

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В. В. КУИБЫШЕВА

**ПРОБЛЕМЫ
МЕТОДОЛОГИИ
И ЛОГИКИ НАУК**

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Томск—1962

ПРОБЛЕМЫ
МЕТОДОЛОГИИ
И ЛОГИКИ НАУК

Редактор А. И. У в а р о в.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В книге публикуются доклады совещания по проблемам логики и методологии наук. Это совещание проходило в Томске с 21 по 26 мая 1960 года. Необходимость в подобном совещании имела давню. За последние годы значительно повысилось внимание к вопросам логики и методологии наук. Современная наука ставит перед логикой и методологией ряд важных задач: выяснение принципов построения научного знания, анализ методологии научного исследования и т. д. Не менее важные требования предъявляются к логике и в связи с решением актуальных народнохозяйственных задач: автоматизации производственных процессов, развития счетно-вычислительной техники, создания кибернетических устройств. Разработка рациональных методов обучения и воспитания также неразрывно связана с решением большого круга логических и методологических вопросов.

В Томске работает группа преподавателей философии, занимающихся вопросами логики. Создано городское объединение логиков, в университете и политехническом институте читались курсы математической логики. Сложилась группа, занятые приложениями логики к технике. Значительное внимание уделяется проблемам логики и методологии и в работе многочисленных философских семинаров вузов и научных учреждений города. Все это создало предпосылки для проведения совещания в Томске.

На это совещание, созданное по инициативе преподавателей философии высших учебных заведений Томска, собрались представители Москвы, Киева, Новосибирска, Омска, Красноярска, Новокузнецка. В работе совещания, кроме логиков, приняли участие математики, физики, специалисты в области электронной и вычислительной техники, а также педагоги, историки и лингвисты.

В книге читатель найдет работы, выполненные в различных областях логической науки. Это, во-первых, работы по диалектической логике и общей методологии наук. Особую группу представляют работы, относимые их авторами к так называемой «содержательной логике». Во-вторых, надо выделить группу работ по математической логике и ее приложениям к вопросам методологии, наконец, работы по технической логике, т. е. приложениям математической логики к технике. Ряд работ посвящен критике некоторых положений логических теорий, развиваемых современными логическими эмпиристами.

Естественно, что при таком широком круге авторов и представленных направлений решение и постановка некоторых проблем носит дискуссионный характер.

К сожалению, в книге не представлены содержательные и деловые, часто богатые оригинальными идеями, прения по докладам.

Интерес, проявленный к совещанию со стороны широких кругов научной общественности, позволяет надеяться, что книга будет полезна

как специалистам в области диалектической логики, математической логики, вычислительной техники, так и широким кругам научных работников, преподавателей и студентов высших учебных заведений.

XXII съезд КПСС определил пути развития советской науки в период строительства коммунистического общества в нашей стране. На съезде особо была подчеркнута необходимость развития теоретических исследований, что ставит большие задачи перед марксистской философией вообще и логикой, в частности. Преподаватели философии высших учебных заведений Томска, руководствуясь партийными программными указаниями, решили провести еще одну логическую конференцию. Предполагается, что она состоится в этом году и что во второй конференции по методологии и логике наук, как и в первой, будут участвовать не только ученые Томска, но и ученые других городов. Главнее внимание на предстоящей конференции будет уделено вопросам, связанным с абстрактным познанием, в частности, с проблемой теории как формы научного мышления.

Редакционная коллегия просит все замечания по книге в целом и по отдельным статьям направлять по адресу: Томск, проспект имени В. И. Ленина, 36, Томский государственный университет, кафедра философии.

П. В. КОПНИН

ИЗМЕНЕНИЕ ПРЕДМЕТА И СОДЕРЖАНИЯ ЛОГИКИ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

На протяжении последних десяти лет в марксистской литературе оживленно обсуждаются вопросы логики, идут дискуссии о предмете и содержании диалектической логики и ее отношении к логике формальной и математической. Так, в 1950 г. на страницах журнала «Вопросы философии» открылась дискуссия по логике. Подобные дискуссии в той или иной форме проходили и в некоторых других странах. Между марксистами нет расхождений в том, что только на основе метода материалистической диалектики можно плодотворно разрабатывать проблемы логики, однако, когда дело доходит до конкретного решения этих проблем, в том числе и коренных, то здесь проявляется различный подход, возникают толкования, которые трудно между собою совместить. И это вполне понятно, творческое развитие любой науки связано с борьбой мнений, с попытками разрешения стоящих перед ней проблем с разных сторон, что и наблюдается сейчас в логической литературе.

В советской литературе, вышедшей после логической дискуссии, определились следующие точки зрения на предмет диалектической логики и ее отношение к формальной логике: 1) Диалектическая логика является аспектом диалектики, она исследует диалектические законы познания на рациональной ступени его развития, показывает каким образом мышление отражает движение, развитие явлений объективного мира (М. М. Розенталь, И. С. Нарский, И. Д. Андреев и др.); 2) Диалектическая логика является частью теории познания, которая в свою очередь составляет часть диалектики (М. Н. Руткевич, В. П. Рожин); 3) Диалектическая логика соответствует высшей ступени познания, она изучает особые диалектические формы мышления, в которых не действуют законы формальной логики (С. Б. Церетели, В. И. Мальцев, В. И. Черкесов); 4) Предметом диалектической логики является диалектическое мышление, которое познает диалектику предмета (М. Н. Алексеев); 5) Существует только одна диалектическая логика, которая как момент включает в себя формальную логику (Г. М. Каландарашвили); 6) Существует только одна формальная логика как наука о законах и формах правильного мышления. Диалектика не имеет своей логики, она является методологией научного познания (К. С. Бакрадзе).

Между этими взглядами на сущность и содержание диалектической логики существует нечто общее, некоторые из них очень близки друг к другу. Сейчас приобретает большое значение развитие этих взглядов, рассмотрение с их позиций конкретных вопросов логики. От общих вопросов и споров необходимо более решительно переходить к разработке всей многообразной логической проблематики. Любая точка зрения только тогда заслуживает внимательного отношения и серьезного обсужде-

ния, когда на ее основе решаются какие-то конкретные логические задачи.

