

II

125949

А. Д. Урсул

ИНФОРМАЦИЯ И МЫШЛЕНИЕ



1970
серия

ФИЛОСОФИЯ 8

II

125949

А. Д. Урсул,
доктор философских наук

ИНФОРМАЦИЯ
И МЫШЛЕНИЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Москва 1979



8567561

Брошюра входит в серию «Кибернетика, мышление, жизнь». Она посвящена анализу соотношения информации и мышления. Раскрываются роль и значение теоретико-информационных методов в современной науке, даются общая характеристика понятия информации и критика идеалистических трактовок этой центральной категории кибернетики. Особый интерес представляет анализ проблемы идеальной информации и применения понятия информации в логике. Обсуждение этих вопросов необходимо для дальнейшей плодотворной разработки проблемы мышления как в философском, так и кибернетическом аспектах.

Автор брошюры — Аркадий Дмитриевич Урсул — доктор философских наук, председатель комиссии по философским вопросам теории информации и ее приложений Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР. Работает в области философских проблем кибернетики и освоения космоса. Им написаны монографии: «Освоение космоса (философско-методологические и социологические проблемы)». М., 1967, и «Природа информации. Философский очерк». М., 1968.

Возникновение и развитие теории информации и ее приложений является одним из характернейших явлений современной науки. Стремительный прогресс этой теории привел не только к появлению некоторого самостоятельного научного направления, как это случилось с такими фундаментальными теориями, как, например, теория относительности, квантовая механика и т. п., но и к проникновению новых количественных методов в принципе во все науки, начиная от физики и кончая логикой. Теоретико-информационными методами охвачены науки как о природе, так и о мышлении и обществе. И в этом принципиальное отличие теории информации от многих научных теорий, возникших и бурно развивающихся в XX веке.

Разработка формального аппарата теории информации продвинулась настолько далеко, что количество публикаций, пожалуй, уже превышает количество работ по теории относительности. Но если по философскому осмыслению теории относительности существует весьма обширная литература, глубоко рассматривающая суть проблемы, то по теории информации таких работ до недавнего времени не было.

Трудности философского анализа теории информации объясняются, по-видимому, не только тем, что сама теория информации возникла немногим более двадцати лет тому назад. Можно думать, что они создаются новизной и самого предмета исследования — информации. Если теория относительности видоизменила (хотя и весьма существенно) наши представления о пространстве и времени, т. е. развила наше понимание в какой-то мере уже известных свойств материи (изучавшихся в механике Ньютона), то теория информации впервые обратила внимание на совершенно новое свойство материальных систем, которое еще не было предметом исследования традиционного естествознания.

Широкая применимость методов теории информации и бурные темпы ее развития, новизна предмета исследования и трудности истолкования природы информации не могли не привлечь внимания философов.

Важные результаты в философском анализе понятия информации были получены в работах И. А. Акчурина, Н. М. Амосова, Л. Б. Баженова, Б. В. Бирюкова, Е. К. Войшвилло, В. М. Глушкова, И. И. Гришкина, Д. А. Гушина, Н. И. Жукова, П. В. Копнина, К. Е. Морозова, И. С. Нарского, И. Б. Новика, В. С. Тюхтина, А. И. Умова, Б. С. Украинцева, Ю. А. Шрейдера и других ученых, на основные выводы работ которых мы далее будем опираться.

Основное внимание в брошюре будет уделено диалектико-материалистической интерпретации понятия «информации» и его роли в современной науке. Вполне понятно, что при выполнении этой задачи используются в качестве исходных все основные положения марксистской философии, в особенности ленинской теории отражения. Ленинская разработка проблем диалектико-материалистической гносеологии как теории отражения, выдвижение фундаментального положения о всеобщности отражения, неисчерпаемости материи и ряд других имеют большое эвристическое значение для решения сложнейших проблем современной науки, в частности кибернетики и теории информации. С позиций ленинской теории отражения решаются и коренные вопросы, связанные с идеологической борьбой в области осмысления природы информации.

Использование материалистической диалектики для методологического анализа понятий конкретных наук (в том числе и понятия «информации») — лишь одна сторона важнейшей мысли В. И. Ленина о союзе философии и естествознания (специальных наук). Существует и обратное влияние естественных и других частных наук на философию. Здесь имеется в виду как возможное обогащение системы категорий диалектики в результате ввода некоторых (в преобразованном виде) понятий частных наук, так и использование методов этих наук в развитии и конкретизации некоторых философских положений. И в этом плане, как это будет далее показано, связанные с понятием «информации» количественные и иные методы оказываются полезными в логике и гносеологии, содействуют математизации этих разделов философии.

Именно это направление взаимосвязи философии и теории информации составляет вторую проблему, которая будет рассмотрена в брошюре. Правда, здесь уже речь будет идти о применении теории информации не в диалектической, а лишь в формальной логике и, следовательно, будет дан информационный анализ мышления лишь в этом аспекте. Конечно, формализация и математизация логики и теории познания не могут охватить все их содержание — это положение достаточно хорошо известно и является неизбежным недостатком подобных процессов, связанных с уточнением содержания и выражением его в количественной форме. Тем

не менее применение теоретико-информационных методов в изучении мышления содействует более точному и ясному решению ряда старых проблем, в особенности спорных, позволяет более отчетливо наметить решение новых вопросов и отбросить некоторые ложные представления.

Из истории формирования понятия «информация»

Понятие «количество информации»

В теории К. Шеннона информация рассматривается как снимаемая неопределенность, а эта последняя, в свою очередь, измеряется посредством вероятности. Но всегда ли количество информации должно измеряться посредством вероятности? Оказывается, не всегда.

Информация как снятая неопределенность. Само происхождение слова «информация» связано с сообщениями, сведениями, осведомлением. Такое значение слова «информация» продержалось довольно долго, примерно до середины нашего века. Именно в это время благодаря бурному развитию телеграфа, телефона, радио, телевидения и других средств массового общения и воздействия появилась необходимость измерять количество передаваемых сведений, т. е. информации. Начали возникать различные математические подходы к измерению информации, и это привело к тому, что первоначальное, зародившееся в глубине веков значение слова «информация» стало изменяться. Причем это изменение шло столь быстрыми темпами, что, пожалуй, в наше время вряд ли можно найти более динамичное понятие, чем информация, и в то же время вызывающее самые разноречивые толкования.

С появлением математических теорий понятие информации все чаще стало связываться с такой категорией, как вероятность. Наиболее четко эта связь была установлена и исследована в работе американского математика и инженера К. Шеннона «Математическая теория связи», опубликованной в 1948 году.

Теория К. Шеннона называется вероятностно-статистической теорией информации. Именно в этой теории от первоначального недостаточно четкого представления об информации как о сведениях, которыми обмениваются люди, был совершен переход к точному понятию «количество информа-

ции». Это понятие в статистической теории определялось на основе понятия «вероятности». Как известно, понятие «вероятность» всегда применяется для описания неопределенных ситуаций, когда эта неопределенность присуща или нашим знаниям об объекте или же самому этому объекту. Если сообщение не дает нам ничего нового, не снимает неопределенность, то с позиций рассматриваемой теории предполагается, что в нем не содержится информации. Так, например, для человека со средним образованием сообщение о том, что дважды два равно четырем, не содержит информации. Считается, что вероятность такого сообщения равна единице, а количество информации в нем равно нулю. Чем меньше вероятность тех или иных явлений (т. е., чем больше их степень неопределенности), тем большее количество информации содержится в сообщении об этих явлениях.

При таком подходе под информацией стали понимать лишь такие сведения, которые уменьшают существовавшую до их получения неопределенность. Информация здесь выступает как снимаемая неопределенность, как то, что уменьшает количество возможных вопросов, гипотез, предположений и т. д.

Выбор, неопределенность, вероятность. Уменьшение неопределенности всегда связано с выбором (отбором) одного или нескольких элементов из какой-то их совокупности. Если вероятность характеризует отношение выбранного элемента ко всей их совокупности, то неопределенность выступает как обратное отношение, т. е. отношение всей совокупности элементов к выбираемым. В совокупности, состоящей из двух элементов (скажем, одинаковых шаров в урне), степень неопределенности равна двум, а вероятность выбора одного элемента (шара) равна одной второй. Такая взаимная обратимость понятий вероятности и неопределенности и послужила причиной использования понятия «вероятности» для измерения степени неопределенности в статистической теории информации. В этом варианте теории информации ставилась задача подсчета количества передаваемой информации, поэтому некоторое ограничение содержания понятия «информация», отвлечение от смысла, сущности, ценности, разнородности и других характеристик передаваемых сообщений было оправданным.

Однако из того, что формализованное определение (статистическое) количества информации отвлечается от некоторых свойств и не дает исчерпывающих знаний об информации, не следует делать вывода о нецелесообразности формализации. Как раз наоборот — именно формализация понятия «информации», впервые осуществленная в статистической теории, дала наиболее сильный толчок развитию его содержания и стимулировала возникновение других концепций информации.

Получение информации и гипотезы. Согласно статистической теории информации получатель (например, человек) обязательно должен заранее строить гипотезы, задавать вопросы, на которые он получает положительный или отрицательный ответ. Но всем хорошо известно, что знания, сообщения, сведения мы получаем не только в форме вопросов и ответов и не всегда в результате предварительного построе-

ния гипотез. Иногда нам сообщают такое, о чем мы никогда и не догадывались и о чем никаких гипотез не строили (хотя бы в силу ограниченности знаний отдельного индивида). Так, когда в октябре 1957 года появилось сообщение о запуске в СССР искусственного спутника Земли, то отнюдь не для всех людей это был ответ на вопрос: «Возможно ли в ближайшее время создание искусственных спутников Земли?». Громадное большинство людей до самого запуска спутника не только не задавало себе подобного вопроса, но даже и не догадывалось о принципиальной возможности полетов в космос.

Неизбежность невероятностных подходов измерения информации. Наличие подобных ситуаций при получении (передаче) сведений говорит о том, что статистическая теория информации, рассматривающая информацию как уменьшаемую неопределенность и выражающая количество информации посредством понятия «вероятности», формализовала, как уже сказано, не все содержание, соответствующее даже первоначальному, обыденному представлению об информации. Но это не вина упомянутой теории информации. Любая формальная теория не в состоянии уточнить все содержание соответствующего понятия — всегда остается какой-то неформализованный его «остаток».

И этот «остаток» в данном случае не может быть описан статистико-вероятностными методами, здесь, как оказывается, нужны иные подходы. Подобная ситуация сложилась не только в теории связи, но и в кибернетике, изучающей процессы управления. Специалисты в области кибернетики отмечают, что наличие случайных воздействий в системах управления требует, конечно, вероятностного анализа получаемой и перерабатываемой информации. Но вероятностный подход ограничен уже тогда, когда поведение объекта управления не является случайным. И это довольно обычная картина; например, при управлении производственными процессами необходимо строго последовательное выполнение технологических операций, а не случайное. Информационный анализ подобных процессов управления невозможен при чисто вероятностном понимании информации и ее количества.

