом к более общей методологической концепции информации уже не как снимаемой (уничтожаемой) неопределенности, а как отраженного разнообра-

зия. Казалось бы, использование концепции разнообразия выходит за рамки прогностических ситуаций, ибо сам прогноз носит вероятностный характер и потому здесь достаточно вероятностных средств и соответствующих метатеоретических построений. Все же представляется, что концепция разнообразия, лучше соответствующая всему арсеналу теоретико-информационных средств, оказывается наиболее «работоспособной» в процессе прогнозирования.

Вероятностный характер прогноза в более общем случае может быть обобщен до прогноза как ограничения разнообразия, которое неизбежно сопровождается опережающее отражение. Вероятность уже выступает как некоторое ограничение разнообразия, получающееся при передаче прогностической информации. Рассмотрение понятия вероятности (статистического (эмпирического) и классического (теоретического)) как некоторых видов ограничения разнообразия позволяет в информационную концепцию прогнозирования включить не только невероятностные подходы, но и смысловые и ценностные свойства информации¹¹.

Как отмечалось выше, семантические концепции информации в значительной мере основываются на синтаксических ее свойствах. Прагматические отношения информации, в свою очередь, базируются на синтаксических и семантических свойствах, хотя и не сводятся к ним. Подобная схема субординации семиотических свойств информации дает ключ к определению главной характеристики информации, которую можно положить в основу семиотической модели прогнозирования. Очевидно, такой характеристикой могла бы служить ценность (полезность) информации, поскольку производимая на ее основе оценка перспектив развития прогнозируемого объекта включала бы в себя синтаксические и семантические свойства информации.

Абстрагируясь от факта тесной взаимосвязи семиотических свойств информации, рассматривая их пока изолированно, процесс прогнозирования в определенном смысле можно схематически представить как включающий по меньшей мере тройное ограничение разнообразия. Первый этап ограничения разнообразия — выделение из всего массива научной информации объекта прогноза, его структуры, свойств (признаков и их концентрации, частоты). Логико-математическая обработка полученного разнообразия возможностей приводит, в частности, к выявлению тенденций развития некоторых характеристик (количества информации, избыточности, пропускной способности, темпов развития и т. д.), которые вытекают из существующего состояния информации и из возможных путей ее изменения в будущем. На этом этапе из ограниченного разнообразия массива научно-технической информации чисто синтаксическими методами (логико-математическими и математическими) про-

¹¹ При этом оказывается уместным ввести понятия семантической и прагматической вероятностей — тоже как некоторых видов ограничения разнообразия, но определяемых уже за пределами обычных статистических или других теоретико-вероятностных соображений, излагаемых обычно в курсах теории вероятностей.

исходит поиск возможных структур будущего, расширение исходного разнообразия, создание многовариантной, но в основном синтаксической картины будущего. Синтаксическая картина будущего есть исходный материал для дальнейших шагов прогнозирования. Как справедливо отмечает И. В. Бестужев-Лада, «главной задачей прогнозирования является построение на спектре возможностей функции распределения вероятностей, учитывающей огромное количество факторов объективного и субъективного порядка» (И. В. Бестужев-Лада, 1968, стр. 22). Это перераспределение вероятностей (разнообразия возможностей) осуществляется в рассматриваемой модели при посредстве учета семантических и прагматических факторов.

Второе ограничение разнообразия возможностей (распределения вероятностей) при прогнозировании производится через использование смыслового критерия, т. е. соотносением выявленных тенденций развития и ожидаемых путей (полученных чисто синтаксическим путем) с действительным положением вещей. Ограничение синтаксического разнообразия при этом происходит в силу того, что некоторые возможности оказываются полностью противоречащими фактам, а самое главное — законам природы, другие же возможности оказываются ограниченными в силу действия противоположных фактов и т. д. Короче говоря, обратное отнесение полученной синтаксической картины будущего на саму действительность, т. е. выявление фактического содержания, также приводит к ограничению вариантов, к сужению спектра возможностей.

Дальнейшее сужение, редукция возможностей происходит в результате выбора из семантической картины будущего наиболее ценных вариантов для того, чтобы, воздействуя на настоящее, можно было реализовать в будущем наиболее оптимальный вариант. Ведь прогнозирование важно не само по себе, не для того, чтобы пассивно созерцать возможные варианты будущего, но прежде всего для того, чтобы это будущее можно было планировать, управлять им через настоящее. Однако этот выбор происходит не статистически, а в зависимости от потребностей предиктора (субъекта). Подобный выбор осуществим, конечно, не в полной мере в социальном прогнозировании, а при прогнозировании ряда природных процессов вообще пока исключен (скажем, мы не можем еще воздействовать на траектории планет и т. п.).

Что касается прогнозирования путей развития научной информации, то здесь критерий ценности информации выступает в качестве наиболее эффективного параметра, ибо, как отмечалось, содержит в себе в снятом виде и синтаксические и семантические характеристики информации. При прогнозировании как семиотическом ограничении разнообразия вовсе нет необходимости следовать тем этапам, которые выше описывались, а достаточно иметь в виду вывод, что главным критерием является именно ценность информации, ее полезность не для какого-то отдельного человека (ученого), а для прогресса человечества. Выделяя в качестве определяющего параметра ценность информации для прогнозирования перспективных

направлений научно-технического развития, мы одновременно руководствуемся, конечно, и синтаксическими и семантическими соображениями, ибо анализируемая информация представляется в виде системы знаков (подчиненных определенным формальным правилам), и эта информация должна быть понята, осмыслена — в противном случае ее использование при прогнозировании невозможно.

Описанная схема информационного аспекта прогнозирования объясняет, почему при прогнозировании перспективных научных направлений прежде всего обращается внимание не на количество (избыточность) и даже не на смысл (хотя все это необходимо), а именно на ценность научной информации (В. В. Косолапов, 1967, 1968). Поэтому можно сказать, что теоретико-информационные методики прогнозирования научно-технического прогресса, ориентирующиеся на ценность информации, оказываются более перспективными, чем основанные лишь на синтаксических свойствах информации (количество информации, избыточность и т. п.).

Учитывая то, что ценность информации может в отдельных случаях выражаться через количество информации, нельзя категорически отвергать разработки синтаксических информационных методик прогнозирования. Даже «методика избыточности» в некоторых частных случаях может характеризовать прогноз по ценности, поскольку ценность и избыточность могут быть взаимосвязаны (но это зависит от количественного определения ценности информации).

Уменьшение избыточности может вести к увеличению ценности информации и прогнозирование следует ориентировать на направления научных разработок с увеличивающейся ценностью. Однако и здесь отметим, что связь ценности и избыточности выступает столь явно лишь в некоторых частных случаях.

Что касается прогнозирования перспективных научных направлений, то здесь выявлены некоторые критерии, связанные с ценностью информации (В. В. Косолапов, 1967, 1968). Заслуживает также внимания предложение прогнозирования на основе цитируемости публикаций для целых научных направлений. По сути дела такой метод прогнозирования научных исследований базируется на критерии ценности, полезности информации, ибо, как отмечают В. В. Налимов и З. М. Мульченко, «мерой полезности публикации является ее цитируемость. Если работа цитируется, то это значит, что она оказывает влияние на развитие науки как информационного процесса» (В. В. Налимов и З. М. Мульченко, 1969, стр. 116).

Анализ языка библиографических ссылок можно использовать в качестве хорошей иллюстрации описанной выше семиотической модели прогноза. Получаемые показатели цитируемости являются синтаксическим ограничением разнообразия, извлечением из массива научной информации, но количественные оценки, как отмечают названные нами авторы, всегда должны подвергаться дополнительному смысловому анализу. Причем такой анализ обычно предшествует выявлению статистических данных и, в свою очередь, получение этих последних опять нуждается в семантическом соотнесении с действительным положением вещей. Но при этом также не сле-

дует забывать, что в самом начале и на протяжении всего такого исследования ставится некоторая цель, которая «задает» ценность получаемой, обрабатываемой информации и здесь также происходит ограничение исходного массива документов. И в конечном счете в результате семиотического анализа цитируемости получается вывод об эффективности, полезности труда как отдельных ученых, так их коллективов. Короче говоря, сознаем мы это или не сознаем, в прогностическом процессе неразрывно используются синтаксический, семантический и прагматический аспекты информации, каждый из них может выступать на первый план на определенном этапе исследования, но его результат получается лишь при совместном их действии, учете их сущностного единства.

Принцип взаимосвязи семиотических аспектов информации при прогнозировании заставляет нас строго очерчивать и границы той или иной конкретной методики предвидения будущего. Так, упомянутый метод прогнозирования на основе цитируемости публикаций возможно применять далеко не всегда. Его сфера ограничивается лишь положительными ссылками, ибо только в этом случае их количество свидетельствует о ценности данной работы, т. е. ценность здесь выражается через количество информации (где единицей, квантом информации можно считать одну положительную ссылку). Теоретико-информационная модель определения ценности здесь очень хорошо описывается концепцией А. А. Харкевича, если есть возможность определить вероятности ссылок. По-видимому, столь простое определение ценности публикации через количество ссылок на нее наибольшее распространение может получить в области естественных и технических наук, где ссылки большей частью носят положительных характер.