Разработка проблем логики с любой указанной точки зрения будет иметь значение даже в том случае, когда сам автор впоследствии откажется от нее. Отрицательные результаты сыграют положительную роль, обогатят науку определенными постановками вопроса и попытками их разрешения. Надо добиться того, чтобы дискуссии по логике проходили не в кругу цитат, которым спорящие стороны дают разное толкование, подтягивая содержание высказываний великих мыслителей к своему пониманию данного предмета, а о конкретных решениях определенных логических проблем.

В обосновании диалектической логики важными являются исследования в области истории логики, изучение основной тенденции в ее развитии, исторических закономерностей разделения логики на отдельные научные дисциплины. История дает нам основную нить в определении объективных основ разделения логики на диалектическую и формальную.

В настоящей статье автор пытается вскрыть основное направление в изменении предмета и содержания логики в процессе ее исторического развития и тем самым в какой-то мере способствовать решению дискуссионных вопросов логики.

Логика, как учение о законах и формах мышления, возникла как часть философии и вначале не только не разделялась на ряд научных дисциплин, а и не была самостоятельной областью философии. Высказывания философов относительно того, что впоследствии стало входить в предмет логики, не были отделены от их положений по другим вопросам как философским, так и специальным.

Для возникновения логики в качестве специальной области философского знания, имеющей свою специфику, был необходим определенный уровень развития научного познания, мышление должно достигнуть такой степени зрелости, когда становятся возможными исследования его структуры и метода.

Одним из первых философов, который специально занимался логической проблематикой, был древнегреческий материалист Демокрит. Однако логика как отдельная область философии выделяется после Аристотеля стоиками и перипатетиками, но подготовили это выделение логические трактаты Аристотеля.

Логика Аристотеля иногда представляется чем-то однородным и монолитным, в качестве одной логической системы, которая некоторыми определяется как формальная логика. В действительности это не так. В логике Аристотеля можно выделить несколько слоев, к каждому из которых не применимы более поздние понятия логики формальной, диалектической, математической, хотя некоторые зародыши этого разделения в ней наметились. То, что было сказано Ф. Энгельсом относительно античной философии вообще, относится и к логике. Подобно тому, как в античной философии в какой-то мере определились все направления будущей новой философии, так же в древнегреческой логике наметились все ее будущие разветвления. А потому ее ни в коем случае нельзя подводить под какую-то одну современную логическую систему. В этом и заключается своеобразие античной логики вообще, аристотелевской в особенности.

В логике Аристотеля можно выделить следующие слои: 1) силлогистика как фундамент будущей формальной логики; 2) учение о законах и формах мышления как методе, орудии достижения новых результатов; 3) гносеологический анализ форм мышления, категорий, установления их связей с формами бытия.

Эти различные слои логического в неодинаковой степени были развиты. Силлогистика составляла центральный пункт логических идей

Аристотеля, она разработана наиболее тщательно, являясь наиболее стройным зданием, доказавшим свою жизненность вплоть до наших дней. Но для нас не меньший интерес представляют положения Аристотеля о логике как методе научного познания. «Логика Аристотеля,— писал В. И. Ленин, — есть запрос, искание, подход к логике Гегеля...»¹). Здесь особое значение имеет постановка вопросов, связанная с анализом категорий, которые стихийно подводили Аристотеля к диалектике, к пониманию их взаимной связи, переходов, текучести. Правда, как отмечает В. И. Ленин, Аристотель не совладал с диалектикой категорий, путался «...в диалектике общего и отдельного, понятия и ощущения... сущности и явления...»²).

Наконец, в гносеологическом анализе форм мышления нас привлекают у Аристотеля его материалистическая тенденция, постановка вопроса о познавательной ценности форм мышления, анализ логических форм с точки зрения характера получаемого посредством их знания.

После Аристотеля различными логиками и направлениями в разное время развивались разные стороны, слои его логики. Перипатетики и стоики развивали дальше силлогистику Аристотеля, сделав большой шаг вперед в превращении ее в формальную систему.

Силлогистика Аристотеля не была чисто формальной системой, она пропитана его онтологией. Формы и законы мышления у него связаны с формами и законами бытия. Истинным Аристотель считал такое суждение, в котором соединено то, что соединено в самой действительности, или разъединено то, что разъединено в действительности. Форму умозаключения он не отрывал от содержания посылок. Закономерность и необходимость вывода в силлогизме Аристотель обосновывал предметными, реальными отношениями вещей, в частности закономерностями причинно-следственной связи. Связь терминов в совершенном силлогизме (отношение рода—вида—единичной вещи) выступает как отражение причинно-следственных отношений. Аксиома *dictum de omni*, на которой построен силлогизм, упирается в реальные отношения. Сказанное о роде или виде может переноситься на все, что причастно к этому роду или виду, потому, что род и вид являются сущностными причинами свойств единичных вещей.

Стоики считали логику наукой о правильных логически согласующихся выводах. Исследование различных форм высказываний выступало у них необходимой предпосылкой в изучении структуры умозаключений. Причем они стремились открыть элементарные формы вывода, вплотную подойдя к обнажению таких логических связей между предложениями, как импликация, конъюнкция, дизъюнкция. Логика стоиков хотя и была продолжением аристотелевской силлогистики, но по своему духу она ближе к современной формальной логике, занимающейся исчислением высказываний.

Средневековые мыслители продолжали тенденции в формализации силлогистики Аристотеля, занимаясь разбором отдельных логико-грамматических тонкостей, выработкой многочисленных дистинкций, правил.

Другие стороны, слои логики Аристотеля, в частности разработка логики как метода познания, были преданы забвению перипатетиками, стоиками и особенно средневековыми мыслителями. Но в философии нового времени они были выдвинуты на первый план, поскольку центральной проблемой стали поиски нового метода достижения истинного знания о внешнем мире. Причем, этот метод и учение о нем (логика) противопоставлялись логике Аристотеля, поскольку под последней разумели только одну ее часть — силлогистику, схоластицированную в средние ве-

¹) В. И. Ленин, Соч., т. 38, стр. 366

²) Там же, стр. 367.