Итак, характерной чертой шенноновской теории является то, что за исходное, первичное понятие берется вероятность, а уже на этой основе строится понятие «количества информации». Многие ученые исходили из того, что определение количества информации также должно опираться на понятие вероятности, и рассматривали теорию информации в качестве составной части теории вероятности. За прошедшие два десятилетия такая логика построения теории информации стала почти общепринятой. В многочисленных учебниках и книгах появились даже категорические утверждения, что ин-

Формация без вероятности не существует. Если ранее, до Шеннона, понятию информации придавался идеальный и социальный оттенок, то теперь некоторые ученые стали абсолютизировать статистический аспект информации, причем в более широком плане, включая технические кибернетические устройства и живое вещество.

Алгоритмический способ измерения информации

Академик А. Н. Колмогоров открыл принципиально новый способ измерения информации без помощи вероятности. Этот метод базируется на понятии «алгоритм». Кроме алгоритмического, существуют еще иные нестатистические подходы к измерению информации. Все они свидетельствуют о невероятной (в принципе) природе информации.

Невероятностная природа информации. Попытки применения теории информации к анализу литературных текстов, предпринятые А. Н. Колмогоровым и его учениками, показали недостаточность статистических, вероятностных представлений об информации. Если рассматриваются довольно простые тексты, скажем, телеграммы, то здесь не так уж трудно вычислить вероятности букв (слов) и их распределение. Но когда речь идет об очень больших текстах, например о романе Л. Толстого «Война и мир», вероятности и их распределения уже вычислить невозможно. Но из того, что мы не знаем, как вычислить вероятности, вовсе не значит, что упомянутый роман не содержит информации. А. Н. Колмогоров сделал иной вывод: по-видимому, статистический метод подсчета количества информации вовсе не является единственным и нужно искать и иные способы.

Хотя такой вывод вытекал и из других соображений, о которых говорилось выше, а не только из приложений теории информации к лингвистике, все же для многих оказалось неожиданным, когда несколько лет назад А. Н. Колмогоров заявил, что информация по своей природе — не специально вероятностное понятие. При этом А. Н. Колмогоров предложил совершенно новый — невероятностный способ определения количества информации, названный им алгоритмическим¹. Более того, далее был сделан вывод о том, что бо-

¹ См. А. Н. Колмогоров. Три подхода к определению понятия «количество информации». — «Проблемы передачи информации», 1965, т. I, вып. I; его же: К логическим основам теории информации и теории вероятностей. — «Проблемы передачи информации», 1969, г. V, вып. 3.

лее естественно принять в качестве основного понятия именно понятие «информации» и затем уже на этой базе строить всю теорию вероятностей и выводить понятие вероятности.

К сожалению, эти мысли А. Н. Колмогорова, крупнейшего математика нашего века, еще мало знакомы даже специалистам в области теории информации и еще не вошли ни в одну специальную книгу по теории информации. А между тем идеи советского ученого имеют не меньшее значение для теории информации, чем положения К. Шеннона. Поистине революционное значение идей А. Н. Колмогорова отнюдь не исчерпывается лишь теорией информации, но и затрагивает основы более развитой и чрезвычайно широко распространенной математической теории — теории вероятностей; и более того — в какой-то мере всю математику.

Популярно об идее нового подхода. Конечно, в небольшой брошюре в популярной форме невозможно рассказать о новых идеях А. Н. Колмогорова достаточно строго и подробно. Поэтому придется ограничиться лишь кратким схематичным изложением их.

А. Н. Колмогоров обратил внимание на то, что для понимания вопроса о том, что такое информация, важна не связь информации и вероятности, а нечто другое. Когда говорят об информации, то всегда имеют в виду, что один объект (безразлично какой) содержит информацию о другом объекте. Можно в качестве одного объекта выбрать, например, некоторую последовательность одних и тех же цифр: 1, 1, 1, 1 и т. д. Установим теперь программу (алгоритм) этой последовательности. Под алгоритмом здесь понимают некоторое предписание, определяющее содержание и порядок простых операций, в результате которых можно получить данную последовательность. Примером простейшего алгоритма является обычное арифметическое действие — сложение чисел «столбиком», в результате позволяющее получить их сумму.

Программа последовательности, состоящей из следующих друг за другом одних и тех же цифр 1, окажется довольно простой. Поэтому ее длина, полностью восстанавливающая эту последовательность, окажется малой — в ней достаточно указать цифру 1 и отметить, что она все время повторяется.

Теперь несколько усложним последовательность, представим ее в таком виде: 1, 2, 1, 2, 1, 2 и т. д. Очевидно, что программа, полностью восстанавливающая эту новую последовательность, будет содержать большее число предписаний, ибо нужно указывать уже не только цифру 1, но и цифру 2 и то, как они чередуются. Мы видим, что внесение новых цифр, нового разнообразия в последовательность усложняет программу, увеличивает ее длину. Наконец, если взять последовательность 1, 2, 9, 17, 33, 56, 121, 122, 131 и т. д., где каждая следующая цифра является новой и невозможно найти закон их следования, то в программе этой последовательности мы должны указать все цифры и их взаимный порядок. Число команд этой программы не может быть меньшим, чем число элементов (цифр) последовательности.

Наименьшая возможная длина программы последовательности может служить мерой ее сложности и может измерять количество информации, содержащейся в программе относительно последовательности. Новое определение количества информации — это как бы алгоритмическая сложность последовательности, поэтому этот метод определения количества информации получил название алгоритмического¹.

¹ Строго говоря, речь должна идти о программе, переводящей один объект в другой. «Исходным будем считать понятие условной энтропии

Наряду с алгоритмическим существуют и другие невероятные методы определения понятия «количества информации»¹: «динамический», комбинаторный, топологический, которые приносят новые доказательства того, что вероятность не является существенным признаком понятия «информация».

Итак, попытки формализации математического развития идей об информации привели к уточнению, количественному выражению, измерению информации, причем не в каком-то одном, а в разных аспектах и вариантах. Процесс формализации, в свою очередь, привел к обогащению самого содержания понятия «информация», теперь оно уже не сводится лишь к сведениям, сообщениям или же только к снятой, уменьшаемой неопределенности, как это следовало из статистической теории.

Общее определение понятия «информация»

Информация и разнообразие

Наличие невероятных подходов к определению понятия «количество информации» показало ограниченность концепции информации как снятой неопределенности. Более общее понимание информации оказалось связанным с понятием различия, разнообразия. Информация — это разнообразие, но в то же время и не разнообразие. Чем же отличается информация от разнообразия?

О возможности общего определения понятия «информации». Понимание информации как сведений или как снятой неопределенности не является самым общим определением понятия «информации» — это его частные или особые формы. Каждое такое особенное понятие «работает» в своей узкой области. Но вряд ли можно ограничиться одной лишь констатацией многоаспектности, неисчерпаемости понятия «информация» и на этом основании оставить всякие попытки дать общее определение понятия. Здесь уместно обратиться

объекта x при заданном объекте y , $H(x|y)$, которую можно интерпретировать как количество информации, необходимое для задания объекта x в обстановке, когда объект y уже задан» (А. Н. Колмогоров. К логическим основам теории информации и теории вероятностей. — «Проблемы передачи информации», 1969, т. V, вып. 3, стр. 3). Однако для популярности изложения мы несколько упростили ситуацию.

¹ См. А. Д. Урсул. Нестатистические подходы в теории информации. — «Вопросы философии», 1967, № 2.

внимание на то, что вообще неисчерпаемость того или иного понятия, наличие в науке его особых форм не должны служить помехой для формулирования общего определения. Например, несмотря на неисчерпаемость видов и свойств материи, как показал В. И. Ленин, возможно дать единое точное философское определение категории «материи». По-видимому, должно существовать и достаточно общее определение понятия «информации», которое не отрицало бы неисчерпаемости видов и свойств информации.

Такое общее определение не может быть только формальным обобщением тех понятий «информации» в их особенной форме, которые существуют в настоящее время. Ясно, что теория информации будет и далее развиваться, появятся новые математические концепции информации и ряд других (о некоторых из них далее еще будет говориться). Поэтому искомое определение понятия должно быть дано, так сказать, с «запасом», оно должно быть достаточно широким. Для того чтобы получить его, следует не только обобщить современные знания об информации, но и выявить исторические и логические тенденции развития этого понятия. Само определение понятия «информация» должно вытекать из логико-гносеологической тенденции движения понятия и выступать в качестве итога, «предела» этого процесса.

Ограниченность концепции информации как снятой неопределенности. Одним из таких «предельных» понятий, в направлении которого осуществляется логическое движение понятия «информация», является категория различия, разнообразия. Если в статистической теории понятие «информация» определяется как снятая, уничтоженная неопределенность (т. е. определенность), то в самом общем случае можно сказать, что информация — это снятое, уничтоженное однообразие, т. е. различие, разнообразие. Переход от трактовки информации как противоположности неопределенности к информации как противоположности однообразия диктуется всем ходом логического движения рассматриваемого понятия. В содержание понятия неопределенности входят такие признаки, как связь с тождеством, а также с возможностью и случайностью. Это означает, что неопределенность имеет место там, где есть процессы превращения возможностей в действительность, а случайностей — в необходимость. Однако наличие невероятностных, нестатистических подходов в теории информации показало, что связь со случайностью и возможностью не является необходимой для всех подходов, а значит она и не является существенной для понятия «информации». От понятия «неопределенность», лишенного своих признаков связи со случайностью и возможностью, остается лишь один признак — тождество (как неразличимость). Если ранее, до появления невероятностных подходов, понятие

«информации» выступало как снятая неопределенность, то в более общем случае можно в определенном аспекте трактовать информацию как снятое тождество, т. е. различие¹.

Разумеется, это лишь теоретические аргументы, выраженные во всеобщих философских категориях. Они должны соответствовать практике приложений теории информации. И это действительно имеет место: об этом свидетельствует и кибернетика (где информация выступает как синоним разнообразия, которое получает и использует кибернетическая система), и психология, биология, химия, экономика и многие другие науки. Теоретическое требование перехода от понимания информации как снятой неопределенности к информации как различию, разнообразию выступает и как практическое требование.