Что касается общественных наук, то цитируемость здесь далеко не всегда свидетельствует о ценности той или иной работы в силу противоположных идеологических позиций их авторов. Например, было бы странно говорить о полезности работ американского социолога Уолта Ростоу на основе их цитируемости. Есть и другие соображения в пользу утверждения, что метод ссылок наибольший эффект дает лишь в случае, когда учитывается тип ссылок (А. И. Уемов, 1968). А. И. Уемовым в этой связи предложена классификация ссылок на нейтрально-информационные, критические, творческие, и лишь эти последние имеют основное отношение к проблеме определения ценности публикации, а значит, к прогнозу развития научного направления, к которому относится данная публикация. Концепция ценности научной информации с учетом многообразия ссылок оказывается уже более сложной, и на смену теоретической модели А. А. Харкевича должна прийти иная (если ограничиться лишь упомянутыми тремя типами ссылок, то можно применить теорию М. М. Бонгарда).

Идея о наиболее целесообразном использовании понятия ценности информации при прогнозировании подтверждается также анализом роли прогнозирования в управлении. Прогнозирование важно не само по себе, а лишь как необходимое звено в системе уп-

равления. Как показали еще исследования П. К. Анохина, Н. А. Бернштейна и других ученых, управление возможно лишь при наличии опережающего отражения, «потребной модели будущего» у живых существ. Опережающее отражение принимает свою высшую форму в обществе в виде прогнозирования, являющегося одним из элементов научного управления обществом. Столь пристальный интерес к прогнозированию в наши дни стимулируется прежде всего интенсивной разработкой проблем управления наукой, техникой, производством и другими сферами человеческой деятельности; причины развития прогностических исследований совпадают с причинами развития проблем управления.

Однако для управления важна в первую очередь именно полезная, ценная информация, что позволяет говорить не вообще о неразрывной связи управления и информации, а именно управления и ценной информации. Эффективное управление возможно лишь на основе использования ценной информации и блокирования вредной (хотя, кроме ценной и вредной, может быть и «нейтральная» информация). В силу этого и прогнозирование может стать подлинно научным лишь при учете этих трех типов информации как неизбежного результата развития науки и всего общества. Было бы слишком наивным считать, что так как результатом прогресса науки должны быть лишь полезные, достоверные знания, то их получение не сопровождается разного рода дезинформацией, заблуждениями, ошибками, шумами, и что эти последние никакого тормозящего влияния на процесс научного творчества не оказывают.

Учет ценности научной информации (величины и знака) также свидетельствует о недостаточности рассмотрения прогнозирования на уровне современной теории связи. Прогнозирование, чтобы оно не потеряло свою специфику, должно включаться в более содержательную систему — в систему управления, где коммуникативные процессы необходимы, но не достаточны для объяснения сути кибернетических явлений. Именно в силу единства управления, прогнозирования и ценности информации соответствующие информационные модели и методы предвидения будущего должны носить семиотико-кибернетический характер. Такие модели и методы нельзя противопоставлять другим подходам научно-технического прогнозирования, ибо вряд ли можно выделить некий универсальный метод, способный дать достаточно полную картину прогнозируемых явлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, методы теории информации проникли и обнаруживают тенденцию весьма интенсивного внедрения в науки о природе, обществе и познании. Очевидно, существуют определенные причины и цели этого приложения. Постараемся указать на основные из них, исходя из изложенного понимания природы информации как отраженного разнообразия.

Можно выделить ряд причин социального характера. Такие причины можно видеть в усиленном росте сложности производства и науки, которые поставили проблему организации, связи и управления, основанные на использовании информации.

Как уже отмечалось, одной из тенденций научно-технического прогресса является создание все более сложных орудий и предметов производства, средств познания, изучение все более сложных объектов. Так, вплоть до начала XIX в. человек имел дело преимущественно с несложными машинами, число элементов которых не превосходило нескольких тысяч. Производство XX в. уже создало сложные технические устройства, которые состоят из многих сотен тысяч элементов (например, космические ракеты и корабли, самолеты, крупные атомные установки, заводы-автоматы, автоматические телефонные станции и электросистемы и т. д.). В будущем появятся еще более сложные технические устройства, насчитывающие многие миллионы и миллиарды взаимосвязанных и взаимодействующих элементов. Сложность технических устройств приблизится к сложности головного мозга человека. Наряду с этим увеличивается сложность экономических систем, появляется все большее количество заводов, фабрик и других производственных комплексов. С прогрессом общества происходит интенсивное усложнение и других сфер человеческой деятельности. Мы уже говорили о том, что появились определенные социальные причины, связанные с необходимостью изучения все усложняющихся явлений, где главную роль играют процессы коммуникации, управления и отражения. Все это поставило перед наукой цель — создание научной теории, которая изучала бы это свойство. Характерно, что прежде всего теория информации предназначалась для нужд техники связи, которая ока-

залась раньше и более других отраслей техники связанной с информационными процессами. Однако вскоре была осознана возможность использования теории информации и в других отраслях техники и технических наук (например, в теории автоматического регулирования и следящих систем и т. д.), а затем и в естественных и общественных науках, которые также обслуживают в той или иной степени материальное и духовное производство. Было бы неверным представлять себе, будто необходимость возникновения теории информации ограничивается лишь потребностями материального производства (хотя это, несомненно, главная причина). Существенную роль в возникновении и развитии этой теории сыграло и духовное производство, имеющее дело не только с информацией, «связанной» в предметах, орудиях труда, но и преимущественно с закодированной информацией знаков (человеческой речи, прессы, искусства и т. п.), т. е. с информацией, отражающей общественное бытие.

Все эти особенности развития общества привели в конечном счете к тому, что наука существенно усилила внимание к изучению отражения (познания, связи, управления) и разнообразия (сложности, упорядоченности, структуры, организации). Социальные причины, следовательно, сопряжены с теоретико-познавательными. Как отмечалось, познание связано с извлечением информации из природы, а значит, с ее накоплением. Научная информация, фиксирующая факторы, законы, принципы и т. п. в формах научного познания, становится все более и более сложной, упорядоченной, организованной, в связи с чем появились определенные проблемы и трудности хранения, передачи, преобразования и распределения этой информации. Для изучения этой стороны развития науки оказалось необходимым создание теории информации и ее различных приложений. При этом не следует сводить задачу к созданию, скажем, только теории научной информации — привести в порядок существующее научное «хозяйство». Поступлением же новой информации из природы в настоящее время «ведает» сами науки, в частности, естествознание. И естествознание нуждается не только в упорядочении и организации существующей научной информации, но и в притоке новой. И в этом плане теория информации также остро необходима целому комплексу отраслей науки.

Так, со сложными, высокоорганизованными системами имеют дело прежде всего комплексы биологических и общественных наук. Поэтому, кроме технических наук, обслуживающих отрасли производства, в бурном развитии теории информации весьма заинтересованы науки о живой природе и обществе. Но, как отмечалось, понятия сложности, организации и т. д. в определенном аспекте относительны. Ясно, что в конце концов развитие любой науки приводит к изучению все более сложных, организованных объектов. Поэтому можно утверждать, что возникновение и развитие теоретико-информационного метода является необходимостью и потребностью прогресса всей науки. Ведь познание идет от простого к сложному (этим, в частности, характеризуется его прогресс) и на

определенном этапе начинает изучаться это «сложное», причём для исследования его возникла необходимость создания новых методов, какими оказались теоретико-информационные.

Если раньше на первый план научного исследования выступали энергетические, массовые, пространственно-временные свойства, то интересы современной науки все более сдвигаются в сторону информационных свойств (отражения и разнообразия). Если раньше ученые стремились к измерению однородного, к изучению сравнительно простых отношений и связей, то сейчас основное внимание начинают обращать именно на исследование и количественное выражение разнообразного, сложного, упорядоченного, организованного, причем не только в статике, но и в движении, отражении. Современное естествознание, например, все большее внимание уделяет тождеству и различию в его конкретных проявлениях в виде сохранения и изменения, симметрии и асимметрии, информации и энтропии и т. п. Эта тенденция развития научного знания связана с тем важным обстоятельством, что движение, отражение тождества и различия, играет фундаментальную роль в объективной действительности.

Наконец, методы теории информации позволяют изучать не только объективные процессы, но и субъективные, что было доступно далеко не всем традиционным средствам естествознания. Кроме того, оказалось возможным изучать взаимодействие субъективных и объективных факторов, что явилось еще одним обстоятельством, способствовавшим успеху информационных идей. И если бы это было не так, то теория информации не развивалась бы столь бурно, — ведь именно практические приложения теории информации и стимулируют ее бурный прогресс.

Процесс проникновения теоретико-информационных средств охватил, конечно, еще не все отрасли науки, — что свидетельствует о неравномерности этого процесса, обусловленной объективными причинами неравномерного развития разных наук. Можно, однако, предположить, что применение теории информации в той или иной отрасли науки может в какой-то мере даже служить критерием ее совершенства, свидетельством проникновения математических методов (особенно в биологические и общественные науки).

В нашей книге мы постарались показать, что в современной науке понятие информации находится в процессе развития. Вначале имело место донаучное, житейское представление об информации как о сведениях, сообщениях о чем-либо, которыми обменивались люди в процессе общения. Такое интуитивное, обыденное понимание информации просуществовало вплоть до середины XX в., когда появилась первая математическая теория информации — статистическая теория. Однако эта теория исследовала лишь количественный аспект информации, причем в одном из формальных вариантов (вероятностном). Изучение количественного вероятностно-статистического аспекта очень много дало и для развития содержания самого понятия информации, которое теперь могло быть представлено как снятая, уничтоженная неопределенность (а ко-

личество информации — как степень снятой неопределенности). Объем понятия информации с возникновением статистического подхода ее исследования и кибернетики расширился — были выявлены новые виды информации и информационных процессов — уже не только в самом человеческом обществе, но и в технических системах связи и управления и коммуникациях живых существ. Новое, по сути, статистико-кибернетическое понимание информации (в определенном плане противоположное первоначальному представлению) привело также к углублению содержания интересующего нас понятия, выявило связь информации с управлением и на этой основе — новые свойства информации (в частности, семантические и прагматические).