ка. В действительности же разработка логики движения научного мышления к истине мыслителями нового времени была продолжением и развитием другой стороны, иных слоев логики Аристотеля, забытых в средневековье. Ф. Бэкон, Р. Декарт и Гегель продолжали в логике определенные тенденции Аристотеля.

В самом деле, Ф. Бэкон со всей силой поставил вопрос об индукции как методе получения нового знания. Он критиковал схоластизированную аристотелевскую логику за то, что она не является орудием достижения нового знания. «В обычной логике, — пишет Бэкон, — почти вся работа сосредоточена в силлогизме. О наведении же диалектики, по-видимому, едва ли и подумали серьезно, ограничиваясь поверхностным упоминанием о нем, чтобы поспешно перейти к формулам рассуждений. Мы же отбрасываем доказательство посредством силлогизмов, потому что оно действует неупорядоченно и упускает из рук природу»³). Схоластическая логика, с выхолащенным аристотельским силлогизмом, не отвечала требованиям эпохи, не могла, по мнению Ф. Бэкона, способствовать покорению и подчинению человеком сил природы. Понятия, из которых исходили в силлогистическом умозаключении, плохо отвлечены, спутаны. Силлогизм же тогда может привести к надежным заключениям, когда он основывается на точных и глубоких понятиях. Бэкон никогда не сомневался в том, что связь посылок в силлогизме обеспечивает истинность вывода при истинности посылок, что из готового знания получается тот вывод, который дает силлогизм. Бэкон критикует силлогизм как метод образования понятий и в этом отношении видит его бесплодность. Надежным методом образования понятий является опыт и индукция: «Но наш путь и наш метод (как мы часто ясно говорили и как я бы хотел сказать это и теперь) состоит в следующем: мы извлекаем не практику из практики и опыты из опытов (как эмпирики), а причины и аксиомы из практики и опытов, и из причин и аксиом — снова практику и опыты как верные истолкователи природы»⁴).

Но об этом уже ставил вопрос и Аристотель, анализировавший индукцию в связи с проблемой доказательства, получением исходных принципов его. Для обоснования какого-либо положения дедуктивным путем необходимо прибегать к другим, более общим положениям: А вытекает из В, В вытекает из С, С из Д и так до бесконечности. Чтобы прервать эту дурную бесконечность, Аристотель исходит из признания существования недоказуемых дедуктивно, но необходимых и истинных положений (определений и аксиом), лежащих в основе всякого доказательства. Индукция — путь к образованию таких положений: «...первичное нам необходимо познавать посредством индукции, ибо таким (именно) образом восприятие порождает общее»⁵), или «...мы научаемся (чему-нибудь) либо через индукцию, либо посредством доказательства. Доказательство же исходит из общего, индукция — из частного; однако (и) общее нельзя рассматривать без посредства индукции, ибо и так называемое отвлеченное познается посредством индукции. Но индукция невозможна без чувственного восприятия, так как чувственным восприятием (познаются) отдельные (вещи), ибо (иначе) получить о них знание невозможно»⁶).

С точки зрения логической структуры индукция является разновидностью силлогизма (силлогизм из индукции), который отличается от обычного силлогизма тем, что в нем не крайние термины связываются через средний, а средний с большим через меньший. Совершенным и доказательным видом индуктивного умозаключения Аристотель считал индукцию, которая потом стала называться полной.

³) Ф. Бэкон, Новый органон, 1938, стр. 18.

⁴) Там же, стр. 90.

⁵) Аристотель, Аналитики, Госполитиздат, 1952, стр. 288.

⁶) Аристотель, Аналитики, стр. 217—218.

Средневековые философы, или, как их называет Ф. Бэкон, диалектики предали забвению идеи аристотелевской логики об индукции как пути движения от опыта к теоретическим обобщениям.

Р. Декарт также понимал недостаточность предшествующей ему логики как метода исследования. Так, в «Рассуждении о методе» он писал: «В молодости из философских наук я немного изучал логику, а из математических — геометрический анализ и алгебру — три искусства, или науки, которые, казалось бы, должны дать кое-что для осуществления моего намерения. Но, изучая их, я заметил, что в логике ее силлогизмы и большая часть других ее наставлений скорее помогают объяснять другим то, что нам известно или даже, как в искусстве Луллия, бесполезно рассуждать о том, чего не знаешь, вместо того, чтобы изучать это»⁷⁾.

Задача реформатора логики состоит не только в том, чтобы очистить ее от вредных и ненужных схоластических наслоений, но и дополнить тем, что вело к открытию достоверных и новых истин. Декарт ставил вопрос о другом методе познания, выходящем за рамки того, который давала прежняя логика. Соблюдения правил силлогизма, самая безупречная логическая дедукция не могут служить гарантией истинности нашего мышления. Декарт сформулировал правила метода получения нового знания. Но ведь Аристотель тоже считал, что доказательство посредством силлогизма (дедукция) должно исходить не из путанных, неясных определений, а из понятий, истинность которых не вызывает сомнений. Здесь Декарт продолжал Аристотеля.

Гегель требовал от логики, чтобы она не только описывала различные формы мышления, а выясняла их познавательную ценность, рассматривала их формами истинного знания о мире. Но эта тенденция тоже имела место у Аристотеля, например, он считал, что общее суждение содержит более ценное знание, чем частное. Умозаключение Аристотель также анализировал не только со стороны его логической формы, но и с точки зрения характера получаемого знания. С помощью одних силлогизмов доказывается только существование вещей (силлогизм о том, что есть), другие вскрывают причины существования (силлогизм о том, почему что-либо есть). Последние наиболее совершенны по форме и ценны по содержанию.

Таким образом, в философии нового времени логика Аристотеля обогатилась новым содержанием, в особенности та ее часть, которая касается учения о методе достижения мышлением новых результатов. К XVII—XVIII вв. логика приобрела форму так называемой классической или традиционной логики. Она так же, как и аристотелевская, не была ни формальной, ни диалектической, а включала в себя все, что достигнуто логикой за весь предшествующий период ее развития. Основу традиционной или классической логики составляла силлогистика Аристотеля, трансформированная стойками и средневековыми мыслителями, но в качестве дополнения выступало учение о методах познания (в частности о методах установления причинной связи явлений), философские рассуждения о познавательных способностях человека.