Разнообразие — основа информации. Считается, что информация существует там, где имеется разнообразие, различие. Если два объекта (или их свойства, связи, отношения и т. п.) отличаются, то их совокупность содержит два элемента с разнообразием. Простейшей единицей измерения информации является элементарное различие, т. е. различие двух объектов. Чем больше в совокупности отличных друг от друга элементов (причем понятие элемент в данном случае следует понимать расширительно — это не только какие-то объекты, но и отношения, связи и т. д.), тем больше эта совокупность содержит информации. Информация появляется, когда два объекта различаются, и исчезает, если эти объекты отождествляются. Например, если в ящике имеются два шара, отличающиеся друг от друга по цвету, то их совокупность обладает разнообразием с количеством информации в один бит (двоичная единица информации). Если же шары не различаются по цвету, то говорят, что в этом отношении совокупность не содержит информации.

Ясно, что такое понимание информации на базе категории различия, разнообразия является весьма широким, оно может характеризовать как вероятностные процессы хранения, передачи сообщений и управления (преобразования информации), так и невероятностные. В вероятностном варианте совокупности с разнообразием в два элемента соответствует множество, вероятность выбора элемента из которого равна половине. Так, мы часто задаем вопросы, которые до-

¹ Некоторые авторы трактуют информацию не как разнообразие, а как ограничение разнообразия. Однако понятие «ограничение разнообразия» имеет различный смысл. Если говорится об ограничении разнообразия как об избыточности, то информация — это не ограничение разнообразия, а само разнообразие. Если же ограничение разнообразия понимать в том смысле, что меры информации дают не бесконечное, а ограниченное (измеримое) разнообразие, то с определенными оговорками это справедливо.

пускают лишь ответы «да» или «нет», причем вероятности положительного, как и отрицательного, ответа примерно равны (например, хотим узнать, кто выиграл первенство мира по шахматам). Во всех этих случаях количество получаемой информации равно одному биту; короче говоря, бит выступает как возможная мера различия, разнообразия элементов множества (их вероятностей, если идет выбор, и т. д.).

Итак, информация существует там, где существует различие. Но информация — это не различие. Введение того или иного понятия было бы бесполезным, ненужным, если бы оно просто заменяло старые понятия. Понятие «информации» поэтому не может заменить понятия «различие». Информация — это не различие, хотя различие, разнообразие — объективная основа информации. Общее понимание информации должно включать в себя признак отличия понятия «информации» от понятия «разнообразия». В чем же это отличие заключается? Для того чтобы ответить на этот вопрос, необходимо исследовать взаимосвязь информации и отражения.

Всеобщность отражения и информация

Отличие информации от разнообразия в том, что она неотделима от отражения, которое является, согласно ленинскому положению, всеобщим свойством материи. Именно представление об информации как о чем-то таком, что содержит один объект относительно другого, обнаруживает тесную связь с понятием «отражения».

Ленинская идея всеобщности отражения. Важнейшая заслуга В. И. Ленина состоит в том, что еще в 1908 году, на основе изучения высших форм отражения, человеческого познания, он выдвинул гипотезу: «Вся материя обладает свойством, по существу родственным с ощущением, свойством отражения...»¹.

Прошедшие шестьдесят лет принесли убедительные доказательства достоверности и плодотворности 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 гово-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 94.

рил в работе «Материализм и эмпириокритицизм» в начале нашего века.

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 материи, лишь свидетельствует о трудностях познания отражения, о важности идеи В. И. Ленина о всеобщности этого свойства.

Общее понятие отражения и отражение в неживой природе. Иногда единственное направление развития идеи всеобщности отражения усматривают лишь в получении аргументов о существовании отражения в неживой (неорганической) природе и выявлении его особенностей. Нет сомнений, что это очень важный путь научных поисков, но он не может исчерпать богатства ленинской идеи. Речь должна идти о всей материи, а не только о неживой природе. Ленинское положение о существовании свойства отражения у всей материи значительно содержательнее упомянутого узкого понимания этой проблемы и включает последнее как частный случай.

С этой общей точки зрения становится ясным, что, по сути дела, центром проблемы всеобщности отражения является определение общего понятия отражения и в то же время выявление его особых форм в самых различных областях действительности и их развития. Отражение как свойство всей материи неисчерпаемо, оно так же неисчерпаемо, как и атом, и электрон, и вообще любой объект познания. В силу этого существует многообразие форм и видов отражения, и всем им, несмотря на специфику, присущи некоторые общие черты, выражающие единство всех видов отражения.

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 «отражение» как атрибута материи не может полностью совпадать с отражением в неживой природе или же с другой особенной формой понятия «отражение». Понятие «отражения» в неживой природе содержит в себе существенные и общие признаки, свойственные отражению как атрибуту материи, но от этого последнего отличается.

ся своими особенными чертами. Выявление этих общих и особенных черт отражения в неживой природе составляет одно из направлений развития ленинской идеи всеобщности отражения.

К определению общего понятия «отражения». Одним из важнейших исходных философских положений является общее определение понятия «отражение» как воспроизведения содержания одного объекта в иной форме в другом объекте в процессе их взаимодействия. В понятии «отражение» можно выделить два наиболее общих и существенных признака — взаимодействие объектов и конкретное тождество содержаний этих объектов. Наличие этих двух признаков позволяет отражение отличать и от взаимодействия и от тождества (и их особенных форм).

Отражение отличается от взаимодействия, поскольку здесь выделяется аспект соответствия, тождества отражаемого и отражающего. В само же содержание взаимодействия могут входить и моменты, черты, которые не выражают отношения соответствия, тождества между отражаемым и отражающим (взаимодействующими объектами). Но отражение не сводимо к понятию тождества, это не любое тождество двух объектов, а лишь такое, которое проявляется в результате их взаимодействия.

Определение понятия «отражения» сформулировано в связи с другими всеобщими свойствами материи — взаимодействием и тождеством. Такое выделение позволяет классифицировать виды отражения в зависимости от видов взаимодействия (форм движения) и от особенных форм тождества. Совершенно ясно, что поиски существования отражения 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 природе.

Существенная связь отражения и информации. То обстоятельство, что информация как разнообразие передается от одного объекта к другому в процессе отражения, позволило выдвинуть гипотезу о неразрывной связи отражения и информации. Причем исследование этой связи привело к более точному определению самого понятия «информация». Изучение развития понятия «информация» показало, что наряду с концепцией разнообразия столь же важную роль играет и другая ведущая идея, ясно «просвечивающая» сквозь все известные варианты теории информации. Если первоначально предложенная К. Шенноном формула количества информации позволяла определять это количество, так сказать, «абсолютно», безотносительно к другим системам, то в дальней-

шем появилась формула, измеряющая количество информации, содержащееся в одном объекте относительно другого.

Такое понимание информации в общем согласуется с первоначальным пониманием информации как сведений (ведь сведения содержат информацию о каких-то событиях, которые они отражают), а также с семантическими, содержательными и другими концепциями информации. Например, в определении алгоритмического количества информации исходят из того, что программа (алгоритм) является объектом, содержащим информацию о другом объекте. Представление об информации как о чем-то таком, что содержится в одном объекте относительно другого, обнаруживает, таким образом, тесную связь с понятием «отражения».

Можно, конечно, предположить, что информация выражает любую связь двух или нескольких объектов. Однако это такая связь, когда нечто в одном объекте соответствует другому объекту, эта связь и есть отражение. Что касается отношения между идеальным и материальным, то такая связь также является отражением, идеальное здесь выступает отображением материального. Таким образом, информационная взаимосвязь двух объектов — это не любая связь, а лишь взятая в отражательном аспекте.

Информация как отраженное разнообразие

Информация в самом общем виде характеризуется как существенная связь отражения и разнообразия, или более кратко — как отраженное разнообразие. Это определение позволяет отличать данное понятие от других понятий, оно концентрирует в себе наиболее общие и существенные признаки информации.

Взаимосвязь концепций разнообразия и отражения. Соединяя теперь в единое целое обе ранее рассмотренные наиболее общие концепции информации — разнообразия и отражения, получаем наиболее общую характеристику понятия информации как отраженного разнообразия. Информация — это только то разнообразие, которое отражающий объект содержит об отражаемом.

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. 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. Например, соответствующее разнообразие слов, являющееся информацией для человека, не будет информацией для одноклеточного организма.

Точка зрения неопозитивизма. Работы советских философов, обосновывающих понятие информации на основе категорий «отражение» и «разнообразие» и считающих информацию всеобщим свойством материи, уже стали подвергаться критике с позиций неопозитивизма. Например, ученик И. Бохенского П. Киршенманн утверждает, что трактовка информации с позиций отражения и разнообразия является слишком общей, будто бы не выявляющей специфики информационных процессов. П. Киршенманн под флагом защиты этой «специфики» пытается подвести читателя к выводам неопозитивизма. «Предложения (советских философов. — А. У.) интерпретировать информацию в терминах теории отражения... рискуют попросту повторить понятия кибернетики в неточных терминах теории отражения»¹, — заявляет П. Киршенманн. Он постоянно проводит мысль о том, что только сама теория информации (и кибернетика) в состоянии исследовать свои понятия на необходимом (по его мнению) уровне, и специфика понятия информации якобы тотчас же теряется, коль скоро проводится методологический анализ понятия информации с позиций теории отражения и других категорий диалектики (например, категории «различия»).

Однако эта, по сути дела, неопозитивистская критика бьет мимо цели. Она является следствием общей (и неверной) установки логического позитивизма о том, что только эмпирические науки дают новое знание и что новое содержание знаний не может быть получено с помощью логического вывода. Однако с этим согласиться нельзя, и характеристика информации как отраженного разнообразия оказывается вполне правомерной.

Правомерность способа определения нового понятия как взаимосвязи понятий. В самом деле, давая общее определение понятия «информация» как взаимосвязи отражения и разнообразия, мы здесь в единое целое объединяем то, что ранее рассматривалось 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 относительно-

¹ P. Kirschenmann. Problems of Information in Dialectical Materialism. «Studies in Soviet Thought». Dordrecht, 1968, vol. 8, № 2—3.

сти. 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 развивающихся автономно концепций, теорий и даже наук.

Образование новых понятий на стыке ранее известных используется не только теорией информации, теорией относительности и другими научными теориями. Такой способ образования понятий известен и в философии. Так, категория меры выступает как единство качества и количества, категория особенного как единство общего и единичного и т. д. Само возникновение научной философии было бы невозможно без объединения в целое материализма и диалектики.

Получение нового знания в результате объединения ранее автономных знаний можно проследить на примере любого дедуктивного умозаключения, например силлогизма, где вывод выступает именно как некоторое единство посылок, получающееся в результате исключения среднего термина. Распространенность подобного приема получения нового знания позволяет считать общее определение понятия «информация» как взаимосвязи отражения и разнообразия — новым знанием, отличающимся от ранее известного. Информация в этом случае приобретает специфичность, отличающую ее и от отражения, и от разнообразия.