Дальнейшее развитие понятия информации привело к еще большему расширению его объема — это было вызвано как применением теоретико-информационных методов в науках о неживой природе, так и относительно самостоятельным — логическим развитием самой теории, в особенности возникновением нестатистических (невероятностных) подходов. Понятию информации уже невозможно было придавать лишь чисто кибернетический смысл и трактовать информацию только как снятую неопределенность. Объем понятия информации настолько расширился, что оно (понятие) превратилось в общенаучную категорию (и в этом смысле оно явилось отрицанием чисто кибернетического понимания).

И все же не следует приуменьшать значение «кибернетического» этапа развития рассматриваемого понятия. Дело в том, что «насыщение некоторых частных категорий всеобщим содержанием происходит не только путем явного их использования во всех отраслях научного познания, но и в процессе углубления их содержания в отдельных отраслях познания. Так, категория «информация» была углублена до раскрытия в ней моментов всеобщего значения в такой синтетической, но все же частной науке, как кибернетика. И в этом нет ничего удивительного, ведь материя едина и в целом и в своих отдельных областях, поэтому ее всеобщие свойства могут быть раскрыты и на основе отдельных ее состояний и процессов» (В. С. Готт, 1967, стр. 241).

Расширение объема понятия информации и тесно связанный с ним процесс углубления содержания этого понятия поставил перед учеными философский вопрос о наиболее общем определении понятия. В самом деле, познание природы информации приводило к выявлению все новых и новых признаков, свойств информации. Возможна альтернатива — либо каждый раз с открытием новых признаков информации давать новое определение понятия (как новой суммы признаков), основанное на простом обобщении естественнонаучных данных и данных других частных наук, либо дать качественно новое определение понятия информации, которое явилось бы достаточно широким, чтобы не изменяться под влиянием каждого важного открытия в теории информации. Ученые, которые пошли по первому пути, давали самые разноречивые определения. Зачастую это были определения, в которых далеко не существенные

и частные признаки информации считались существенными и всеобщими. Подобный (основанный на формально-логическом обобщении) путь определения понятия информации (возможно, любого достаточно общего понятия) является и по сути дела начальной стадией определения понятия. Этот путь не основывается на историческом и логико-гносеологическом анализе развития понятий, а «выхватывает» лишь некоторые моменты из уже сложившейся научной теории.

Напротив, в данной книге понятие информации не рассматривалось как «готовое», определение понятия информации дано на основе логико-гносеологического анализа тенденций развития понятия. Содержание понятия выявлялось не только на основе формального обобщения фактов и данных анализируемой науки и конкретных наук, где используются методы теории информации, но главным образом в результате анализа противоречий процесса развития понятия. Такой анализ позволил из всех выявленных признаков информации выделить два наиболее универсальных и существенных, которые и легли в основу общего определения понятия информации. Оказалось, что, во-первых, общее понятие информации связано с разнообразием, различием, во-вторых, — с отражением. В соответствии с этим понятие информации в самом общем виде и было определено нами как отраженное разнообразие, как сущностная взаимосвязь отражения и разнообразия.

Такое определение предполагает отличие понятия информации от других, прежде всего родственных ему понятий, от понятия отражения (следовательно, оно не сводит отражение к информации и наоборот) и от понятия различия, разнообразия (информация — это не только разнообразие, как это считает, например, У. Р. Эшби). Разумеется, считать такое определение окончательным мы не можем, скорее всего это лишь один из возможных вариантов, который оказывается методологически эффективным. Предлагая определение информации как отраженного разнообразия, мы отнюдь не исключаем, как это само собой ясно, появления других, возможно, более точных определений.

И даже принятое нами определение понятия информации может иметь различные оттенки, нюансы. Например, некоторые авторы выражают эту же идею в иных терминах (считая их почти эквивалентными), скажем, говорят об информации как «мигрирующей структуре» (Я. К. Ребане, 1969). Возникает проблема выявления этих близких понятий, их классификации, уточнения тех понятий, посредством которых они определяются. Мы же имели своей задачей попытаться дать определение понятия информации на базе наиболее общих понятий, являющихся философскими категориями.

На основе предложенного нами определения можно было бы сделать вывод о том, что информация — это тоже философская категория. Разнообразие и отражение — всеобщие свойства, атрибуты материи¹. В силу этого существуют объективные предпо-

¹ Как отмечает В. С. Готт, категории познания «являются всеобщими тогда, когда

сылки превращения понятия информации из общенаучного, каким оно уже сейчас стало, в философскую категорию, во всеобщую категорию познания. Некоторые ученые полагают, что информация сейчас уже является философской категорией (И. А. Акчурин, 1968; J. Zeman, 1965; Я. К. Ребане, 1969).

Мы также склонны присоединиться к этой точке зрения, но с некоторым важным уточнением, заключающимся в том, что, по нашему мнению, понятие информации еще не стало, а лишь становится философской категорией.

Определенные аргументы в пользу правомерности рассмотрения информации как всеобщего свойства материи были приведены в нашей книге. Как уже известно читателю, мы пришли к выводу, что понятие информации в общем может удовлетворять некоторым требованиям, предъявляемым к всеобщим категориям материалистической диалектики. Однако в то же время мы понимаем, что изложенным в работе мы окончательно не доказали, что информация — это философская категория. Перед нами стояла иная задача — показать, что понятие информации развивается таким образом, что стремится в определенном смысле к категориям различия и отражения, которые являются универсальными философскими категориями.

Установление всеобщности информации является лишь одним из условий причисления ее к всеобщим философским категориям. К сожалению, существует тенденция причисления понятий к философским категориям лишь на основе того, что объем понятия настолько широк, что в него включаются объекты природы, общества и познания. Как замечает П. В. Копнин, «понятия, образованные в качестве фиксации этого абсолютно-всеобщего, будут абстрактны и тощи; двигаясь в пределах их содержания, нельзя привести науку к плодотворным результатам» (П. В. Копнин, 1968, стр. 229).

Акцентирование внимания лишь на экстенсивной стороне развивающихся категорий не может привести к правильному их определению, если одновременно не принимать во внимание изменение их содержания.

Как было показано в этой книге, понятию информации свойственна экстенсификационно-интенсификационная форма развития (Д. П. Горский, 1966, стр. 218, 222—227). Поэтому необходимо при решении вопроса о философском статусе категории информации проанализировать и ее содержание (развитие и признаки этого содержания, его значение и роль в процессе формирования нового знания в современной науке, отношение этого содержания к содержанию других, в частности, традиционных философских категорий).

они отражают атрибуты материи и их взаимосвязи» (В. С. Готт, 1967, стр. 241). Но информация и есть существенная взаимосвязь атрибутов материи — отражения и различия.

Какие же требования предъявляются к философским категориям в содержательном аспекте? В последние годы в нашей литературе эта проблема все больше привлекает внимание исследователей и это — в определенной мере результат современной научно-технической революции, и прежде всего бурного развития естествознания и кибернетики. Современную философию уже не удовлетворяет одна лишь материалистически переосмысленная гегелевская система категорий, хотя, конечно, еще можно встретить высказывания, отвергающие необходимость введения новых философских понятий, лишь на том основании, что их не рассматривал Гегель. И в этом отношении особенно не «повезло» понятию информации, — некоторые ученые вообще отказываются видеть в понятии информации какие-либо философские проблемы, ибо оно, по их мнению, будто бы является всего лишь «кибернетической» категорией. Ясно, что кроме ошибочного представления о критериях, которым удовлетворяют философские категории, такое мнение свидетельствует о неглубоком знании действительной роли категории информации в современной науке.

Всеобщность понятия в смысле его объема является одной из важных характеристик философских категорий, но далеко не всех, а лишь той их части, которую можно было бы назвать универсальными категориями. Другие же философские категории, например, сознания, истины, практики и т. д. не являются всеобщими, но тем не менее они играют важную роль в философском знании. Поэтому прав П. В. Копнин, считая, что всеобщность понятия «не является специфическим признаком философской категории» (П. В. Копнин, 1965, стр. 45). Причислять понятие информации к философским категориям на том только основании, что оно отражает то, что присуще и природе, и обществу, и мышлению, было бы в принципе неверным.