Несмотря на то, что традиционная или классическая логика была очень пестрой по своему содержанию, можно выделить ее наиболее характерные черты:

1. Она была частью философии, своеобразной теорией и методом познаний, ее законы мышления (тождество, противоречие, исключенного третьего) служили основой метафизического метода мышления, теоретическим обоснованием и выражением его.

⁷⁾ Р. Декарт, Избранные произведения, Госполитиздат, 1950, стр. 271.

2. Классическая логика не была чисто формальной системой, она оставалась содержательной, законы и формы мышления рассматривались в качестве принципа бытия.

3. С самого начала возникновения логика стала пользоваться для обозначения формальных отношений символиккой, но в классической логике символика не выступала в качестве метода решения логических проблем, ее применение носило вспомогательный характер.

Разнородность содержания традиционной логики была ее коренным пороком, служившим тормозом в развитии. Различные ее элементы, слои соединялись чисто внешне, механически, их объединяло только то, что они были учением о мышлении и, в этом смысле, логикой, но подход к изучению осуществлялся с разных сторон, порою просто противоположных методологических принципов, не говоря уже о философской интерпретации законов и форм мышления.

В целях дальнейшего прогресса было необходимо расчленить традиционную, классическую логику на отдельные самостоятельные научные дисциплины, имеющие свой предмет.

Развитие логики в XVIII—XIX вв. пошло по пути расчленения ее на две: формальную и диалектическую. Зачатки этого разделения имелись уже в логике Бэкона, Декарта и Лейбница, поставивших вопрос о создании логики научного открытия, являющейся методом научного исследования и отличной от логики, вскрывающей формальные отношения в умозаключении. Необходимость этого была четко осознана в немецкой классической философии конца XVIII и первой половины XIX века, и прежде всего Кантом, в философии которого имеются две логики — общая, или формальная, и трансцендентальная. Общая логика «...есть наука, обстоятельно излагающая и строго доказывающая исключительно лишь формальные правила всякого мышления»⁸). Она должна быть очищена от того, что не составляет ее предмета — психологических разделов о различных познавательных способностях, философских вопросов о происхождении познания и различных видах его достоверности, она исследует формальные отношения понятий друг к другу в логической системе, она канон, а не органон мышления.

Положения Канта об общей логике носят двойственный характер. С одной стороны, он является основоположником априоризма и формализма в логике. Именно с него берет начало истолкование форм мышления как чистых, абсолютно независимых от предметного содержания и возникших независимо от опыта (ни у Аристотеля, ни даже у Декарта и Лейбница формы мышления не «очищались» от всякого предметного содержания, наоборот, они выражали его сущность). Кант порвал с этой традицией и положил начало формалистическому истолкованию логических форм. С другой стороны, понимание Кантом предмета общей логики и сферы ее применения сыграло положительную роль, ибо по существу предмет формальной логики до Канта строго не был определен. С Канта и его школы начинается собственно формальная логика, движение в сторону которой наметилось в средневековье.

Трансцендентальная логика отвлекается не от всякого предметного содержания (как общая), а только от эмпирического содержания, она исследует чистое предметное мышление, происхождение и развитие понятий, а priori относящихся к предметам. «...Она имеет дело исключительно с законами рассудка и разума, но лишь постольку, поскольку они а priori относятся к предметам...»⁹). В то время как общая логика занимается анализом, трансцендентальная — синтезом, образованием научных понятий о предмете.

⁸) И. Кант, Критика чистого разума, П., 1915, стр. 9.

⁹) И. Кант, Критика чистого разума, стр. 64.

Идеи трансцендентальной логики Кант применил к решению философских проблем, в частности, к пониманию категорий и их функции в суждении, к выяснению соотношения между суждением, понятием, умозаключением и т. д. Трансцендентальная логика Канта является зачатком диалектической логики, ее прообразом. Пороки метода критицизма, априоризма извратили положительное содержание идей новой логики.

Дальше идеи диалектической логики были развиты Гегелем. Если у Канта в форме трансцендентальной логики мы находим неясный абрис диалектической логики, то Гегель вполне ясно и определенно изложил ее содержание на объективно-идеалистической основе.

В логических воззрениях Гегеля нельзя не заметить некоторого нигилизма в отношении формальной логики. Правильно критикуя метафизический метод, на котором покоилась формальная логика того времени, Гегель был склонен к полному отождествлению формальной логики и метафизики; по его мнению, формальная логика по своей природе обречена быть метафизикой. Например, Гегель не придавал значения исследованию формальных отношений в умозаключении, считал бесплодными идеи Лейбница о комбинаторном исчислении и вообще логическое исчисление¹⁰). Формально-логическая проблематика недооценивалась Гегелем.

В дальнейшем развитие двух логик (формальной и диалектической) шло по пути отделения их друг от друга, у них оказались разные судьбы, каждая шла своей дорогой, определяя свой специфический предмет. Формальная логика развивалась в направлении превращения ее в специальную область знания, выделившуюся из философии. Большую роль в этом сыграло формирование и развитие математической логики.

Математическая логика возникла и развивалась вначале как применение математического метода при решении логических задач, а потом — как применение логики к математическим проблемам. В связи с этим формальная логика стала превращаться в точную науку, применяющую математические методы. Результаты математической логики оказали существенное влияние на формальную логику в целом, которая приобрела новый вид, отличный от аристотелевской силлогистики. Таким образом, предмет и содержание современной формальной логики отличаются от предмета традиционной, классической логики. В условиях современного научного знания формальная логика потеряла свое значение основы философского метода достижения истины, ее законы не могут быть универсальным методом познания явлений и преобразования их в практике. Формальная логика не составляет части марксистского мировоззрения, но в подлинном, неискаженном виде не является и частью враждебного нам мировоззрения. Сейчас формальная логика изучает только одну сторону мышления: законы и формы выведения одного суждения из других, принимаемых за сформировавшиеся, исходные.