Согласно этому определению информация выступает как всеобщее свойство материи, ведь и разнообразие и отражение — это атрибуты материи, т. е. неотъемлемые свойства неживой, живой природы и общества. Однако роль информации не одинакова в различных формах движения материи — на уровне физической и химической форм движения информация не используется, как не используются неживыми объектами никакое свойство материи (время, пространство, энергия и т. д.). Использование разнообразия и отражения возможно начиная с простейших форм жизни, причем с увеличением степени организации систем растет и роль информации в их существовании.

Основываясь на определении понятия «информация» как отраженного разнообразия, можно произвести классификацию видов информации в зависимости от видов (форм) отражения и разнообразия. Так, в зависимости от видов отражения в самом общем плане можно рассматривать информацию в неживой, живой природе и обществе. Однако далее мы рассмотрим в основном высшие виды информации.

Теория информации в биологии и кибернетике

На уровне биологической формы движения материи информация приобретает специфические черты, которые постепенно выявляются комплексом наук о живой природе. Этому существенную помощь оказывает кибернетика как наука об управлении сложными изменяющимися системами. Данные современной науки полностью опровергают субъективистскую трактовку информации, подтверждают её объективный характер.

Специфика биологической информации. Информация хотя и существует в неживой природе, но она не используется ее системами. Использование информации — это и есть проблема управления, но именно процессы управления отсутствуют в естественных неживых объектах (здесь есть лишь их зачатки, элементы). Поэтому информация в неживой природе не обладает ценностью, смыслом, в ее объектах нет особых структур для переработки информации и т. д.

Появление нового вида информации — биологической информации — связано с возникновением жизни (с присущим ей свойством управления). Существование отражения и разнообразия в неживой природе явилось основой возникновения управления. Управление возможно лишь на определенном этапе развития материальных систем, которые характеризуются высоким (по сравнению с системами неживой природы) внутренним разнообразием и достаточно развитым (адекватным) отражением внешней и внутренней среды. В биологических системах появляются специальные химические структуры для «исполнения» информационных функций (например, нуклеиновые кислоты). В мире неживой природы таких специально «информационных структур» нет, информационный аспект здесь не отделен от остальных свойств материи.

Что дает применение понятия информации в биологических исследованиях? Применение теории информации в познании живого ведет к математизации биологии, к возможности изучения количественного аспекта тех явлений, которые ранее выражались лишь качественными описательными приемами. Методами теории информации оказалось возможным определить сложность биохимических и биологических объектов: нуклеиновых кислот, белков, клеток, организмов и т. д. Например, такой белок, как альбумин, по своему аминокислотному составу содержит 2000 битов информации, фибриноген — 10 000 битов (на молекулярном уровне) и т. д. Одноклеточные организмы по предварительным подсчетам содержат примерно 10^{12} — 10^{13} битов, а организм человека —

$5 \cdot 10^{25}$ битов (тоже на молекулярном уровне). Все эти данные свидетельствуют о колоссальном возрастании сложности рассматриваемых объектов, о накоплении информации в процессе биологической эволюции, наконец, о возможности количественного (информационного) подхода к проблеме организации и развития живых систем. Теория информации сближает системно-структурные и эволюционные исследования в биологии, позволяет изучать процессы отражения, коммуникации, управления и т. п.

Что еще может дать понятие «информация»? Роль теории информации не сводится только к уточнению формы, количественному выражению биологических утверждений. Это лишь одна из ее функций в биологическом исследовании. Широкое и комплексное применение всех имеющихся теоретико-информационных приемов вносит новое в традиционно-биологическую проблематику, и, прежде всего, здесь речь идет об изучении прагматических («полезности») и семантических («смысла») свойств биологической информации. Эти свойства ранее или вообще не изучались или же на них обращалось совершенно недостаточное внимание.

Важно 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 своего развивающегося комплекса знаний об информации, теоретико-познавательных тенденций их развития и возможностей применения. И этому существенно могут помочь методологические исследования применения теории информации в биологии.

Теория информации и кибернетика. Хотя учение об информации иногда считается частью кибернетики, тем не менее мы видели, что оно выходит за ее рамки. Кибернетика — это наука об управлении сложными динамическими системами, а управление впервые возникает с появлением живых существ. Информация же присуща и неживым естественным объектам, где нет управления. Поэтому информация — это не только кибернетическая категория, но и общенаучная.

Между тем применение понятия «информация» оказывается наиболее плодотворным именно при анализе кибернетических систем. Это связано с тем, что сам математический аппарат теории информации особенно эффективен при изучении сложных систем (простые системы поэтому чаще всего изучаются традиционными методами). Кроме того, кибернетика исследует процессы связи и управления, а ведь специально для изучения коммуникаций и возникла теория информации. Сейчас предпринимаются успешные попытки информационного анализа процессов управления. И это вполне понятно, ибо информация является неотъемлемым атрибутом процессов.

управления, причем именно в них раскрываются самые сокровенные и наиболее совершенные черты информации как материального феномена. Информация в системах управления выступает в таком богатстве своих свойств, которые невозможно обнаружить в неживой природе (например, со стороны ценности, содержания и т. д.).

Элементы теории социальной информации

Высшим видом информации является социальная, которая характеризуется смыслом, ценностью и другими свойствами. Среди функций социальной информации можно выделить три наиболее важных — управленческую, коммуникативную и отражательную. Все процессы человеческого отражения неразрывно связаны с информацией и это является объективным условием применения методов теории информации для изучения высшего вида отражения — мышления.

Характеристика социальной информации. Семантические и прагматические свойства информации, о которых упоминалось выше, значительно более ярко выражены в социальной информации, являющейся наиболее сложным и высшим видом информации из всех известных.

Для социальной информации важен не только количественный аспект (на что основное внимание обращают математические теории информации); а прежде всего ее качественный аспект, такие характеристики, как смысл и ценность. Современные математические методы (среди которых наиболее развитыми и используемыми являются статистический и комбинаторный) с семиотической точки зрения (семиотика — общая теория знаков) описывают лишь так называемый синтаксический аспект информации. Эти свойства информации выражают либо отношение между элементами совокупности самой по себе, либо по отношению к таким же системам. Именно поэтому в теории передачи информации интересуются лишь количеством и вероятностью передаваемых знаков (символов), абстрагируясь от того, могут ли быть они кем-то поняты или же полезны для осуществления каких-либо целей. Эти внешние отношения, т. е. отношения информации, источника информации и приемника информации, изучаются в семантической и прагматической теориях информации.

Значение и информация. Семантическая теория информации возникла как попытка измерения смысла сообщений в форме суждения. Если теория передачи информации занимается количественным анализом знакового разнообразия сообщений, то для семантической теории главными явились

содержательные, смысловые характеристики. И в этой теории нащупываются пути изучения именно этих свойств логической информации, что очень важно для познания таких общественных процессов, как коммуникация, познание, мышление и т. д. Ведь хорошо известно, что в научной и производственной деятельности прежде всего важен смысл, содержание информации. Даже большое количество информации окажется бесполезным балластом, если оно не осмыслено, не понято. Что же понимается под содержанием, смыслом информации? Если информация является чувственным или мысленным отображением действительности, то ее содержание определяется теми объектами, которые отражаются. Однако в познавательной, коммуникативной и другой деятельности людей очень часто информация имеет форму знаков, т. е. некоторых предметов, содержащих сведения о других предметах и тем самым заменяющих эти последние в информационном отношении. Поэтому проблема смысла или, как более часто ее называют, значения связана прежде всего со знаками и знаковыми ситуациями в процессах познания, общения и управления.

Смысл знаковой информации уже приобретает более сложный характер и складывается из предметного, смыслового и экспрессивного значения. Предметное значение определяется соответствием, соотношением знака и предмета, информацию о котором знак несет. Смысловое значение определяется соответствием между знаком и образом (отражением) предмета в сознании человека. Экспрессивное значение выражает соответствие между знаком и чувствами говорящего, т. е. знак в данном случае несет дополнительную информацию о субъекте познания или коммуникации.

Как видим, во всех случаях оказывается возможным определять значение знака посредством понятия «информация». В настоящее время постепенно складывается информационная концепция значения, которая, как это убедительно показано в ряде работ советских философов и особенно И. С. Нарокого¹, оказывается наиболее плодотворной из всех существующих. Здесь в нашу задачу не входит подробный анализ связи значения и информации. Обратим внимание лишь на то, что в дальнейшем рассмотрении проблем семантической теории информации из всех видов (аспектов) значения будет выбрано лишь предметное значение, т. е. соответствие между знаковыми выражениями и обозначаемыми предметами. Такое ограничение обусловлено тем, что семантические концепции информации основаны на идеях логической семантики, а эта последняя изучает только предметное

¹ См. И. С. Нарский. Диалектическое противоречие и логика познания. М., «Наука», 1969, гл. II.

значение. Более подробно о семантической теории информации мы расскажем в последующих разделах.

Ценность информации. Углубленное изучение социальной (как и биологической) информации показало, что, кроме количества и смысла, информация обладает ценностью (или полезностью). Ценность информации является ее прагматическим свойством, влияющим на поведение, на принятие управленческих решений тем или иным высокоорганизованным получателем информации. Короче говоря, ценность информации влияет на управление (так что можно говорить о неразрывной связи ценности информации и управления). Это предполагает углубленное изучение ценности информации в процессах управления, особенно в связи с созданием теории научного управления обществом. Например, ценность научно-технической информации становится решающим фактором управления и планирования, осуществления правильного прогнозирования развития общественных процессов. Ясно, что из всех возможных проектов (скажем, строительства каналов, плотин, дорог, заводов, осуществления космических полетов и т. д.) для реализации выбирается лишь один, именно тот, который позволяет максимально удовлетворить общественные потребности, а значит, обладает максимальной ценностью. Учет ценности социальной информации позволяет осуществить необходимый выбор перспективных направлений дальнейших исследований и сконцентрировать усилия на главных, решающих направлениях развития народного хозяйства.

Для управления важно не разнообразие вообще, а именно то разнообразие, которое наиболее полезно, значимо для системы управления. Поэтому из всего существующего разнообразия сигналов, сведений кибернетическая (например, общественная) система отбирает именно самое ценное, полезное разнообразие, которое ведет к осуществлению цели, поставленной в процессе управления. В современной кибернетике понятие цели понимается широко, не ограничиваясь сферой человеческой деятельности (но и не выходя в область неживой естественной природы)¹. В процессе управления всегда стоит какая-либо цель — это может быть сохранение системы в заданном состоянии, ее саморазвитие и т. п. Ценность информации возникает именно тогда, когда она включена в отношение: получатель информации (субъект) — информация — цель управления.

Ценность информации, как и ценность вообще, выступает как единство субъективного и объективного. Ценности не может быть без субъекта, т. е. получателя информации (это

¹ См. Б. С. Украинцев. Категории «активность» и «цель» в свете основных понятий кибернетики. — «Вопросы философии», 1967, № 5.