По-видимому, важно выявить по меньшей мере еще один критерий (признак), свидетельствующий о подлинно философском статусе понятия информации. В качестве одного из таких признаков выдвигается, например, требование, чтобы вновь вводимая категория не оказалась тождественной какой-либо из имеющихся философских категорий (Б. В. Ахлибининский, 1969, стр. 102—104). Однако такое требование не составляет специфики определения философских категорий — оно вытекает из общелогических требований к определению любого понятия, а не только философского. Но этого требования в упомянутой формулировке (применительно к философии) явно недостаточно, можно ввести понятие, пусть даже оно не будет покрывать содержание ни одной из традиционных философских категорий, которое в то же время может и не быть философской категорией. Это понимает Б. В. Ахлибининский и вводит некоторое третье условие. Он считает, что нужно построить систему философских «субординированных категорий» (Б. В. Ахлибининский, 1969, стр. 104). Если такая система будет создана, то вопрос о том, можно ли данную категорию включить в систему философских категорий, будет решаться довольно просто

Далее он замечает, что в настоящее время такой системы еще не существует и потому оказывается невозможным сделать вывод о включении того или иного понятия в разряд философских. Подобная точка зрения, на наш взгляд, выражаясь словами Б. В. Ахлибининского, «вряд ли может продвинуть нас вперед сколь-нибудь существенно» (этот упрек Б. В. Ахлибининский бросил в адрес концепции П. В. Копнина, о которой мы будем говорить дальше). На наш взгляд, создание философской системы субординированных категорий вряд ли возможно. Отношение субординации характеризует далеко не все философские категории, например, те философские категории, которые отображают атрибуты материи. Это хорошо показано, например, в работе А. Ф. Перетурина, где отмечается, что «по отношению ко всей материи никакой субординации ее атрибутов не существует. Все ее атрибуты равноправны; невозможно делить атрибуты на существенные и несущественные, основные и второстепенные. Постановка вопроса о субординации атрибутов материи в самом общем виде явно неправомерна» (А. Ф. Перетурин, 1966, стр. 9).

Определение понятия информации, принятое здесь, также не выражает субординации категорий, а дает новое философское знание, отражающее существенную взаимосвязь, единство уже известных категорий диалектики и на которое до теории информации фактически не обращалось внимания. Конечно, существует определенная субординация среди некоторых философских категорий — этого нельзя отрицать, но в диалектической логике на первый план выступает взаимосвязь, взаимопроникновение, взаимопереходы категорий. Поэтому субординация — не обязательный признак философских категорий, так же как их не обязательно определять через род и видовое отличие. Можно даже высказать предположение, что систему субординированных категорий невозможно создать даже в рамках сильно формализованных теорий. Поэтому критерий причисления понятий к философским категориям, предложенный Б. В. Ахлибининским, представляется неудачным. Если руководствоваться его соображениями, то придется признать, что сейчас вообще нельзя провести границы между философскими и нефилософскими понятиями, так как система субординированных философских категорий еще не создана.

Между тем нам представляется, что весьма плодотворный критерий был предложен П. В. Копниным. Философскими категориями считаются «те понятия, которые вырабатываются для решения проблем, составляющих предмет философии на данном уровне развития научного знания» (П. В. Копнин, 1965, стр. 45). Б. В. Ахлибининского такой критерий не устраивает лишь потому, что при решении философских проблем используются и понятия других наук. Но это неизбежно, ибо философия связана с другими науками; философских рассуждений, в которых использовались бы одни лишь чисто философские категории, вообще не бывает. Мало того, даже определения философских категорий включают в себя понятия, которые не являются специфически философскими.

Критерий, выдвигаемый П. В. Копниным, представляется наиболее существенным из всех ранее рассмотренных. В самом деле, могло ли бы понятие информации считаться философской категорией, если бы оно не играло никакой роли в решении философских проблем на современном этапе развития научного знания? Очевидно, нет. Категория информации должна прочно войти в арсенал научных средств философа и активно использоваться в приращении нового философского знания. Без этого она останется лишь общенаучной категорией. В нашей работе мы сделали попытку показать возможность применения категории информации и при решении философских проблем (особенно в гносеологии и логике), хотя в этом направлении принципиально новых в «чисто» философском отношении знаний здесь было получено не так уж много. Такое положение мы отчасти приписываем тому, что данная книга лишь одна из первых попыток выявления взаимосвязи философии и понятия информации; видимо, значительного приращения нового философского знания следует ожидать лишь в дальнейших разработках.

Ведь нужно учесть, что понятием информации марксистская философия стала заниматься практически не более десяти лет. Думается, что требуется определенный срок для того, чтобы возможность включения информации в систему философских категорий превратилась в действительность². Если же мы уже сейчас станем утверждать, что информация стала философской категорией, то это будет противоречить действительности, ведь пока ни в одной работе по системе философских категорий не рассматривалось еще такого понятия, как информация (оно, возможно, появится в будущем).

Для того чтобы понятие информации могло быть с полным правом включено в систему философских категорий, следует показать продуктивность этого понятия в философии, а не только во всех остальных науках. Нужно доказать, что если понятие информации с полным правом может претендовать на роль философской категории, то оно должно столь же плодотворно «работать» в философии, как «работают» другие философские категории, отображающие всеобщие свойства материи — пространство, время, движение, отражение и т. д. Необходимо более аргументированно показать, что понятие информации обладает таким содержанием, которое может направлять исследовательскую мысль, объяснять и предвидеть развитие научного знания, в том числе и философского. Такая постановка вопроса лишний раз показывает, что одно только установление предельно широкого объема понятия информации еще далеко не достаточное условие для причисления его к всеобщим философским категориям.

² В подобном положении находятся и такие общенаучные понятия, как функция, структура, элемент, симметрия, асимметрия, вероятность и ряд других, которые все чаще причисляют к философским категориям.

Всеобщность в экстенсивном аспекте должна дополняться, как уже указывалось, содержательной всеобщностью, т. е. универсальные философские категории должны отражать одновременно и самые существенные стороны объектов природы, общества и познания. Эта всеобщность сущности, вычленение глубинных содержательно-качественных аспектов объективной реальности позволяет отличать универсальные категории философии от всеобщих категорий других наук (например, математики) и общенаучных понятий.

Именно в этом плане и должны идти дальнейшие исследования, ставящие цель доказать философский статус понятия информации. Проблема установления экстенсивной всеобщности отодвигается на второй план, хотя и ее необходимо разрабатывать. Признание лишь экстенсивной всеобщности скорее явится сильным аргументом в пользу причисления понятия информации к математическим понятиям (типа понятия множества), чем к философским. Вот почему в соответствующих философских работах надо обосновать, что информация, информационные процессы, существуя и проявляясь везде, составляют одну из неотъемлемых сторон сущности любого объекта материального мира. Такое доказательство окажется вместе с тем свидетельством продуктивности информации как философской категории, ибо философия решает самые существенные, а не только просто всеобщие проблемы бытия и познания. Эти исследования необходимо связать с выработкой соответствующих всеобщих методов познания и преобразования действительности. Такой содержательный (философский) информационный подход может оказаться универсальным и эффективным в других, уже частных науках, поможет приращению специального знания по самым существенным и актуальным вопросам.

Изложенное выше свидетельствует о том, что мы не даем односложного и однозначного ответа на вопрос — является ли информация философской категорией? Это понятие, по нашему мнению, уже не втискивается в рамки общенаучных понятий, но и не стало еще философской категорией. Оно находится в становлении и именно это исключает простой ответ «да» или «нет».

Поэтому, если утверждение о том, что информация является философской категорией, может встретить решительное возражение со стороны некоторых (а, может быть, и многих) философов-марксистов (ибо оно еще недостаточно обосновано самой историей и самой внутренней логикой философии), то вряд ли можно будет аргументировать точку зрения, что информация в принципе не может стать философской категорией и что не существует исторической и, соответственно, логико-гносеологической тенденции такого ее превращения.

Впрочем, независимо от того, станет ли понятие информации философской категорией или нет, оно уже занимает важное место в современной науке и возврата к прошлому, когда наука могла обходиться без этого понятия, уже нет. Более того, роль понятия информации в науке имеет тенденцию к неуклонному возрастанию

и можно думать, что правы те ученые, которые считают, что «информация выйдет, наверное, в XXI веке на первое место в мире научных и практически действенных понятий» (А. И. Берг, Б. В. Бирюков, 1970, стр. 113).

Действительно, уже говорилось о том, что понятие информации в принципе может быть полезным для всех наук. Кроме того, это понятие несет с собой возможность количественного анализа, что является очень важным преимуществом по сравнению с некоторыми другими общенаучными понятиями. Все это вместе создает возможность для все более широкого проникновения теоретико-информационных методов в различные науки.

Эта возможность представляется тем более реальной, если учесть, что одна из самых ярко выраженных тенденций современной научно-технической революции — передача от человека к машинам не только вещественно-энергетических функций, но во все большей степени и функций информационных, в особенности же тех, которые связаны с интеллектуальной деятельностью. Выдвижение на первый план в ходе научно-технического прогресса информационного аспекта потребует, без сомнения, еще более интенсивного развития различных вариантов теории информации, а, стало быть, и более пристального внимания к ним со стороны марксистско-ленинской философии.