В качестве аксиом и правил выводов она берет содержательные предложения, но все операции и преобразования внутри систем осуществляются над символами независимо от их содержания.

При изучении своего предмета формальная логика: 1) абстрагируется от конкретного содержания форм мышления (она анализирует только формальное содержание); 2) исходит из того, что формы мышления сформировались, абстрагируясь от их движения по пути объективной истины; 3) истину и ложь рассматривает абсолютно противоположными (всякое суждение либо истинно, либо ложно), абстрагируясь от истины как процесса; 4) строит идеализованные логические модели, посредством которых вскрывает наиболее простейшее логическое отношение в «чистом виде».

¹⁰) Гегель, Наука логики. Соч., т. VI, М., 1939, стр. 131—133.

Современная формальная логика состоит из ряда систем (двузначное исчисление высказываний и предикатов, конструктивная логика, система многозначных логик и т. п.), которые дополняют друг друга, будучи применимыми к различным сферам. Тот факт, что формальная логика при изучении мышления абстрагируется оттого, что, собственно, в мышлении составляет предмет диалектической логики (развитие и противоречия в мышлении), нисколько не умаляет значения формальной логики, а служит разграничением их предмета.

Математическая логика возникла как ветвь, раздел формальной логики, развивающейся применительно к потребностям математики. Но в настоящее время мы можем наблюдать процесс дальнейшего превращения формальной логики в математическую, последняя из раздела формальной становится ее современной ступенью. Если раньше математические методы применялись в изучении структуры дедуктивных доказательств, то сейчас они постепенно становятся средством логического анализа индуктивных умозаключений, и осталась довольно незначительная область в теории умозаключений, которая еще не формализована математическими методами, но, несомненно, математическая логика проникнет и в эту область.

Математизация формальной логики означает и ее дальнейшую формализацию (формализм становится более совершенным и последовательным), а это в свою очередь все более и более удаляет формальную логику от философии, делая ее все более специальной наукой. В связи с этим меняется отношение формальной логики к философии вообще, марксистской в частности.

Из традиционной, классической логики как метода и теории познания диалектический материализм взял все то, что в ней, как предшествующей ступени развития, было относительно истинным. Положительные результаты философской стороны прежней логики вошли в снятом виде в диалектическую логику, переработаны последней. Поэтому следует различать отношение диалектической логики к традиционной, предшествующей марксистской логике, и отношение ее к современной формальной логике. В первом случае диалектическая и формальная логика относятся как две ступени в развитии учения о мышлении—низшая и высшая; диалектическая логика является отрицанием предшествующей ей логики как метода и теории познания. Во втором случае отношение между диалектической и современной формальной логикой выступает как отношение философии к специальной отрасли научного знания, у них различные предметы, каждая из них изучает полно и глубоко свой предмет, одна дает всеобщий философский метод познания, а другая исследует мышление со специальной стороны.

В отличие от других специальных наук, формальная логика ближе всего стоит к философии как по своему происхождению (она стала выделяться из философии сравнительно недавно), так и по содержанию: законы и формы формальной логики, как законы и формы марксистской философии, носят всеобщий характер в том смысле, что их надо соблюдать всегда и всюду, независимо от того, каково содержание нашего мышления, хотя само по себе следование законам формальной логики еще не гарантирует объективной истинности мышления. Но законы и формы формальной логики, хотя и носят всеобщий характер, не могут служить основой философского метода и теории познания, поскольку эта наука абстрагируется от развития как явлений внешнего мира, так и мышления. Когда метод какой-либо специальной науки (механики, математики, физики, биологии) превращается в философский метод познания, он становится односторонним, метафизическим. То же самое можно сказать и о формальной логике. Метод, выработанный для изучения процесса выведения знания из раннеобразовавшихся суждений, когда аб-

страгируются от развития познания, нельзя превращать во всеобщий метод познания явлений природы, общества и человеческого мышления. Абсолютизация метода формальной логики характерна для многих современных буржуазных философов и ревизионистов, которые считают формальную логику единственной наукой о законах и формах мышления.

Некоторые представители современной формальной логики за рубежом исходят в построении формально-логических теорий из категорий идеалистической философии. Формальная логика, как и многие другие науки, была и остается ареной ожесточенной борьбы материализма и идеализма.

По вопросу о природе форм и законов мышления, их отношении к объективной реальности в буржуазной логике второй половины XIX и первой половины XX столетий господствовал идеализм различного толка. Наиболее общими течениями являются: психологизм, антипсихологизм, основанный на идее «чистой» логики, неопозитивизм и религиозный рационализм неотомизма. Психологическое направление (Д. С. Милль, Спенсер, Липпс, Зигварт, В. Вунд, махисты и др.) ставили содержание законов и форм мышления в зависимость от сознания субъекта, его психики. Логические законы и формы таковы потому, что так устроена психика человека. Х. Зигварт писал: «Наша логика прежде всего не может ничего решать относительно той метафизической значимости, какую мы приписываем нашим представлениям. Она исследует мышление как субъективную функцию, и ничего, следовательно, не может решить относительно значения наглядного образа»¹¹).

Психологизм — это форма субъективного идеализма и откровенного агностицизма в логике. С критикой психологизма выступали Гуссерль, неокантианцы (Коген, Наторп, Кассирер и др.), но это была критика одной формы идеализма со стороны представителей другой. С точки зрения Гуссерля логические формы (например, суждение) не зависят ни от мышления человека, ни от объективной материальной действительности, они определяются особым идеальным содержанием. Он ставит задачу — очистить логические формы от содержания, взятого из объективного мира, дойти до идеальной чистоты знания, осуществляемого в чисто идеальных формах, связях. Идеальная связь «...есть не психологическая и вообще не реальная связь, которой подчинены акты мышления, а объективная или идеальная связь, которая придает им однородное предметное отношение и в силу этой однородности создает и их идеальное значение»¹²). Эта идеальная связь есть результат мысли идеального существа.