субъективный фактор ценности) и без информации (выступающей в качестве объективного фактора ценности). Ценность действительно возникает впервые с появлением живых существ, ибо она невозможна без воспринимающей разнообразие системы, использующей его для целей управления (хотя наибольшую роль ценность информации приобретает в обществе, где она осознается и используется для осуществления тех или иных целей). Объективной же основой и предпосылкой возникновения ценности информации является разнообразие, ибо одинаковые, однообразные объекты были бы для принимающего информацию одинаково ценными, т. е. ценности как свойства просто не существовало бы.

В настоящее время имеется несколько подходов к измерению ценности информации. Одним из первых на возможность измерения ценности информации обратил внимание А. А. Харкевич. Величина ценности информации, по А. А. Харкевичу, выражается через приращение вероятности достижения цели до и после получения информации. Здесь максимальной ценностью обладает та информация, которая приводит к полной реализации поставленной цели. Кроме подхода А. А. Харкевича, можно отметить варианты теории ценности информации, связанные с теорией игр и решений, с теорией оптимального управления и др.

Информационные процессы в обществе многообразны — здесь циркулируют мощные потоки экономической, технической, научной, политической, эстетической, бытовой и других видов информации. Каждый из упомянутых видов, в свою очередь, подразделяется на подвиды, например, экономическая информация складывается из статистической, технологической, проектной, плановой и т. п. В этих видах осуществляются функции социальной информации, среди которых можно выделить три основных: управленческую, коммуникативную и отражательную. Рассмотрим подробнее содержание этих функций информации.

Управленческая функция информации. Характерной чертой любой кибернетической системы (например, предприятия, учреждения и т. п.) является так называемое свойство замкнутости относительно информации. Это означает, что любая информация, принимаемая системой или выходящая из нее, контролируется; здесь не может быть не замеченной системой утечки или поступления информации.

На вход кибернетической системы, например промышленного предприятия, поступает информация извне (в виде плана по выпуску продукции и задания по технико-экономическим показателям производства). Эта информация, называемая командной или управляющей, перерабатывается в органах управления, где происходит сравнение, сопоставление заданного состояния производства (плана) и его действитель-

того, имеющегося состояния. Выявление различия заданного и действительного состояния производства в органах управления ведет к выработке сигнала, поступающего непосредственно в производство и меняющего его состояние в направлении реализации плана (заданного состояния). От производства, в свою очередь, идет информация обратно в управляющие органы (информация обратной связи или осведомляющая), что позволяет сравнивать данное состояние производства с требуемым по плану (заданию) и на этой базе выработать новые управляющие воздействия, посылать новую командную информацию для полной реализации плана.

Сам процесс управления связан с постановкой и осуществлением какой-либо цели (программы, плана), или задаваемой извне, скажем, от какого-либо вышестоящего учреждения подчиненному ему предприятию, или же вырабатываемой внутри данной кибернетической системы (предприятия). Если ставится простейшая цель — сохранение системы в данном состоянии (сохранение производства на данном уровне), то такое управление называется регулированием. Собственно управление связано с реализацией изменяющихся целей на основе регулирования.

Все без исключения кибернетические системы подчиняются так называемому закону необходимого разнообразия. Этот закон говорит о том, что управляющая система (регулятор) должна обладать необходимым разнообразием (сложностью, организацией), чтобы справиться с разнообразием, поступающим в нее. Если же регулятор (управляющая система) окажется проще, чем это следует из закона необходимого разнообразия, то она просто не будет работать, не сможет должным образом реагировать на поступающую информацию. Если же регулятор окажется очень сложным, а потоки поступающей к нему информации небольшими, то излишняя сложность не улучшит степени регулирования, управления. Из закона необходимого разнообразия вытекает существование определенных оптимальных соотношений между внутренним разнообразием кибернетической системы и поступающей к ней информации.

Это положение кибернетики имеет важное значение для научного управления обществом во всех его сферах. Закон необходимого разнообразия требует выбора, оптимального соотношения между организацией управляющей системы и поступающей (или выходящей из нее) информацией. При недостатке информации общественная (кибернетическая) система не сможет нормально функционировать — появляются произвольные, волюнтаристские управленческие решения, которые несовместимы с подлинно научным управлением социальными процессами. Избыток информации тоже вреден —

едь на дополнительную информацию затрачиваются излишние средства, время и усилия.

Коммуникативная функция информации. Эта функция заключается в том, что при помощи информационных процессов происходит общение, связь между людьми и их коллективами. Как уже упоминалось, теория информации возникла именно как математическая теория связи, передачи сообщений. Любая изучаемая этой теорией система связи состоит из следующих пяти частей: 1) источника информации (создающего сообщения), 2) передатчика (преобразующего, кодирующего сообщения в сигналы, пригодные для передачи по каналу связи); 3) самого канала связи (среды, соединяющей приемник и передатчик), 4) приемника (воспринимающего сигналы и восстанавливающего, декодирующего принятое сообщение) и 5) адресата или получателя информации. В процессе передачи на всех этапах действуют шумы (помехи).

В социальных системах источником может являться, например, ученый, выступающий с лекцией по телевидению. Передатчиком здесь является телепередатчик, каналом связи может быть полоса частот, выделенная для данной телепередачи, приемником — телевизор и адресатом — слушатели телепередачи, скажем, студенты-заочники. В процессе передачи информации следует выделить три уровня — синтаксический, семантический и прагматический (т. е. внутреннюю структуру передаваемых символов, знаков, их содержание и ценность). Современные варианты математической теории информации абстрагируются от содержания и ценности передаваемой информации. Изучение коммуникативных явлений в обществе не может поэтому основываться лишь на упомянутой теории, а необходимо дополняется содержательным социологическим анализом. Главным в социальной информации является именно аспект, выражающий ее значение и ценность, т. е. связанный с положением личности, социальных групп и классов в обществе, их интересами и потребностями, мотивами их деятельности и самой этой деятельностью, их эмоциональным и психическим состоянием, социальным опытом и т. д.¹

Отражательная функция информации. Эта функция связана с познавательными процессами, получением информации от объекта познания. Отражательная функция информации отличается от коммуникативной прежде всего тем, что процесс связи между объектом познания и субъектом познания, как правило, обходится без помощи знаков и, следовательно, языка (исключение составляет познание некото-

¹ См. В. Г. Афанасьев. Научное управление обществом. М., Политиздат, 1968, стр. 243.

рых общественных процессов). Кроме того, в процессе коммуникации не создается нового знания в отношении субъекта познания (общества), тогда как при познании как отражательном процессе возникает знание, которого ранее не было.

В процессе познания разнообразие объекта познания (связи, отношения, свойства и т. д.) превращается в разнообразие форм научного познания (понятия, суждения, умозаключения, теории, гипотезы и т. п.), т. е. объективная информация, отражаясь в сознании общественного человека, превращается в субъективную, выражая в логических формах объективное содержание.

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 и логике. Причем информационный аспект познавательного процесса не может ограничиться лишь математическими (синтаксическими) методами, здесь, так же как и в процессах управления и коммуникации, необходимо использовать все богатство идей об информации.

Проблема идеальной информации

Информация как «третий» компонент бытия и логики

Некоторые идеалисты наряду с материей и сознанием конструируют «третий» компонент, под которым они понимают информацию. С этих позиций они пытаются стать «выше» материалистического и идеалистического решения основного вопроса философии и даже обосновать необходимость «новой» логики.

Попытки подняться «выше» основного вопроса философии. Стремление «возвыситься» над материалистическим и идеалистическим решениями основного вопроса философии весьма ярко выражено в упомянутой книге П. Киршенманна, где он делает вид, что стоит выше идеологической борьбы по этому вопросу, но выступает — и это отнюдь не удивительно — только против материалистического ответа на основной вопрос философии, считая такой ответ лишь «целью оправдания собственных взглядов (т. е. материалистов. — А. У.) путем отбрасывания мнения противника»¹.

¹ P. Kirschenmann. Kybernetik, Information, Widerspiegelung. Verlag A. Pustet. München und Salzburg, 1969, S. 275.

И все же сам П. Киршенмани, несмотря на свои головные заявления, при обсуждении вопроса о природе информации решает его в субъективно-идеалистическом духе, да выражает сомнение в объективности информации. По мнению, информация или духовный феномен — свойство ювеческого сознания или в крайнем случае характеристического человеческого общения — некое intersubjectivное явление.

Однако наряду с подобными субъективно-идеалистическими (как у П. Киршенманна, Дж. Уилкинсона и др.) или откровенно неотомистскими взглядами на информацию встретятся и другие попытки «обойти» основной вопрос философии и предложить более «оригинальное» решение вопроса о природе информации.

Информация — «третий» компонент бытия. Так, Ф. Блом в книге «Пространство, время и электрон»¹ представляет информацию как особый элемент бытия, возвышающийся над активным и субъективным. Подобный прием как две капли воды на попытку Э. Маха изобретением словечка *элемент* Ф. Блома — элемент — информация, а у Э. Маха — ощущение) подняться над материализмом и идеализмом. Как видно, этот способ далеко не оригинален.

Однако он нашел своих сторонников в среде идеалистов — философа из ФРГ Г. Шишкова, у преподавателя логики в А. Г. Гюнтера и других Готтхард Гюнтер², например, утверждает, что информационные процессы не являются материальными и не принадлежат к области духовных феноменов, составляют особый «информационный компонент» действительности. На этой основе Г. Гюнтер делает далеко идущие выводы о том, что наши представления о мышлении неадекватны и что традиционная логика, основанная на принципе существования двух сущностей — материи и сознания, якобы не работает. Он предлагает совершить коренную революцию в логике — перейти по меньшей мере к «трехной» логике, отправляющейся от трех «метафизических понентов». По мнению Г. Гюнтера, благодаря появлению эрнетики и теории информации становится возможным жить в том, что ранее понимали под субъективной сферой, самостоятельные области — отражательные процессы, не информация, и чисто субъективное состояние. Процессы отражения, передача информации и составляют якобы третий компонент, который требует отказа от традиционной аристотелевской логики.

V. Blom. Raum, Zeit und Electron. Perspektiven der Kybernetik. Krefeld, 1959.

G. Günter. Das Bewusstsein der Maschinen — Eine Metaphysik der Kybernetik. Krefeld—Baden-Baden, 1963.

Все эти претензии на особую роль информации и информационных процессов в объективной действительности, а также в науке о мышлении — логике совершенно неосновательны. Далее будет показано, что понятие «информация» вполне «вписывается» в классическую, традиционную логику. Идеалистические же толкования информации, рассматривающие ее природу или исключительно в человеческом сознании, или в некоторой «свободной» от материи форме, или же как некий «третий» компонент бытия, отнюдь не ведут к правильному решению соотношения информации и мышления. Наоборот, они нацеливают на неверный путь, приводят к бесплодным, схоластическим рассуждениям и весьма далеким от истины выводам.