ЛИТЕРАТУРА

- Произведения К. Маркса, Ф. Энгельса, В. И. Ленина названы в тексте.
- Адров В. М.** О некоторых философских аспектах понятия информации. — *Ученые записки Астраханского Государственного педагогического института имени С. М. Кирова*, т. XI, вып. 1. Вопросы истории и философии. Астрахань, 1967.
- Адров В. М.** Информация в неживой природе. — *Ученые записки МГПИ имени В. И. Ленина*, 1968, № 290. «Вопросы марксистско-ленинской философии».
- Аккерман Ю.** Биофизика. М., 1964.
- Акчурун И. А.** Теория элементарных частиц и теория информации. — В сб.: «Философские проблемы физики элементарных частиц». М., 1963.
- Акчурун И. А.** Развитие кибернетики и диалектика. — «Вопросы философии», 1965, № 7.
- Акчурун И. А.** Математизация знания и материалистическая диалектика. — «Коммунист», 1968, № 2.
- Алексеев И. С.** Об одной интерпретации квантовой механики. — В сб.: «Логика и методология науки». М., 1967.
- Амосов Н. М.** Моделирование информации и программ в сложных системах. — «Вопросы философии», 1963, № 12.
- Амосов Н. М.** Мышление и информация — В сб.: «Проблемы мышления в современной науке». М., 1964.
- Амосов Н. М.** Моделирование сложных систем. Киев, 1968.
- Анисимова Л. Е., Штофф В. А.** Информационная функция теории и модели. — «Вопросы философии», 1968, № 12.
- Арманд А. Д.** Природные комплексы как саморегулируемые информационные системы. — «Известия АН СССР», серия географическая, 1966, № 2.
- Аронов Р. А.** Проблема дискретности пространства и времени. — «Вопросы философии», 1966, № 10.
- Архипцев Ф. Т.** Материя как исходная категория диалектического материализма. — В сб.: «Диалектика и логика научного познания». М., 1966.
- Аскин Я. Ф., Ковалев В. И.** Попытка создания единой концепции информации: поиски и результаты. — «Философские науки», 1970, № 1.
- Афанасьев В. Г.** Научное управление обществом (Опыт системного исследования). М., 1968.
- Афанасьев В. Г.** Об интенсификации развития социалистического общества (Проблемы взаимодействия науки, техники и управления). М., 1969.
- Ахлибининский Б. В.** Информация и система Л., 1969.
- Баженов Л. Б.** Физика и теория информации — «Вопросы философии», 1961, № 8.
- Баженов Л. Б.** О некоторых философских аспектах проблемы моделирования мышления кибернетическими устройствами. — В сб.: «Кибернетика, мышление, жизнь». М., 1964.
- Бакурадзе О. М.** Истина и ценность. — «Вопросы философии», 1966, № 7.
- Бейтсон Г.** Некоторые особенности процесса обмена информацией между людьми. — В сб.: «Концепция информации и биологические системы». М., 1966.
- Берг А. И.** Проблемы управления и кибернетика. — В сб.: «Философские вопросы кибернетики». М., 1961.
- Берг А. И., Вирюков Б. В.** Киберне-

- тика — путь решения проблем управления. — В сб.: «Будущее науки», вып. 3. М., 1970.
- Бернал Дж. Д., Маккей А. Л.* На пути к науке о науке. — «Вопросы философии», 1966, № 7.
- Бестужев-Лада И. В.* Прогнозирование как одна из категорий подхода к проблемам будущего. — В сб.: «Проблемы общей и социальной прогностики», вып. 1. М., 1968.
- Бир Ст.* Кибернетика и управление производством. М., 1965.
- Бирюков Б. В.* О некоторых философско-методологических сторонах проблемы значения знаковых выражений. — В сб.: «Проблема знака и значения». М., 1969.
- Бирюков Б. В., Урсул А. Д.* К проблеме объективности информации. — «Методологические проблемы кибернетики (Материалы к Всесоюзной конференции)». М., 1970.
- Бирюков Б. В., Тютхин В. С.* О понятии сложности. — В сб.: «Логика и методология науки». М., 1967.
- Бонгард М. М.* О понятии «полезная информация». — В сб.: «Проблемы кибернетики», вып. 9. М., 1963.
- Бонгард М. М.* Проблема узнавания. М., 1967.
- Бочаров М. К.* О понятиях «информация» и «знак». — «Научно-техническая информация», 1967, № 2.
- Брезье М.* Как можно использовать информационные модели в нейрофизиологии. — В сб.: «Концепция информации и биологические системы». М., 1966.
- Бриллюэн Л.* Наука и теория информации. М., 1960.
- Бриллюэн Л.* Научная неопределенность и информация. М., 1966.
- Бродский Н. Н.* Причинность и информация. — «Вестник Ленинградского университета», серия экономики, философии и права, 1963, № 17, вып. 3.
- Буховский А. И.* Живые организмы и антиэнтропийный эффект информации. — «Вопросы философии», 1965, № 9.
- Веденов М. Ф., Кремьянский В. И.* О специфике биологических структур. — «Вопросы философии», 1965, № 1.
- Ветров А. А.* Семантика и ее основные проблемы. М., 1968.
- Винер Н.* Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. Второе издание. М., 1968.
- Витушкин А. Г.* Оценка сложности задачи табулирования. М., 1959.
- Войшвилло Е. К.* Попытка семантической интерпретации статистических понятий информации и энтропии. — В сб.: «Кибернетику — на службу коммунизму», т. 3, М.—Л., 1966.
- Войшвилло Е. К.* Понятие. М., 1967.
- Волькенштейн М. В.* Молекулы и жизнь. Введение в молекулярную биофизику. М., 1965.
- Вольфсон А. Ф.* К вопросу о математическом описании зональности эндогенного орудения. — «Известия АН СССР», серия геологическая, 1969, № 6.
- Вудворд Ф. М.* Теория вероятностей и теория информации с применением в радиолокации. М., 1955.
- Гавурич М. К.* О ценности информации. — «Вестник Ленинградского университета», серия математики, механики и астрономии, 1963, № 19, вып. 4.
- Гегель.* Энциклопедия философских наук, ч. 1. Логика. — Сочинения, т. 1, М.—Л., 1929.
- Гегель.* Наука логики. — Сочинения, т. V, М., 1937.
- Гельфанд И. М., Колмогоров А. Н., Яглом А. М.* К общему определению количества информации. — «ДАН СССР», 1956, т. 111, № 4.
- Глушков В. М.* Гносеологическая природа информационного моделирования. — «Вопросы философии», 1963 [а], № 10.
- Глушков В. М.* Мышление и кибернетика. — «Вопросы философии», 1963 [б], № 1.
- Глушков В. М.* О кибернетике как науке. — В сб.: «Кибернетика, мышление, жизнь». М., 1964.
- Гнеденко Б. В.* Курс теории вероятностей. М., 1961.
- Горский Д. П.* Вопросы абстракции и образование понятий. М., 1961.
- Горский Д. П.* Проблемы общей методологии наук и диалектической логики. М., 1966.
- Горский Д. П.* Проблема значения (смысла) знаковых выражений как проблема их понимания. — В сб.: «Логическая семантика и модальная логика». М., 1967.
- Горский Ю. М.* Об информационном алгоритмировании больших систем. — «Известия АН СССР», энергетика и транспорт, 1969, № 5.

- Горский Ю. М. Информационный анализ процессов управления.— В сб.: «Оптимизация и управление в больших системах энергетики», т. 1, Иркутск, 1970.
- Горский Ю. М., Крыленко В. А. Об информационном исчислении организованности и целенаправленности.— В сб.: «Информационные методы в системах управления, измерения и контроля (Доклады семинара)». Владивосток, 1968.
- Горский Ю. М., Урсул А. Д. Информация в управлении большими системами (Методологические аспекты).— В сб.: «Оптимизация и управление большими системами в энергетике. Материалы симпозиума». Иркутск, 1970.
- Готт В. С. Философские вопросы современной физики. М., 1967.
- Готт В. С. О неисчерпаемости материального мира. М., 1968.
- Готт В. С., Перетурич А. Ф. Симметрия и асимметрия как категории познания.— В сб.: «Симметрия, инвариантность, структура (Философские очерки)». М., 1967.
- Готт В. С., Урсул А. Д. О категориях определенности и неопределенности.— «Вопросы философии», 1971, № 6.
- 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 Ленинградского университета», серия экономики, философии и права, 1962, № 23, вып. 4.
- Грязнов Б. С., Дынин Б. С., Никитин Е. П. Гносеологические проблемы моделирования.— «Вопросы философии», 1967, № 2.
- Гуцин Д. А. К вопросу о природе информации.— В сб.: «Вопросы философии и психологии», вып. 1. Л., 1965.
- Гуцин Д. А. Категория информации и некоторые проблемы развития.— «Вестник Ленинградского университета», серия экономики, философии и права, 1967, № 23, вып. 4.
- Джордж Ф. Мозг как вычислительная машина. М., 1963.
- Добров Г. М. Наука о науке. Введение в общее наукознание. Киев, 1966.
- Добрушин Р. Л. Общая формулировка основной теоремы Шеннона в теории информации.— «Успехи математических наук», 1959, т. 14, № 6.
- Добрушин Р. Л. Теория оптимального кодирования информации.— В сб.: «Кибернетика — на службу коммунизму», т. 3, М.—Л., 1966.
- Дробницкий О. Г. Проблема ценности и марксистская философия.— «Вопросы философии», 1966, № 7.
- Дубровский Д. И. Категория информации и некоторые аспекты деятельности мозга.— В сб.: «Философские вопросы биокрибернетики (материалы к симпозиуму)». М., 1969.
- Евладов Б. В. Некоторые особенности социальной информации.— В сб.: «О методологических проблемах общественных наук». Новосибирск, 1969.
- Елчанинова О. В. Роль социальной информации и математических методов в выработке управленческих решений.— В сб.: «Научное управление обществом», вып. 3, М., 1969.
- Жданов Ю. А. Энтропия информации в реакциях ароматического замещения.— «Журнал органической химии», 1965 [а], т. 1, вып. 9.
- Жданов Ю. А. Энтропия информации как мера специфичности в реакциях ароматического замещения.— «Журнал физической химии», 1965 [б], т. 39, вып. 3.
- Жданов Ю. А. Об объеме информации в молекулах биоорганических соединений.— «Биофизика», 1967, т. XII, вып. 4.
- Жуков Н. И. Информация в свете ленинской теории отражения.— «Вопросы философии», 1963, № 11.
- Жуков Н. И. Информация (философский анализ информации — центрального понятия кибернетики). Минск, 1966.
- Жуков-Вережников Н. Н. Теория генетической информации (Теоретический и экспериментальный очерк). М., 1966.
- Земан И. Кибернетика и философия.— В сб.: «Философия и естествознание». М., 1965.
- Земан И. Познание и информация. М., 1966.
- Зиновьев А. А. Основы логической теории научных знаний. М., 1967.
- Злочевский С. Е., Козенко А. В., Колосов В. В., Половинчик А. Н. Информация в научных исследованиях. Киев, 1969.
- Иванов С. Г. Некоторые гносеологические аспекты теории информации.—