Современный позитивизм (логический позитивизм) в истолковании сущности форм и законов мысли стоит на позициях идеалистического номинализма. Логические принципы являются условными соглашениями, связанными с языком. Так, Р. Карнап считал, что философия должна быть заменена логическим анализом понятий и предложений науки, логикой, «которая представляет собой не что иное, как логический синтаксис научного языка». Сформулированный им принцип толерантности, терпимости основан на уподоблении логических форм и законов правилам карточной игры. Логические формы сводятся к языковым, а с последними можно обращаться по своему усмотрению: «формы образования предложения и правила их преобразования (обычно обозначаемые как «основные положения и правила вывода») могут выбираться совершенно свободно». Не все неопозитивисты, да и сам Карнап, не всегда развивают такую откровенно субъективно-идеалистическую позицию в вопросах логики, но в конце концов все современные позитивисты так или иначе

¹¹) Х. Зигварт, Логика, т. I, СПб, 1908, стр. 93.

¹²) Э. Гуссерль, Логические исследования, ч. I, 1909, стр. 200.

разделяют взгляд, что логические формы и законы являются соглашениями, конвенциями, эффективными в решении ряда вопросов.

Неотомистская логика формы и законы мышления связывает с формами и законами бытия, она ищет корни логики в онтологии, но бытие и мышление понимает в духе объективного идеализма средневековой схоластики. Форма мышления не является отражением бытия и его законов. Логика и онтология едины, потому что исходят из одного пункта — существа (бога) и его высших принципов. Мысль человека несовершенна, конечна, в ней реальность открывается лишь частично, неопределенно, она никогда не достигает совершенства божественного мышления:

В решении вопроса о природе логических форм все направления современной буржуазной философии разделяют позиции идеализма и метафизики, перепевая на новый лад реакционные концепции философии прошлого.

В исследовании своего предмета формальная логика должна исходить из научного понимания истины и места формальной правильности в ее достижении, сущности мышления и его форм, диалектико-материалистического решения основного вопроса философии. Своими средствами формальная логика не может решить этих проблем, их решает материалистическая диалектика, категории которой являются исходными для формальной логики.

Поэтому диалектический материализм является философской основой современной формальной логики, как и других специальных наук. Без диалектического материализма формальная логика не может понять правильно сущности своих основ, исходных положений и того места, которое она занимает в системе современного научного познания. Материалистическая диалектика — универсальный метод познания для всех отраслей современной науки, и формальная логика в данном случае не представляет никакого исключения.

Иной предмет, отличный от формальной логики, и другое содержание имеет диалектическая логика, которая с возникновением марксизма завершила процесс своего формирования. Что представляет собой диалектическая логика? Как мы уже отмечали в начале статьи, по этому вопросу существуют различные мнения. Некоторые изображают ее особой формальной системой, построенной на основе законов не формальной логики, а диалектики. Такие попытки делались и раньше. Например, русский логик Н. А. Васильев¹³⁾ поставил вопрос о логике без закона противоречия, т. е. о логике мира, в котором возможны противоречия. Он называл эту логику воображаемой, поскольку якобы в том мире, в котором мы живем, объективно противоречия не существуют. В этом состоит его, несомненно, метафизическое заблуждение. Но нас сейчас интересуют не философские взгляды Н. А. Васильева, а его логическая концепция, и особенно постановка вопроса: какие новые формы логического мышления возникнут, если исходить из признания противоречий в объективном мире.

Прежде всего должно измениться, по мнению Н. А. Васильева, учение о суждении и его формах. Кроме утвердительного суждения *S* есть *P* и отрицательного *S* не есть *P*, в этой логике должно существовать суждение противоречия, *S* есть и не есть *P* сразу, которое «представляет совершенно особый случай по сравнению с утвердительным и отрицательным суждениями; а именно: соединение противоречащих предикатов, а

¹³⁾ См. труды Н. А. Васильева «О частных суждениях. о треугольнике противоположностей, о законе исключенного четвертого», Казань, 1910; «Воображаемая (не аристотелева) логика», журнал Министерства народного просвещения, 1912, август; «Логика и металогика», Логос, 1912—1913 гг., кн. 1 и 2, а также работу П. В. Копнина «О логических воззрениях Н. А. Васильева», Труды Томского гос. университета, т. 112. 1950.

потому должно считаться совершенно особой формой суждения. Суждение противоречия есть суждение, потому что суждение есть высказывание истинного, а если в каком-либо мире противоречие реально, истинно, то высказывание противоречия будет истинным, и, значит, будет суждением¹⁴⁾. Но противоречия существуют не в воображаемом мире, а в нашем реальном, поэтому суждение противоречия присуще не воображаемой логике, а действительной.

Закон исключенного третьего Н. А. Васильев также считает обязательным для всякой логики. Воображаемая логика имеет не две формы суждения (утвердительную и отрицательную), а три (еще и суждение противоречия), а поэтому в этой логике действует закон исключенного не третьего, а четвертого. Больше того, по мнению Н. А. Васильева, можно мыслить логическую систему с n видами качественных различий между суждениями, которая предполагает, что форма $n + 1$ не возможна. Поэтому Васильев формулирует закон исключения $n + 1$ формы, а законы исключенного третьего и четвертого являются только частными случаями этого общего закона.

Подвергается изменению в связи с введением новых форм суждения и учение об умозаключении, поскольку в качестве посылок может выступать суждение противоречия. Например, в первой фигуре появятся модусы, которые им названы Mindalin (все M суть и не суть P сразу. Все S суть M , следовательно, все S суть и не суть P сразу) и Kindirinp (все M суть и не суть P сразу, некоторые S суть M , следовательно, некоторые S суть и не суть P сразу).