Единственно научное решение вопроса о соотношении информации и мышления возможно только с позиций материализма, рассмотрения информации как одного из бесчисленных свойств движущейся материи.

«Информация, — отмечает П. В. Копнин, — поскольку она не является только формой деятельности человека, выходит за эти границы... Это такое же свойство материи, как движение, отражение. Мы не отождествляем материю с движением, отражением, хотя без материи не существует ни движения, ни отражения. То же самое можно сказать и об информации»¹.

Разнообразие объективной реальности отражается и используется общественным человеком, 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. 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, тем не менее необходимо учитывать, что в отличие от объективных информационных процессов 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»².

¹ П. В. Копнин. Введение в марксистскую гносеологию. Киев, «Наукова думка», 1966, стр. 115—116.

² К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. М., ИЛ, 1963, стр. 668.

Специфика идеальной информации

Особенность идеальной информации состоит в том, что она определяется отношением субъекта и объекта, отражением внешнего мира в сознании человека. Новая информация создается не только в чувственном взаимодействии субъекта и объекта, но и в процессе мышления, логической переработки информации, полученной от объекта познания.

Отличие мыслительных процессов от передачи информации по каналам связи. Информационная специфика мыслительных процессов уже выявляется, и это находит свое выражение в создании специальных логико-семантических теорий информации. Конечно, мышление, как и любой вид человеческого отражения, можно, в частности, рассматривать в определенном аспекте 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 отличие.

Это отличие состоит в том, что сообщения и входящие в них символы в технических каналах связи и кибернетических устройствах рассматриваются как некоторая особая структура (упорядоченность) соответствующих 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, обнаружим 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. Баженов¹. 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, которую можно назвать *идеальной* информацией.

¹ См. Л. Б. Баженов. О некоторых философских аспектах проблем моделирования мышления кибернетическими устройствами. В сб.: Кибернетика, мышление, жизнь». М., «Мысль», 1964, стр. 336—338.

Относительная самостоятельность идеальной 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 могут в сознании человека 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 сознанием человека, имеет свои положительную и отрицательную стороны. С одной стороны, благодаря возможности преобразования информации в мозгу человека и создания нового знания появилась наука, а с другой — религия и прочие заблуждения. Мы не будем здесь рассматривать специфику информации при религиозном отражении мира¹, а обратим внимание на роль информации в правильном, научном отражении.

Производство информации на чувственной и рациональной ступенях познания. 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 всей истории познания, и прежде всего истории философии. Сенсуалисты утверждали, что единственным источником нового знания являются ощущения, а мышление не способно его создавать. Тезис, близкий к этому, отстаивает известный физик Л. Бриллюэн², полагая, что в процессе познания информация создается лишь наблюдением и экспериментом, а теория же не дает ничего нового. 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. На

¹ Это обсуждалось в нашей брошюре «Теория информации и религия». М., «Знание», 1968.

² L. Brillouin. Observation, Information and Imagination. «Information and Prediction in Science», New-York and London, 1965.

ретическом уровне информация будто бы меняется лишь форме, но не по содержанию — таков вывод логических интуитивистов.

Необходимость использования информационных методов в логике. Аргументированная критика этого тезиса неопозитивизма требует более подробного исследования информационного аспекта теоретического познания, процессов логического преобразования информации. Однако исследования такого рода оправданы не только борьбой с нашими идеологическими противниками, но и насущными потребностями самой логики и нового комплексного научного направления — информатики, целью которой «является разработка оптимальных способов и средств представления (записи), сбора, логико-синтетической переработки, хранения, поиска и распространения научной информации»¹.

В сущности, логика имеет дело с научной информацией и преобразованиями. Полученная в результате познания информация кодируется в общественном сознании в виде формального познания (понятий, суждений, умозаключений, гипотез, идей, теорий). Изучение мыслительных информационных процессов в логическом аспекте только начинается; значительно большее внимание было уделено психологическим исследованиям. По-видимому, наряду с созданием «психологической» теории информации появится и «логическая».

Важной проблемой этого пока еще формирующегося направления является определение понятия «логической» информации. Часто это понятие не отличают от понятия научной информации как формы научного познания. Однако логическая информация включает в себя не только логические формы, но и специфические законы и правила движения этих форм. Здесь может рассматриваться не только разнообразие форм научного познания, но и значение истинности, дальности и т. п.

Наибольшее количество исследований, где применяется теория информации в логике, связано с изучением форм научного познания. Прежде всего идет речь о традиционной, формальной логике, ибо именно здесь теоретико-информационные методы оказываются наиболее эффективными.

¹ А. И. Михайлов, А. И. Черный, Р. С. Гиляревский. Основы информатики. М., «Наука», 1968, стр. 57.

Концепция информации в логике

Вариант Карнапа — Бар-Хиллела

Один из первых и наиболее известный вариант семантической концепции информации предложили Р. Карнап и И. Бар-Хиллел. В этой теории делается попытка измерения смысла суждений на основе средств логической семантики и индуктивной логики. Однако этот вариант страдает существенными недостатками, преодоление которых ведет к более совершенным теориям измерения содержания информации.

Идея измерения содержания через форму. Теоретико-информационный подход был впервые применен к анализу смысла суждений Р. Карнапом и И. Бар-Хиллелом¹. Такое применение теории информации оказалось, по-видимому, не случайным. Дело в том, что основной, простейшей «клеточкой» (формой) мышления является суждение, т. е. всякая относительно законченная мысль, отражающая объекты, явления материального мира, их свойства, связи и отношения.

Основная идея семантической концепции информации заключается в возможности измерения смысла (смысла как предметного значения) суждений. Но смысл (или содержание) связан с формой. Измерить смысл 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, отношениями символов. Это свойство данной системы знаков (например, суждения) само по себе или же по отношению к другим таким же знаковым си-

¹ См. Bar-Hillel, Carnap R. Semantic Information. «British Journal of the Philosophy of Science», 1953, vol. 4, № 14.

На русском языке о семантической теории информации см. в книге Л. Бриллюэна «Наука и теория информации». М., Физматгиз, 1960, стр. 384—389; в книге Ф. Джорджа «Мозг как вычислительная машина». М., ИЛ, 1963, стр. 479—485 и в сборнике «Инженерная психология». М., «Прогресс», 1964, статью К. Черри, О логике связи (синтактика, семантика, прагматика).

емам. «Цель синтактики, — подчеркивает К. Черри, — учение чисто формальных аспектов языка»¹. Семантика обращает внимание не только на формальные правила, но и на авила отношения знаков (информации) к действительным шам, их связям и отношениям. Однако поскольку в формальных конструкциях отражается действительность, то ота вытекает возможность измерения содержания через рму. Разумеется, такое измерение возможно не до конца, к как фиксация формы не означает «улавливания» в ее еделах всего содержания (мы уже говорили об этом на имере формализации понятия информация»). Поэтому мантика возвышается над синтактикой (что хорошо пока- но в упомянутой работе К. Черри).

Основные идеи рассматриваемого подхода. С учетом этих мечаний, характеризующих исходные позиции семантиче- ой концепции информации, перейдем далее к изложению еи измерения смысла суждений в концепции Карнапа — р-Хиллела. В этом варианте рассматривается модель про- го формализованного языка, включающего конечное число ен индивидов (обозначающих индивидуальные предметы, ажем, Аполлон, Пушкин, Восток-1 и т. п.) и конечного чис- одноместных предикатов (т. е. логических сказуемых — ражений, отображающих наличие или отсутствие того или ого признака у предметов, например, таких, как «крас- ый», «высокий», «геоцентрический» и т. д.). Кроме того, ис- лзуются лишь логические связки логики высказываний (е. знаки «и», «или», «если, ...то», «не», «если и только пи...»).

Предложения, состоящие только из упомянутых имен ин- видов и предикатов, называются атомарными. Элементар- им (атомарным) высказыванием можно считать высказы- ние «книга является популярной» или «спутник является теорологическим». Соединение всех элементарных выска- ваний при помощи союза (знака) «и», такое, что в него одит либо само предложение, либо его отрицание (но не а одновременно), называется описанием состояния обознача- емых предметов в данной языковой системе. Формализо- нный язык представляется в таком виде, чтобы можно бы- измерять уточненное содержание, ибо понятие описания стояния призвано отражать действительное положение ве- зей посредством упомянутого символического языка.

Далее Карнап и Бар-Хиллел каждому описанию состоя- я сопоставляют некоторое положительное число, которое зывают мерой. Приписав определенному описанию состоя- я меру, они накладывают дальнейшие ограничения, истол-

¹ К. Черри. О логике связи (синтактика, семантика, прагматика), «Инженерная психология», М., «Прогресс», 1964, стр. 232.

ковывая меру в вероятностном смысле (устанавливают ряд аксиом, которые аналогичны аксиомам теории вероятностей). Это позволяет им пользоваться для вычисления количества семантической информации результатами индуктивной (вероятностной) логики. Здесь все строится по аналогии со статистической теорией информации К. Шеннона. Но в этой последней использовалось математическое понятие вероятности (классическое или статистическое), а в теории Карнапа — Бар-Хиллела речь уже идет о логической вероятности.

Логической вероятностью может выступать упомянутая мера, она численно характеризует высказывание. Величина информации, сообщаемой данным высказыванием (в одном из вариантов их концепции), может быть представлена как отрицательный логарифм его меры, т. е. эта формула оказывается аналогичной формуле индивидуального количества информации в статистической теории информации.

Некоторые недостатки варианта Карнапа — Бар-Хиллела. Возможность измерения количества семантической информации досталась дорогой ценой. Ведь пришлось существенно упростить язык, он теперь очень мало напоминает обычный человеческий язык. Но нас больше всего интересует измерение информационного содержания суждений реальных, а не столь искусственных и элементарных, как в теории Карнапа — Бар-Хиллела. Поэтому одно из направлений развития концепции семантической теории связано с использованием более богатого языка, приближением его к естественному языку.

Однако это не может ликвидировать другого несовершенства теории Карнапа — Бар-Хиллела. Ведь эта теория при дальнейшем развитии упомянутого направления, по сути дела, не выйдет за пределы изучения вероятных суждений — гипотез. Было бы странным считать, что достоверное знание не содержит информации, а информация присуща лишь гипотезам, как это получается с точки зрения исходных посылок Карнапа — Бар-Хиллела.