- «Ученые записки кафедр общественных наук вузов г. Ленинграда», философия, вып. 7. Философские и социологические исследования. Л., 1965.
- Карпов М. М.** Основные закономерности развития естествознания. Ростов, 1963.
- Кедров Б. М.** Единство диалектики, логики и теории познания. М., 1963.
- Кедров Б. М., Спиркин А. Г.** Наука. — «Философская энциклопедия», том 3. М., 1964.
- Клаус Г.** Кибернетика и философия. М., 1963.
- Клаус Г.** Сила слова. Гносеологический и прагматический анализ языка. М., 1967.
- Ковалев В. И.** Информация и процесс познания. — В сб.: «Ленинская теория познания и современная наука», Саратов, 1970.
- Колмогоров А. Н.** Проблемы теории вероятностей и математической статистики. — «Вестник АН СССР», 1965 [а], № 5.
- Колмогоров А. Н.** Три подхода к определению понятия «количество информации». — «Проблемы передачи информации», 1965 [б], т. 1, вып. 1.
- Колмогоров А. Н.** К логическим основам теории информации и теории вероятностей. — «Проблемы передачи информации», 1969, том 5, вып. 3.
- Колмогоров А. Н., Тихомиров В. М.** ϵ -Энтропия и ϵ -емкость множеств в функциональных пространствах. — «Успехи математических наук», 1959, т. 14, вып. 2.
- Кольман Э.** О философских и социальных проблемах кибернетики. — В сб.: «Философские вопросы кибернетики». М., 1961.
- Копнин П. В.** Развитие познания как изменение категорий. — «Вопросы философии», 1965, № 11.
- Копнин П. В.** Логические основы науки. Киев, 1968.
- Коршунов А. М., Мантатов В. В.** Гносеологический анализ понятия «информация». — В сб.: «Методологические проблемы современной науки». М., 1964.
- Косолапов В. В.** Анализ информационных потоков как средство прогнозирования перспективных научных исследований. — «Научно-техническая информация», серия 2, 1967, № 6.
- Косолапов В. В.** Информационно-логический анализ научного исследования. Методологические проблемы аналитико-синтетической переработки научной информации. Киев, 1968.
- Кочубиевский И. Д., Король Е. В., Попова Е. К.** Введение меры разнообразия процессов управления. — В сб.: «Информационные методы в системах управления, измерений и контроля (Доклады семинара)». Владивосток, 1968.
- Кравец А. С.** Вероятность и системы. Воронеж, 1970.
- Кузнецов Н. В.** Категория причинности и ее познавательное значение. — В сб.: «Теория познания и современная наука». М., 1967.
- Курчиков Л. М.** Понятия и неопределенность. Киев, 1970.
- Лафарг П.** Воспоминания о Марксе. — В сб.: «Воспоминания о Марксе и Энгельсе». М., 1956.
- Лебедев Д. С., Левитин Л. Б.** Перенос информации электромагнитным полем. — В сб.: «Проблемы передачи информации». Вып. 16. Теория передачи информации. М., 1964.
- Левит А. О.** Противоречия между содержанием и формой теории информации. — «Научная мысль», 1968, № 11.
- Лекторский В. А.** Проблема субъекта и объекта в классической и современной буржуазной философии. М., 1965.
- Май В. П.** Принцип сопряженности и некоторые информационные аспекты управления. — В сб.: «Информационные методы в системах управления, измерения и контроля (Доклады семинара)». Владивосток, 1968.
- Майлс У.** Измерение ценности научной информации. — «Зарубежная радиоэлектроника», 1965, № 1.
- Марахов В. Г.** Структура и развитие производительных сил социалистического общества (Методологические и социологические проблемы). М., 1970.
- Марков А. А.** Что такое кибернетика? — В сб.: «Кибернетика, мышление, жизнь». М., 1964.
- Мелещенко Ю. С., Шухардин С. В.** Ленин и научно-технический прогресс. Л., 1969.
- Меницкий Д. Н.** Понятие информации в свете ленинской теории отражения. — «Вестник АМН СССР», 1967, № 9.
- Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С.** Информатика — наука

- название теории научной информации.— «Научно-техническая информация», 1966, № 12.
- Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С. Основы информатики. М., 1968.
- Молевич Е. Ф. К вопросу о ценностном понимании явлений органического прогресса.— В сб.: «Ленинская теория отражения и современность. Материалы юбилейной научной сессии вузов уральской зоны. Философские науки». Вып. I. Свердловск, 1967.
- Морозов К. Е. Философские проблемы теории информации.— В кн.: «Философия естествознания» (выпуск первый). М., 1966.
- Морозов К. Е. Математическое моделирование в научном познании. М., 1969.
- Налимов В. В., Мухоменов З. М. Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса. М., 1969.
- Напалков А. В. Эвристическое программирование и исследование механизмов переработки информации.— В сб.: «Информация и кибернетика». М., 1967.
- Нарский И. С. Соотношение отражения, информации и значения.— «Ученые записки Томского университета», 1965, № 61.
- Нарский И. С. Диалектическое противоречие и логика познания. М., 1969 [а].
- Нарский И. С. Проблема значения «значения» в теории познания.— В сб.: «Проблема знака и значения». М., 1969 [б].
- Новик И. Б. Негэнтропия и количество информации.— «Вопросы философии», 1962, № 6.
- Новик И. Б. Кибернетика. Философские и социологические проблемы. М., 1963.
- Новик И. Б. Философские вопросы моделирования психики. М., 1969 [а].
- Новик И. Б. Философские идеи Ленина и кибернетика. М., 1969 [б].
- Новик И. Б., Уемов А. И. Моделирование и аналогия.— В сб.: «Материалистическая диалектика и методы естественных наук». М., 1968.
- Овчинников Н. Ф. Принципы сохранения. М., 1966.
- Оженин Л. Структура белка и количество информации.— В сб.: «Теория информации в биологии». М., 1960.
- Павлов Т. Д. Информация, отражение, творчество. М., 1967.
- Паттен Б. Концепция информации в экологии. Некоторые аспекты поведения планктонных сообществ.— В сб.: «Концепция информации и биологические системы». М., 1966.
- Перетурин А. Ф. Единство атрибутов материи. М., 1966.
- Петров Б. Н., Кочубиевский И. Д., Уланов Г. М. Информационные аспекты управления технологическими процессами.— «Известия АН СССР», техническая кибернетика, 1967, № 4.
- Петров Б. Н., Кочубиевский И. Д., Уланов Г. М., Дудин Е. Б. Различимость, инвариантность и информация в системах с жесткой и переменной структурой.— В сб.: «Многообразные и инвариантные системы». М., 1968.
- Петрушенко Л. А. Взаимосвязь информации и системы.— «Вопросы философии», 1964, № 2.
- Петрушенко Л. А. Принцип обратной связи (Некоторые философские и методологические проблемы управления). М., 1967.
- Плющ Л. Н. Понятие информации.— В сб.: «Очерки по философским вопросам биологии и медицины». М., 1966.
- Полушкин В. А. О путях получения исходной информации для научного исследования.— «Научно-техническая информация», 1962, № 9.
- Полушкин В. А. К определению понятия «информация». — «Научно-техническая информация», 1963, № 9.
- Полушкин В. А. К вопросу об определении информации.— В сб.: «Язык и мышление». М., 1967.
- Понтрягин Л. и Шнирельман Л. Об одном метрическом свойстве размерности.— В кн.: В. Гуревич и Г. Волман. Теория размерности. М., 1948 (Прибавление к переводу).
- Попович М. В. О философском анализе языка науки. Киев, 1966.
- Пушкин В. Г. О природе информационной надежности.— В сб.: «Герценовские чтения (Программа и краткое содержание докладов). Философия». Л., 1967.
- Пятницын Б. Н. Некоторые методы формализации индуктивной логики.— В сб.: «Логика и методология науки». М., 1967.
- Пятницын Б. Н. Развитие вероятностных и статистических представле-