Возникает вопрос: означают ли эти изменения в формах суждения и умозаключения возникновение совершенно новой логики, отличной от традиционной логики, ведущей начало от аристотелевской силлогистики? Изменения, конечно, имеются, но они не образуют новой логики, отличной от формальной. Н. А. Васильев исходил из признания существования минимума строго определенных законов логики, общих для самых различных логических систем. К таким законам он относит недопустимость самопротиворечия (закон абсолютного различия истины и лжи)¹⁵⁾ и закон достаточного основания. Эти два закона лежат в основе всякого логического (основа металогики), без них невозможно логическое следование одного из другого, никакая формальная система, ни одно логическое исчисление. Но нет такой логической системы или исчисления, которая была бы построена только на основе этого минимума логического — законов недопустимости противоречия и достаточного основания. Они обязательны для всякой формально-логической системы, но недостаточны ни для одной, поскольку должны быть дополнены еще другими содержательными положениями, которыми одна логическая система отличается от другой. Они могут быть самыми различными по своему характеру, взятыми из разных наук. Если в качестве такого содержательного принципа взять аксиомы равенства, то можно построить систему умозаключений математического равенства и неравенства. Здесь общие принципы всякого умозаключения будут конкретизированы применительно к математическому равенству и неравенству. Можно построить систему умозаключений на основе какого-либо физического принципа или общего биологического закона. Очень важно и необходимо проанализировать возможные системы умозаключений, возникающие в результате дополнения и конкретизации общих принципов всякого умозаключения законами диалектики, когда последние выступают в качестве исходных со-

¹⁴⁾ Н. А. Васильев, *Логика и металогика*, стр. 63.

¹⁵⁾ А. А. Зиновьев в работе «Философские проблемы многозначной логики» (Изд. АН СССР, Москва, 1960) также считает, что «...единство логики базируется на совпадении (в качестве нормы, разумеется) требования непротиворечивости не только внутри отдельных ее теорий, но и в сравнении различных теорий» (стр. 78).

держательных принципов. Работы в этом направлении плодотворны и их надо всячески поощрять, они обогатят логику новым содержанием, новыми системами. Но вопрос состоит в том, каков характер будут иметь эти системы: явятся ли они диалектической логикой, отличной по своей природе от формальной логики, или будут они еще одной новой формальной системой, обогащающей формальную логику, подобно различным системам многозначных логик. Нам представляется правильным второе. Поскольку в этой системе будет соблюдаться определенный минимум всякого формально-логического (закона недопустимости противоречия и достаточного основания) и она будет системой следования из одного другого на основании третьего (а это третье может быть самым различным в разных системах), постольку это будет только какой-то модификацией формально-логической системы. И здесь опыт русского логика Н. А. Васильева очень показателен. Он ввел принцип противоречия в свою логическую систему в качестве содержательного положения. Силлогистика Аристотеля изменила свою форму (была дополнена новыми модусами), но не перестала быть силлогистикой, определенной формальной системой, подчиненной логическому закону недопустимости противоречия, необходимому для всякого умозаключения, любого формально-логического следования¹⁶). Введение содержательного принципа противоречия изменяет содержание и даже логическую форму посылок, но не изменяет характера логической связи между посылками в умозаключении, которая обеспечивает принудительность, необходимость вывода.

Следовательно, диалектическая логика — это не новая формальная система умозаключений, возникающая на базе законов диалектики (такая система возможна, но она будет разновидностью формально-логической), а изучение, исследование другой стороны в мышлении и его формах, это — другой слой логического. Изучение всех форм следования одного знания из другого на основе третьего — предмет формальной логики. Такое следование всегда подчинено законам формальной логики, независимо от того, какими еще конкретными принципами, взятыми из различных наук, они дополняются.

Исторически диалектическая логика возникла как учение о методе достижения мышлением новых результатов. Таковую функцию выполняла трансцендентальная логика Канта, диалектическая логика Гегеля, так понимали предмет и задачи диалектической логики основоположники марксизма-ленинизма. Формальная логика потеряла свое значение философского метода и теории мышления, эту функцию выполняет диалектика, в задачу которой входит, во-первых, обнаружение наиболее общих законов развития объективного мира, и, во-вторых, раскрытие значения их как законов мышления, и в этом последнем случае она выполняет логические функции. Законы и категории диалектики выступают всеобщим орудием движения мышления к истине. Применяя их к изучению мышления и его форм, диалектическая логика показывает нам, каким путем и в каких формах мышление достигает объективно-истинного содержания. Учение об истине и путях ее достижения — главный вопрос диалектической логики: «**Не психология, не феноменология духа, а логика = вопрос об истине**»¹⁷). С точки зрения достижения объективной истины, она подходит и к анализу форм мышления, их диалектики в процессе движения познания. Диалектическая логика устанавливает место в движении мыш-

¹⁶) Необходимо строго различать формально-логический закон недопустимости противоречия и диалектический закон противоречия, исходящий из признания существования объективных противоречий и их отражения в мышлении. Н. А. Васильев, строя логическую систему на основе признания возможности противоречия в мире и их отражения в суждении, считал логический закон недопустимости противоречий основой любой формальной системы следования одного знания из другого на основании третьего.

¹⁷) В. И. Ленин, Соч., т. 38, стр. 165.

ления к истине и той его стороны, которая изучается формальной логикой (следование одного суждения из других), она показывает, что это только один необходимый момент достижения в мысли объективного содержания.

Таким образом, на современном уровне развития научного знания существует две логики: 1) формальная, все более облакающаяся в математическую форму и 2) диалектическая. Они изучают разные стороны в мышлении. Первая исследует формы следования одного суждения из других на основе определенных содержательных принципов, вторая изучает формы и метод движения мышления к истине, способы отражения в мышлении движения, развития явлений объективного мира. Традиционная, или классическая, логика сохраняет свое образовательное значение. Она не является современной научной дисциплиной, но ее изучение необходимо для понимания как современной формальной логики, так и диалектической. Она выступает как бы пропедевтикой к той и другой, поскольку им исторически предшествует. Формальная логика является специальной наукой, выделившейся из философии. Диалектическая логика — момент современного материалистического мировоззрения.

А. И. УВАРОВ

ТЕОРИЯ КАК ФОРМА НАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ

В научном мышлении теория играет исключительно важную роль. Являясь специфически научной формой мысли, она в первую очередь и отличает научное мышление от обычного мышления и от искусства. Такие формы мышления, как понятие, суждение, индукция, дедукция, аналогия и другие, используются как в науке, так и в обыденном, повседневном мышлении. Они применяются также в некоторых видах искусства. По крайней мере без них не могут обойтись такие виды искусства, как кино и художественная литература. Теория же присуща одному научному мышлению.