Критика допущений этих авторов может быть построена по аналогии с критикой вероятностных математических концепций. В самом деле, почему только при исследовании синтаксического аспекта должны использоваться наряду с вероятностными и невероятностные подходы? Ведь измерение содержания форм научного познания, в частности суждений, не обязательно должно ограничиваться логико-вероятностными средствами, ибо сам смысл по своей природе не однозначно связан с вероятностью. Совершенно справедливо замечание Е. К. Войшвилло о том, что можно найти сколько угодно примеров, когда смысл того или иного познавательного результата (скажем, исход того или иного эксперимента или доказательства математической теоремы) вовсе

е является неожиданным, но тем не менее это не снижает 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»¹.

Новые логико-семантические исследования

Среди новейших исследований в области семантической теории информации весьма перспективными оказываются подходы, предложенные Е. К. Войшвилло и Ю. А. Шрейдером. В известной степени они преодолевают недостатки, свойственные концепции Карнапа — Бар-Хиллела, и позволяют надеяться на создание в будущем не только семантической, но и семиотической теории информации.

Иные подходы к измерению содержания информации. Скорее после создания рассмотренного выше варианта семантической концепции информации началось его дальнейшее развитие в работах Кемени, Торнебома, Мелони, Уэллза и других ученых. Например, Кемени устраняет тот недостаток теории Карнапа — Бар-Хиллела, который связан с независимостью исходных предикатов, в концепции Уэллза уточняют некоторые свойства не только формальных, но и реальных информационных ситуаций и т. д.

Однако мы более подробно рассмотрим идеи советского логика Е. К. Войшвилло, построившего оригинальную логико-семантическую концепцию информации. Согласно концепции Е. К. Войшвилло величина информации, которую содержит суждение по отношению к некоторой проблеме, определяется тем, насколько доказательство или допущение истинности этого суждения уменьшает энтропию проблемы. Под энтропией вопроса (проблемы) имеется в виду мера трудности положительного его решения, мера недостаточности информации для такого решения или (что то же) степень необоснованности допущения, что верно именно такое решение². При этом необходимо иметь в виду, что в общем случае постановка вопроса (проблемы) имеет место при наличии некоторых начальных знаний, имеющих отношение к проблеме и выложенных в форме некоторого множества высказываний, доказанных или принятых в качестве допустимых суждений.

¹ Е. К. Войшвилло. Попытка семантической интерпретации статистических понятий информации и энтропии. — В кн.: Кибернетику — службу коммунизму. Т. 3. М.—Л., «Энергия», 1966, стр. 278.

² Там же, стр. 278.

Важно отметить, что понятие энтропии вопроса (проблемы) гораздо шире, чем в статистической теории информации, где энтропия — просто мера неопределенности.

Из определения общего понятия семантической информации вытекает, что ее величина для ложного суждения оказывается бесконечной, и это согласуется с правилами классической логики, где из лжи следует все, что угодно. Получается, что при допущении истинности 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 (вопроса), равно сумме величин информации всех суждений, на основании которых получено решение проблемы. Эта информация, замечает Е. К. Войшвилло, «не зависит от того, насколько неожиданным оказалось решение проблемы»¹, хотя последнее, конечно, не устраняет полной независимости от вероятности и неопределенности (хотя бы потому, что энтропии вопросов определялись на основе логических вероятностей).

Информация и дедуктивный вывод. Вместе с тем оказывается возможным, не вычисляя вероятностей, обратить внимание на логические отношения между суждениями для оценки их относительной информативности. Из концепции Е. К. Войшвилло вытекает, что величина информации следствий составляет часть информации, содержащейся в совокупности посылок. Такое отношение между посылками и выводом представляется вполне естественным и в том случае, если информацию, содержащуюся в суждении, интерпретировать с позиций отраженного разнообразия. Ведь семантическую информацию рассматривают как отражение в логических формах материальных объектов, их связей, отношений, свойств и т. д. Разнообразие терминов, входящих в достоверное суждение, отображает в закодированной форме некоторое разнообразие объектов, их свойств и отношений. Если эти термины различаются, то каждый из них несет информацию о некоей определенной предметной области, отличной от таковой другого термина; если же они одинаковы, как это бывает в тавтологиях, то они несут одну и ту же информацию

¹ Е. К. Войшвилло. Попытки семантической интерпретации статистических понятий информации и энтропии. — В кн.: Кибернетику — на службу коммунизму, стр. 290.

объектах. Это позволяет на основе оценки разнообразия рмингов в суждениях делать вывод о соотношении величин формации в близких к ним суждениях, скажем, таких, которые составляют дедуктивное умозаключение.

Возьмем для примера простой категорический силлогизм: «се планеты вращаются вокруг своей оси».

енера — планета».

енера вращается вокруг своей оси».

В двух посылках здесь содержится больше разнообразия здесь под разнообразием будем понимать термины, входящие в силлогизм, т. е. субъект и предикат), чем в заключении. Это ясно, ибо обе посылки всегда содержат средний термин, который в результате вывода исключается и отсутствует в заключении. С позиций концепции разнообразия в результате такого преобразования логической информации, как дуктивный вывод, не получается информации, отличной от той, которая имплицитно заключена в посылках. Но здесь можно говорить об информации вывода, которая является новой в том смысле, что все разнообразие терминов заключения не существует в каждой посылке в отдельности.

Информация и индуктивный вывод. Таким образом, ясно, что и в логике об информации как отраженном разнообразии можно говорить лишь в определенном аспекте по отношению предшествующему знанию. В дедуктивной логике речь идет, например, о новой информации в заключение по отношению к каждой из посылок в отдельности. В индуктивной логике информация в заключении является новой уже по отношению не только к каждой посылке в отдельности, но и по отношению к совокупности посылок. Например, в таком важном виде индуктивных умозаключений, какими являются выводы неполной (расширяющей) индукции, количество информации заключения (количество семантического разнообразия суждений, входящих в заключение) всегда больше количества информации посылок¹.

Вывод неполной индукции делается по следующей схеме:

N_1 присущ признак P

N_2 присущ признак P

N_3 присущ признак P

Следовательно, и N_4 и все остальные N_i имеют признак P .

Здесь мы получаем новое знание о наличии признака у предметов, о которых не говорилось в посылках. В заклю-

¹ К этой точке зрения присоединяются Б. Н. Пятницкий и А. Л. Субин в статье: Соображения о построении индуктивной логики («Вопросы философии», 1969, № 2, стр. 86), когда пишут, что в индуктивных выводах «заключения претендуют на информацию большую, чем та, которая выявлена в посылках».

чении, полученном в результате индуктивного вывода, величина семантической информации хотя и содержит часть информации посылок, но не сводится только к ней.

О соотношении логической вероятности и информации. Рассмотренный информационный аспект дедуктивных и индуктивных умозаключений позволяет обойтись без понятия вероятности и достоверности, которыми обычно характеризуются принципы деления логики на два вида. Критерий такого деления может быть информационным, причем само понятие «логической вероятности» можно вывести из понятия «информации». Подобный вывод представляется более естественным, чем построение индуктивной логики на базе частотного или аксиоматического определения понятия «вероятности», когда логика понятие «вероятности» практически заимствует из математики. К такому возможному выводу нетрудно прийти на основе наблюдающейся аналогии в развитии логических и математических вариантов теории информации. Так, если в математических теориях развиваются невероятностные концепции информации, то то же самое, но с некоторым запаздыванием, происходит и в логической концепции информации.

Можно ожидать, что тенденция невероятностного подхода, проявляющаяся в математическом плане, будет отражена и в логико-семантических концепциях информации. Поэтому если математики считают возможным, чтобы понятие «количества информации» предшествовало понятию «вероятности», то и в логике понятие «информации» также может предшествовать понятию «логической вероятности». Мы предполагаем, что информация (и ее свойства) может характеризовать любую форму научного познания, независимо от того, является ли она достоверной или вероятностной. Все это в определенной степени подтверждается работами советских авторов, разрабатывающих логико-семантические проблемы информации (Е. К. Войшвилло, Ю. А. Шрейдера и др.).

Концепция разнообразия в логической семантике. 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 исходить из принятого здесь определения понятия «информация». Если строится логико-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 (терминов).

суждений, теорий и т. д. Однако под разнообразием можно понимать и значения истинности, модальности и т. п. В зависимости от рассматриваемого логического разнообразия можно строить различные концепции информации, в частности семантические.

Логико-семиотическая концепция информации. Важно также отметить, что отход от чисто вероятностных идей (например, в статье Е. К. Войшвилло) заключается не в том, что они полностью отбрасываются. Речь идет о возможности создания более общей теории информации, чем общепринятая статистическая и семантическая теория Карнапа — Бар-Хилела.

Нам представляется уместным назвать эту общую теорию логико-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. Дело в том, 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. Традиционная статистическая теория информации с семиотической точки зрения может рассматриваться как некоторая синтаксическая теория, поскольку ее понятия энтропии и информации относятся к знаковой структуре сообщений (суждений), отвлекающейся в определенной степени от таких качественных характеристик, как смысл и ценность информации. Семантическая теория информации связана с выяснением и измерением смысла сообщений, высказываний, в частности, в форме суждений; прагматическая теория призвана изучать отношение получателя сообщений к суждениям, высказываниям. Конечно, еще рано говорить о создании общей семиотической теории информации. Однако, как следует из изложенного, попытки в этом направлении уже предпринимаются.

Модель Ю. А. Шрейдера. В семантической теории информации для определения понятия «информация» пользуются понятием «неопределенности», но уже логико-семантической, ее степень измеряется энтропией. Однако наряду с использованием понятия «информация» 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 варианта концепции разнообразия содержится в статье Ю. А. Шрейдера¹.

В модели теории семантической информации, предложен-

¹ См. Ю. А. Шрейдер. Об одной модели семантической теории информации. — В сб.: «Проблемы кибернетики», Вып. 13, М., «Наука», 1965.

ной 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 общем случае смысловой аспект информации выражает отношение между информацией как компонентом отражения и приемником (т. е. изучается смысловое значение). Поскольку отражение осуществляется познающим субъектом, изменение образа, запаса знаний (тезауруса) естественно рассматривать как изменение семантической информации. Количество семантической информации, содержащееся, например, в каком-либо тексте относительно тезауруса, оценивается степенью изменения тезауруса под воздействием этого текста. Это изменение можно измерить некоторым (каким точно — это пока еще выясняется) способом и определить количество семантической информации.

Идеи, близкие к этим, высказываются и английским специалистом в области теории информации Д. М. Маккеем, который под семантической информацией понимает то, что дает возможность приемнику информации логически сформировать или изменить представление.

Новейшие логико-семантические исследования информации позволяют надеяться на возможность измерения содержания не только вероятных, но и достоверных форм научного знания и более богатых искусственных (формализованных) языков науки.