- ний.— «Вопросы философии», 1968, № 8.
- Пятницын Б. Н., Субботин А. Л. Соображения о построении индуктивной логики.— «Вопросы философии», 1969, № 2.
- Равен Х. Оогенез. Накопление морфогенетической информации. М., 1964.
- Рабане Я. К. Информация как мигрирующая структура.— В сб.: «Ученые записки Тартусского государственного университета», труды по философии, 1969, вып. 225, № 12.
- Резников Л. О. Гносеологические вопросы семантики. Л., 1964.
- Резников Л. О. Проблема значения слова в свете ленинской теории отражения.— «Вопросы философии», 1969, № 11.
- Рейхенбах Г. Направление времени. М., 1962.
- Рузавин Г. И. Логическая вероятность и индуктивные выводы.— «Вопросы философии», 1967, № 4.
- Рузавин Г. И. О природе математического знания (Очерки по методологии математики). М., 1968.
- Сагалович Н. М. К вопросу о тенденциях роста числа научных публикаций.— «Научно-техническая информация», 1963, № 10.
- Сачков Ю. В. Проблема структуры материи и вероятность.— В сб.: «Структура и формы материи». М., 1967.
- Свечников Г. А. Бесконечность (неисчерпаемость) материи. М., 1965.
- Свинцкий В. И. Понятие управления в кибернетике.— В сб.: «Симметрия, инвариантность, структура (философские очерки)». М., 1967.
- Седов Е. А. К вопросу о соотношении энтропии информационных процессов и физической энтропии.— «Вопросы философии», 1965, № 1.
- Семенов Н. Марксистско-ленинская философия и вопросы естествознания. Научное творчество в свете марксистско-ленинской теории познания.— «Коммунист», 1968, № 10.
- Семков Б. Ф. Отчет о работе философских (методологических) семинаров московских научных учреждений Академии наук СССР за 1962—1964 гг. М., 1965.
- Сетров М. И. О критерии организованности в биологии.— «Философские науки», 1967, № 1.
- Сетров М. И. Методологические принципы построения единой организационной теории.— «Вопросы философии», 1969, № 5.
- Синай Я. О понятии энтропии динамической системы.— «ДАН СССР», 1959, т. 124, № 4.
- Сифоров В. И. О взаимопроникновении методов различных наук.— В сб.: «Материалистическая диалектика и методы естественных наук». М., 1968.
- Спиркин А. Г. Курс марксистской философии. Изд. 2-ое доработ. М., 1966.
- Стратонович Р. Л. О ценности информации.— «Известия АН СССР», техническая кибернетика, 1965, № 5.
- Стратонович Р. Л. Экстремальные задачи теории информации и динамического программирования.— «Известия АН СССР», техническая кибернетика, 1967, № 5.
- Стратонович Р. Л., Гришанин Б. А. Ценность информации в случае невозможности прямого наблюдения оцениваемой величины.— «Известия АН СССР», техническая кибернетика, 1966, № 3.
- Схоутен Ж. Ф. Незнание, знание и информация.— В сб.: «Теория передачи сообщений». М., 1957.
- Такахаси Х. Применение теории информации к квантовомеханическим каналам связи.— «Статистическая теория связи и ее приложения». М., 1967.
- Тарасенко Ф. П. К определению понятия «информация» в кибернетике.— «Вопросы философии», 1963, № 4.
- Темников Ф. Е. Информатика.— «Известия высшей школы», серия электромеханики, 1963, № 11.
- Тринчер К. С. Информация и биология. Элементы биологической термодинамики. М., 1965.
- Трубников Н. Н. О категориях «цель», «средство», «результат». М., 1968.
- Трусов Ю. П. Понятие о ноосфере.— В сб.: «Природа и общество». М., 1968.
- Тугаринов В. П. Марксистская философия и проблема ценностей.— В сб.: «Проблема ценности в философии», М.—Л., 1966.
- Тюхтин В. С. Сущность отражения и теория информации.— В сб.: «Кибернетика, мышление, жизнь». М., 1964.
- Тюхтин В. С. Информация и отражение.— «Вопросы философии», 1967, № 3.

- Тюхтин В. С. Отражение, образ, модель, знак и информация.— В сб.: «Ленинская теория отражения и современность». София, 1969.
- Уемов А. И. Учет многообразия ссылок в науковедческом анализе.— В сб.: «Проблемы науки управления и применение вычислительной техники для автоматизации и механизации управленческого труда. Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции. Секция 5. Организация и управление научными исследованиями», ч. 1, Киев, 1968.
- Украинцев Б. С. О возможностях кибернетики в свете свойства отображения материи.— В сб.: «Философские вопросы кибернетики». М., 1961.
- Украинцев Б. С. Информация и отражение.— «Вопросы философии», 1963, № 2.
- Украинцев Б. С. Категории «активность» и «цель» в свете основных понятий кибернетики.— «Вопросы философии», 1967, № 5.
- Украинцев Б. С. Процессы самоуправления и причинность.— «Вопросы философии», 1968, № 4.
- Украинцев Б. С. Отображение в неживой природе. М., 1969.
- Украинцев Б. С. Информационная причинность.— В сб.: «Методологические проблемы кибернетики (Материалы к Всесоюзной конференции)». М., 1970.
- Урсул А. Д. О природе информации.— «Вопросы философии», 1965, № 3.
- Урсул А. Д. Информационный критерий развития в природе.— «Философские науки», 1966, № 2.
- Урсул А. Д. Негэнтропийный принцип информации и научное познание (Рецензия на книгу Л. Бриллюэна «Научная неопределенность и информация». М., 1966).— «Вопросы философии», 1967 [а], № 11.
- Урсул А. Д. Нестатистические подходы в теории информации.— «Вопросы философии», 1967 [б], № 2.
- Урсул А. Д. Освоение космоса (Философско-методологические и социологические проблемы). М., 1967 [в].
- Урсул А. Д. Теоретико-познавательное значение принципа инвариантности.— В сб.: «Симметрия, инвариантность, структура (Философские очерки)». М., 1967 [г].
- Урсул А. Д. Информационный аспект взаимодействия общества и природы.— В сб.: «Природа и общество». М., 1968 [а].
- Урсул А. Д. Методы теории информации в гносеологии и логике.— «Вопросы философии», 1968 [б]. № 6.
- Урсул А. Д. Природа информации (Философский очерк). М., 1968 [в].
- Урсул А. Д. Сложность, организация, информация.— «Философские науки», 1968 [г], № 3.
- Урсул А. Д. Теория информации и религия. М., 1968 [д].
- Урсул А. Д. Информация и мышление. М., 1970.
- Уэлз Р. Мера субъективной информации.— В сб.: «Новое в лингвистике», вып. 4. М., 1965.
- Фаддеев Е. Т. Космонавтика и общество. М., 1970.
- Федякин И. А. К вопросу об общей теории социальной информации.— В сб.: «Современные буржуазные теории журналистики». М., 1967.
- Фёрстер Г. Био-логика.— В сб.: «Проблемы бионики». М., 1965.
- Фишер Р. А. Статистические методы для исследователей. М., 1961.
- Хайлов К. М. Биологическая организация и информация.— «Журнал общей биологии», 1966 [а], т. 27, № 4.
- Хайлов К. М. Упорядоченность биологических систем.— «Успехи современной биологии», 1966 [б], т. 61, № 2.
- Харкевич А. О ценности информации.— В сб.: «Проблемы кибернетики», вып. 4, М., 1960.
- Харкевич А. Информация и техника.— «Коммунист», 1962, № 17.
- Хованов Н. В. Вероятность как мера необходимости.— «Вопросы философии», 1969, № 11.
- Хорафас Д. Н. Системы и моделирование. М., 1967.
- Чендов Борис. Основни идеи на математиката и диалектическият материализъм. Относно предмета и някон методи на математиката. София, 1969.
- Черныш В. И. Информационные процессы в обществе. М., 1968.
- Черняк Ю. И. Разработка системы экономической информации.— В сб.: «Системы экономической информации». М., 1967.
- Черри К. О логике связи (синтактика, семантика, прагматика). В сб.: «Инженерная психология». М., 1964.

- Шамбадаль П. Развитие и приложения понятия энтропии. М., 1967.
- Шароградский В. И. К вопросу о соотношении энтропии и количества информации.— «Вестник Московского университета», философия, 1967, № 2.
- Шеннон К. Э. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963.
- Шкода В. В. О понятии разнотребия.— «Философские науки», 1971, № 4.
- Шмальгаузен И. И. Естественный отбор и информация.— «Известия АН СССР», серия биологическая, 1960 [а], № 1.
- Шмальгаузен И. И. Количество фенотипической информации о строении популяции и скорость естественного отбора.— В сб.: «Применение математических методов в биологии». Л., 1960 [б].
- Шмальгаузен И. Основы эволюционного процесса в свете кибернетики.— В сб.: «Проблемы кибернетики», вып. 4. М., 1960 [в].
- Шрейдер Ю. А. О количественных характеристиках семантической информации.— «Научно-техническая информация», 1963, № 10.
- Шрейдер Ю. А. Об одной модели семантической теории информации.— В сб.: «Проблемы кибернетики», вып. 13. М., 1965.
- Шрейдер Ю. А. К вопросу об определении основных понятий семиотики.— В сб.: «Кибернетику — на службу коммунизму», т. 3. М.—Л., 1966 [а].
- Шрейдер Ю. А. Некоторые проблемы теории научной информации.— «Научно-техническая информация», 1966 [б], № 6.
- Шрейдер Ю. А. О семантических аспектах теории информации.— В сб.: «Информация и кибернетика». М., 1967.
- Штофф В. А. Моделирование и философия. М.—Л., 1966.
- Штофф В. А. Знаковая модель как особый вид знаковой системы.— В сб.: «Проблемы знака и значения». М., 1969.
- Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. М., 1959.
- Эшби У. Росс. Системы и информация.— «Вопросы философии», 1964, № 3.
- Юргеленас Д. И. Теория отражения и понятие информации.— В сб.: «Теория познания и современная наука». М., 1967.
- Ямпольский С. М., Хилкок Ф. М., Лисичкин В. А. Проблемы научно-технического прогнозирования (Методологические аспекты). М., 1969.
- Ackoff R. L. Towards a Behavioral Theory of Communication.— "Management Science", 1958, vol. 4, N 3.
- Bar-Hillel Y., Carnap R. Semantic Information.— "Brit. Journ. Phil. Sc.", 1953, vol. 4, N 14.
- Bernstein P., Jeltzschmann H. Informations- und spieltheoretische Aspekte in der soziologischen Forschung. Berlin, 1969.
- Blom V. Raum, Zeit und Electron. München, 1959.
- Bok S. T. The Concept of Normlinked Units in Physics, Chemistry, and Biology.— "Information and Prediction in Science". New York and London, 1965.
- Bonsak F. Pour une interprétation objectiviste de la theorie de l'information.— "Dialectica" (Neuchatal), 1962, vol. 16, N 1—4.
- Brillouin L. Observation, Information and Imagination.— "Information and Prediction in Science". New York and London, 1965.
- Cherry C. On Human Communication. A Review, a Survey, and a Criticism. Cambridge, Massachusetts, and London, 1966.
- Chauchard P. Cybernetique et physiologie de la conscience.— "Cybernetica", 1958, vol. 1, N 1.
- Dahm H. Kybernetik als Problem Kommunistischer Philosophie. In: "Wissenschaft in Kommunistischen Ländern". Tübingen, 1967.
- Dancoff S. M., Quastler H. The Information Content and Error Rate of Living Things.— "Essays on the Use of Information Theory in Biology". Urbana, 1953.
- Dechert C. R. Cybernetics and the Human Person.— "International Philosophical Quarterly", 1965, vol. V, N 1.
- Forie B. Information without probability and Shannon's Entropy.— "Colloq. Inform. Theory. Debrecen, 1967. Abstracts". Budapest, 1968.
- Gueroult M. Introduction. Discussion.— "Le concept d'information dans science contemporaine. Cahiers de Royaumont philosophie", N. Y. Paris, 1965.