Понятие и информация

Методы теории информации позволяют подойти к количественному анализу содержания и объема понятия, в частности уточнить формулировку закона обратного отношения объема и содержания понятия и наметить новые пути исследования понятия.

Понятие, его содержание и объем. Информационный подход используется не только для исследования суждений, умозаключений, но и понятий, теорий, гипотез. Однако далее мы остановимся лишь на взаимосвязи информации и понятия.

Понятие выступает как результат, итог познания, а не как исходный, простейший его элемент. Так, понятие информации, которое ранее было нами определено, явилось результатом длительных научных поисков, плодом длинной цепи суждений и умозаключений. Характерной чертой понятия как формы отражения действительности является «улавливание» в его содержании всеобщего и существенного в отображаемых пред-

метах. Понятие «информация», например, характеризуется всеобщностью и существенностью таких его признаков, как «отражение» и «разнообразие».

Эта совокупность существенных признаков, которая отображается понятием, 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 формально-логическому 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, смысла (значения), ценности.

Закон обратного отношения объема и содержания 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, этот закон 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».

Интенциональная и экстенциональная информации. 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 двумя видами информации — интенциональной и экстенциональной.

Что же понимается под интенциональной информацией? «Содержание понятий, — пишет Е. К. Войшвилло, — интересует нас именно как та информация о мыслимых в понятии предметах, на основе которой эти предметы выделяются, которая необходима и достаточна, чтобы решать вопросы о принадлежности каких-либо предметов к данному классу»¹.

¹ Е. К. Войшвилло. Понятие. Изд-во МГУ. 1967, стр. 203.

Интенсиональная информация — это определенность признаков понятий (не только количественная, но и качественная). Короче говоря, это разнообразие признаков понятия. **Экстенсиональная информация** — это определенность объема понятия, разнообразие предметов, охватываемых объемом понятия. По отношению к интенциональной информации (разнообразию) экстенсиональная выступает как неопределенность, энтропия. В самом деле, если в объеме понятия всего один предмет, то неопределенности в отношении объема здесь нет, ибо выбирать не из чего. Минимум экстенсиональной информации (разнообразия) здесь сопряжен с максимумом интенциональной информации — ведь в содержание такого понятия входили бы все (а не только существенные) признаки (свойства), присущие предмету.

Интенсиональное и экстенсиональное разнообразие находятся между собой в обратном отношении. Расширение класса предметов (увеличение экстенсионального разнообразия) ведет к уменьшению признаков, характеризующих содержание понятия. Впервые на это обратил внимание, по-видимому, Г. Рейхенбах, причем он также отметил, что когда мы определяем информацию как отрицательную энтропию, мы просто следуем закону взаимно обратного отношения между объемом и содержанием, известному из традиционной логики. «Низкая энтропия, — пишет Г. Рейхенбах, — всегда определяет малый класс конфигураций (в общем случае предметов. — А. У.), а высокая энтропия — больший класс. Используя закон взаимосвязи объема и содержания, мы, следовательно, будем приписывать высокое значение интенциональной информации состоянию с низкой энтропией»¹.

Информационный аспект закона обратного отношения объема и содержания понятия. Если объем понятия (экстенсиональное разнообразие) уменьшился от некоторого большего объема до меньшего, то соответствующее увеличение интенциональной информации (содержания) можно определить как логарифм отношения большего объема к меньшему (согласно формуле количества информации). 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.

¹ Г. Рейхенбах, Направление времени. М., ИЛ, 1962, стр. 237.

Круг условно обозначает объем понятия, класс обобщаемых в нем предметов. Предположим, что имеется понятие, объем которого характеризуется большим кругом, а объем другого понятия графически обозначается меньшим кругом, расположенным внутри большего.

Изменение количества информации определяется точно так же, как и в случае, о котором говорит Л. Бриллюэн¹. И хотя в примере Л. Бриллюэна идет речь о наблюдении и эксперименте, а у нас — о логических операциях над понятиями, во всех случаях мы имеем дело с ограничением разнообразия, с выбором из некоторого множества его подмножества, элемента. А это свидетельствует о том, что и наблюдение, и эксперимент, и мышление приносят информацию.

И хотя здесь мы говорим о том, что 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 позволяют измерять соотношения между объемом и содержанием понятий, если можно точно определить класс предметов, обобщаемых понятием. В случае, если объемы понятий выражаются бесконечностями, то, возможно, здесь некоторую помощь могут оказать методы комбинаторного подхода, которые позволяют выражать количество информации в бесконечных совокупностях с определенной степенью точности, причем это количество не бесконечно, а уже конечно. Возможны и чисто логические подходы, использующие особенности тех или иных логик. Например, если ограничиться рамками дедуктивной логики, то, как показал Е. К. Войшвилло, здесь возможно установление инфор-

¹ См. Л. Бриллюэн. Научная неопределенность и информация. М., Изд-во «Мир», 1966, стр. 44 и далее. Получение информации ведет к ограничению объема или площади пространства, в котором определяется наблюдаемая величина при формулировке эмпирического закона. По Бриллюэну, количество информации, которое содержится в том или ином эмпирическом количественном законе, является логарифмической функцией отношения числа возможных исходов до эксперимента (P_0) и числа возможных исходов после опыта (P_1).

Как определяются значения P_0 и P_1 , можно показать на следующем примере. Предположим, что область определения искомых значений до опыта равна площади прямоугольника со сторонами a и b . После опыта удалась область значений сузить до прямоугольника со сторонами a_1 и b_1 , тогда P_0 можно определить как площадь прямоугольника со сторонами a и b , а P_1 как площадь прямоугольника со сторонами a_1 и b_1 .

мационной зависимости между содержаниями понятий на базе логического следования. Переход от отношений содержаний 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.

Необходимо заметить, что методы теории информации могут быть применены и в рамках индуктивной логики для характеристики содержаний и объемов 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), не совпадают и т. д.

Разумеется, в небольшой брошюре невозможно осветить все области соприкосновения логики и теории информации, рассмотреть другие концепции и работы по применению информационно-идей исследования мышления. Теоретико-информационный подход только начинает внедряться в логику и в этом направлении сделаны лишь самые первые шаги. Думается, более интенсивный синтез теории информации и логики, который сейчас намечается, может привести к совершенствованию всех упомянутых теорий. Можно надеяться, что этот новый метод исследования привлечет внимание более широких кругов советских философов и логиков.

Заключение

Проблема соотношения информации и мышления, конечно, не исчерпывается изложенным в этой брошюре. Основное внимание мы сосредоточили на решении двух проблем — выявлении природы информации и (на этой основе) рассмотрении возможностей использования теоретико-информационных методов в исследовании логического аспекта мышления. И даже логический аспект мышления мы ограничили лишь проблемами формальной логики (и тоже далеко не всеми). А ведь мышление как объект познания изучается рядом наук — и физиологией высшей нервной деятельности, и психологией, и теорией познания и т. д. И во всех этих науках могут быть использованы методы теории информации.

Но и сами возможности теории информации также не могли быть раскрыты в полной мере. В основном мы исходили из определения количества информации, в некоторой степени из идей измерения содержания и передачи информа-

нии. Проблемы же, связанные с мышлением как управлением, переработкой информации (а не только передачей информации), оказались вне нашего рассмотрения. Однако в этом вина не только автора — проблемы информационного анализа управления (а тем более мышления в плане управления) только начинают разрабатываться. Это — тема дальнейшего научного поиска.

Литература

В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. — Полн. собр. соч., т. 18.

В. И. Ленин. Философские тетради. — Полн. собр. соч., т. 29.

Н. М. Амосов. Мышление и информация. — В кн.: Проблемы мышления в современной науке. М., «Мысль», 1964.

А. И. Берг, Б. В. Бирюков. Кибернетика и прогресс науки и техники. — В кн.: Ленин и современное естествознание. М., «Мысль», 1969.

Е. К. Войшвилло. Понятие. М., Изд-во МГУ, 1967.

Е. К. Войшвилло. Попытка семантической интерпретации статистических понятий информации и энтропии. — В кн.: Кибернетику — на службу коммунизму. Т. 3. М.—Л., «Энергия», 1966.

В. Ю. А. Методологические проблемы теории информации. (Обзор литературы). — «Вопросы философии», 1968, № 10.

В. М. Глушков. Мышление и кибернетика. — «Вопросы философии», 1963, № 1.

Д. П. Горский. Проблемы общей методологии наук и диалектической логики. М., «Мысль», 1966.

И. Земан. Познание и информация. М., «Прогресс», 1966.

П. В. Коллин. Введение в марксистскую гносеологию. Киев, «Наукова думка», 1966.

И. С. Нарский. Диалектическое противоречие и логика познания. М., «Наука», 1969.

И. Б. Новик. Философские идеи Ленина и кибернетика. М., «Знание», 1969.

В. С. Тютин. Отражение и информация. — «Вопросы философии», 1967, № 3.

Б. С. Украинцев. Отображение в неживой природе. М., Изд-во «Наука», 1969.

А. Д. Урсул. Природа информации. Философский очерк. М., Политиздат, 1968.

Философия естествознания. Вып. I. М., Политиздат, 1966.

К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. М., ИЛ, 1963.

Ю. А. Шрейдер. О семантических аспектах теории информации. — В кн.: Информация и кибернетика. М., «Советское радио», 1967.

У. Р. Эшби. Введение в кибернетику. М., ИЛ, 1959.

СОДЕРЖАНИЕ

Из истории формирования понятия «информация»	5
Понятие «количество информации»	5
Алгоритмический способ измерения информации	8
Общее определение понятия «информация»	10
Информация и разнообразие	10
Всеобщность отражения и информация	13
Информация как отраженное разнообразие	16
Теория информации в биологии и кибернетике	19
Элементы теории социальной информации	21
Проблема идеальной информации	27
Информация как «третий» компонент бытия и логика	27
Специфика идеальной информации	30
Концепция информации в логике	33
Вариант Карнапа—Бар-Хиллела	33
Новые логико-семантические исследования	36
Понятие и информация	41
Закключение	45
Литература	47

АРКАДИЙ ДМИТРИЕВИЧ УРСУЛ

ИНФОРМАЦИЯ И МЫШЛЕНИЕ

Редактор *Г. Н. Савватеева*

Технический редактор *А. С. Ковалевская*

Корректор *Г. П. Ефименко*

А 07939. Сдано в набор 1/VI 1970 г. Подписано к печати 8/VII 1970 г.
Формат бумаги 60×90¹⁴. Бумага типографская № 3. Бум. л. 1,5. Печ. л.
3,0. Уч.-изд. л. 2,84. Тираж 56 000 экз. Издательство «Знание», Москва,
Центр, Новая пл., д. 3/4. Заказ 1297, Типография изд-ва «Знание»,
Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.
Цена 9 коп.

1 коп.

Индекс
70065

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Москва 1970