- Guîdsu S. Construirea probabilităţii pe baza informaţiei. — "Studii şi cercetări mat. Acad. RSR", 1969, 21, N 1.
- Günter G. Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik. Krefeld und Baden-Baden, 1963.
- Harrah D. Communication: a Logical Model. Cambridge, Massachusetts, 1967.
- Hyppolite J. Seance de synthese. — "Le concept d'information dans la science contemporaine. Cahiers de Royaumont philosophie", N V. Paris, 1963.
- Vayns E. T. Information Theory and Statistical Mechanics. "Physical Rev.", 1957, vol. 106, N 5, vol. 108, N 10.
- Ingarden R. S. A Simplified Axiomatic Definition of Information. — "Bull. Acad. polon. Sci., ser. sci. math., astron., et phys.", 1963, 11, N 4.
- Ingarden R. S. Simplified Axiom for Information without Probability. — "Roczn. Polsk. towarz. mat.", ser. 1, 9, N 2, 1965.
- Ingarden R. S. and Urbanik K. Information as Fundamental Notion of Statistical Physics. — "Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences", Série de Sciences math., astr., et phys., 1961, 9, N 4.
- Ingarden R. S. and Urbanik K. Information without Probability. — "Colloquium mathematicum", 1962, 9, N 1.
- Karremen G. Topological Information Content and Chemical Reactions. — "The Bulletin of Mathematical Biophysics", 1955, vol. 17, N 4.
- Kemeny J. G. A Logical Measure Functions. — "Journal of Symbolic Logic", 1953, vol. 18, N 4.
- Klaus G. Spezielle Erkenntnistheorie. Prinzipien der Wissenschaftlichen Theoriebildung. Berlin, 1966.
- Klein M. J. Order, Organisation and Entropy. — "Brit. Journ. Phil. Sci.", 1953, N 4.
- Kirschenmann P. Kibernetik, Information, Widerspiegelung. München und Salzburg, 1969.
- Linschitz H. The Informational Content of a Bacterial Cell. — "Essays on the Use of Information Theory in Biology". University of Illinois Press. Urbana, 1953.
- MacKay D. M. In Search of Basic Symbols. Cybernetics. New York, 1952.
- MacKay D. M. Towards an Information-Flow Model of Human Behavior. "British Journ. Psychol.", 1956, vol. 47.
- MacKay D. M. Information and Prediction in Human Sciences. — "Information and Prediction in Science". New York and London, 1965.
- Maloney C. J. Semantic Information. — "Amer. Docum.", 1962, vol. 13, N 3.
- McLuhan M. Understanding Media: The Extension of Man. New York, 1964.
- Morovitz H. J. Some Disorder — Order Consideration in Living Systems. — "The Bulletin of Mathematical Biophysics", 1955, vol. 17, N 1.
- Picard G. Théorie de l'information et théorie des graphes. — "Rev. franc. traitement inform. Chiffres", 1966, vol. 9, N 1.
- Rakow B. Der Zusammenhang zwischen der Größe Molbit und den thermodynamischen Entropiegrößen. — "Zeitschrift für Chemie", Jg. 3, Hf. 8, 1963 [a].
- Rakow B. Die Ausrechnung von Information in Molbit aus thermodynamischer Entropieänderung bei biosynthetischen Ordnungsprozessen. — "Zeitschrift für Chemie", Jg. 3, Hf. 12, 1963 [b].
- Rakow B. Gruppentheoretische Begründung einer Einführung der Größe Molbit in die molekular-biologische Physikochemie. — "Zeitschrift für Chemie", Jg. 3, Hf. 7, 1963 [c].
- Rashevsky N. Life, Information Theory and Topology. — "The Bulletin of Mathematical Biophysics", 1955, vol. 17, N 3.
- Reball S. Ansätze zu einer semiotischen Informationstheorie. — "Informatik", 1970, 17, N 1.
- Schischoff G. Philosophie und Kybernetik. — "Zeitschr. für philosophisch. Forschung", 8, 1965, 19, H. 2.
- Schramm W. Information Theory and Mass Communication. — "Journalism Quarterly", Spring, 1955.
- Tondl L. Slovo o filosofii techniky. — "Filosofický časopis", 1964, N 3.
- Törnebohm H. Information and Confirmation. Göteborg, 1964.
- Tribus M. Information Theory as the Basis for Thermostatics and Thermodynamics. — "Journ. of Appl. Mech.", 1961, vol. 6, N 3.
- Trucco E. A Note of the Information Content of Graphs. — "The Bulletin

- of Mathematical Biophysics", 1956 [a], vol. 18, N 2.
- Trucco E.* On the Information Content of Graphs; Compound Symbols; Different States for Each Points — "The Bulletin of Mathematical Biophysics", 1956[6], vol. 18, N 3
- Valentinuzzi M., Valentinuzzi M. E.* Information Content of Chemical Structures and Some Possible Biological Applications. — "The Bulletin of Mathematical Biophysics", 1963, vol. 24, N 1.
- Wasmuth E.* Der Mensch und die Denkmaschine. Köln und Otten, 1955.
- Wilkinson J.* The Concept of Information and the Unity of Science. — "Philosophy of Science", 1961, vol. 28, N 4.
- Zeman J.* Informace jako filosofická kategorie. — "Kibernetika ve spolet. vědách." Praha, ČSAV, 1965.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Глава I. Философия и понятие информации	
§ 1. Философско-методологические проблемы теории информации в работах советских ученых (Краткий обзор литературы)	9
§ 2. К критике идеалистических интерпретаций понятий кибернетики и теории информации	26
§ 3. Важнейшие исходные принципы философского анализа понятия информации	36
Глава II. Развитие и особенные формы понятия «количество информации». Концепция разнообразия	53
§ 1. Вероятностно-статистические идеи в теории информации	72
§ 2. Методологические аспекты невероятностных (нестатистических) подходов в теории информации	80
§ 3. Различие (разнообразие) как основа информации	
Глава III. Семиотические аспекты информации	
§ 1. Информационная концепция значения	96
§ 2. К характеристике семантических теорий информации	113
§ 3. Ценность как прагматическое свойство информации	121
Глава IV. Отражение и информация	
§ 1. Проблема всеобщности отражения и определение понятия «отражение»	134
§ 2. Информация как отраженное разнообразие	146
Глава V. Основные виды и функции информации	
§ 1. Информация в неживой и живой природе	157
§ 2. Некоторые соображения о соотношении понятий информации и развития	174
§ 3. Связь, управление, информация	184
§ 4. О социальной информации	201
Глава VI. Информационный аспект познавательной деятельности	
§ 1. Информационные модели процесса познания	213
§ 2. Методы научного познания и понятие информации	225
§ 3. Теоретико-информационный подход к изучению форм научного познания	235
§ 4. О некоторых проблемах исследования научной информации	250
§ 5. Научная информация и прогнозирование	263
Заключение	274
Литература	285
	295

Аркадий Дмитриевич Урсул

ИНФОРМАЦИЯ

Методологические аспекты

Утверждено к печати
Научным советом по комплексной проблеме
«Кибернетика» АН СССР

Редактор Я. А. Мильнер
Художник А. Д. Смеляков
Технический редактор Т. С. Подыниглазова

Сдано в набор 1/III 1971 г. Подп. к печати 20/V 1971 г.

Формат 60×90¹/₁₆ Бумага № 2

Усл. п. л. 18,5 Уч.-изд л. 20,7

Тираж 10 000 Тип. зак. 2640 Цена 1 р. 62 к.

Издательство «Наука»,
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

Набор изготовлен
Чеховским полиграфкомбинатом
Главполиграфпрома Комитета по печати
при Совете Министров СССР
г. Чехов, Московской области

Отпечатано во 2-й типографии
издательства «Наука»
Москва, Г-99,
Шубинский пер., 10