Однако в философской литературе теория как особая форма мысли по существу не исследована. Это и побудило нас сделать попытку рассмотреть теорию с логической точки зрения. Само собой разумеется, в одной статье нет возможности охватить всю проблему; мы остановимся лишь на некоторых ее аспектах.

Анализируя теорию как форму мышления, мы будем обращаться прежде всего к работе В. И. Ленина «Империализм, как высшая стадия капитализма», в которой изложена сущность марксистской теории империализма. Данное произведение В. И. Ленина служит классическим образцом научного исследования сложного объекта. Оно, как естественно, и другие работы классиков марксизма, позволяет понять природу теории, созданной на основе диалектико-материалистической методологии, установить требования, которые предъявляет диалектическая логика к этой форме мысли. Конечно, это не значит, что в данной статье мы будем оперировать только материалом, взятым из одной книги В. И. Ленина «Империализм, как высшая стадия капитализма». Анализ ее будет положен лишь в основу наших рассуждений. Чтобы полней и глубже осветить вопрос о теории как форме мышления, мы с неизбежностью должны будем обратиться к другим фактам и примерам, в особенности к теориям естественных наук.

Мы отметили, что теория является научной формой мышления. Но такая характеристика ее по существу недостаточна. Теория не просто научная форма мышления, а высшая форма научной мысли и тем самым мысли вообще. С помощью теории люди в конечном счете и познают сущность явлений, вскрывают их закономерности. Мысль в теории поднимается до наиболее глубоких и полных обобщений. Знания, заключенные в ней, носят достоверный характер, они развиты, обоснованы, доказаны. Теория — такая форма мысли, которая содержит в себе объективную истину. Последнее служит главным отличительным признаком теории как формы мышления, с точки зрения содержания, от всех остальных форм мысли. Против этого утверждения можно возразить в том отношении, что объективную истину могут содержать и содержат другие формы мышления, а не одна теория, в противном случае они не

выступали бы орудиями познания действительности. Такое возражение справедливо. В самом деле, и понятие, и суждение, и умозаключение, и гипотеза, и другие формы мысли, если их содержание соответствует реальности, отображают объективную истину. Однако истинность или ложность этих форм мысли в научном мышлении тесно связана с истинностью или ложностью теории, во многом определяется ею. Достоверность тех или иных высказываний обуславливается достоверностью той теории или тех теорий, которые лежат в их основе.

В. И. Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме» в качестве примера объективной истины привел суждение: «Земля существовала до человека». Это утверждение истинно. Но истинно оно потому, что является выводом из всей совокупности доказанных знаний об истории нашей планеты.

По нашему мнению, вопрос об истинности или ложности научных форм мышления нельзя решать в отдельности для каждой из них. В данной проблеме правильно разобратся можно лишь, беря все формы мысли в диалектической взаимосвязи, в особенности в связи с теорией, ибо в науке не всегда бывает возможно непосредственно соотнести знание с объектом, который оно отображает и это приходится осуществлять косвенным сложным путем с использованием многих форм мысли, в первую очередь, теории. Подчас бывает трудно установить истинность даже самих теорий, содержащих положения вполне обоснованные и доказанные.

Рассмотрим такой пример. Допустим, что нам необходимо установить, какая теория будет истинной: теория Эвклида или теория Лобачевского? Допустим далее, что в качестве объекта, на котором мы будем проверять истинность указанных теорий, дан круг. Интерпретируя на круге геометрию Эвклида и геометрию Лобачевского, мы устанавливаем, что в данном случае они обе истинны, т. е. на данной плоскости выполняются аксиомы и той, и другой геометрии. Следовательно, путем непосредственного соотнесения интересующих нас теорий с объектом не удастся ответить на поставленный вопрос. Лишь проведя дополнительный анализ геометрии Эвклида и геометрии Лобачевского, сравнив их, мы найдем, что вторая геометрия глубже отображает реальное пространство и что геометрия Эвклида является всего лишь частным случаем геометрии Лобачевского.

Характерным признаком теории как формы мышления является ее широкая возможность раскрывать внутренние противоречия предметов, без чего нельзя по сути дела проникнуть в сущность вещей. Из всех форм мысли теория наиболее точно и глубоко отображает и передает реальные противоречия. В ней одновременно излагаются и общие признаки предметов, и их индивидуальные свойства, т. е. в теории, в единой форме мышления отображаются и закономерные процессы, и единичные факты. Более того, как мы увидим ниже, единство общих и конкретных знаний служит неперемнным условием теории, как формы мысли. Если оно нарушается, то распадается и теория, так как общие положения, не подкрепленные фактическим материалом, теряют свою достоверность, доказанность.

То же самое следует сказать и о развитии предметов. Теория отражает эволюцию вещей лучше других научных форм мысли. Она способна передать все тонкости, все перипетии поступательного движения, схватить процесс в целом, во всех фазах его развития.

Уже названные признаки теории как формы мышления показывают, что она по своей природе тяготеет к диалектическому способу мышления и нуждается в нем. Не случайно же учение марксизма-ленинизма, в том числе его философская часть, с классической определенностью воплотили в себе характерные черты теории вообще.

Диалектический и исторический материализм, будучи высшим достижением мировой философской мысли, являясь обобщением данных конкретных наук и революционного опыта рабочего класса, содержит в себе глубокую объективную истину, раскрывающую основы мироздания и человеческого общества путем формулирования наиболее общих законов природы, общества и мышления. При этом, как известно, марксистская философия особое внимание уделяет борьбе противоположностей — объективному источнику реального движения — и прогрессивному развитию.

Особо необходимо остановиться на такой черте теории, как систематичность знаний, заключенных в ней. Теория отображает объект многогранно, она рисует целостную картину предмета или той части его, которая исследуется. Теория — систематизированное, упорядоченное знание. Достигается последнее с помощью системы, означающей внутреннюю завершенность знаний о том или ином явлении. Система требует такого изложения положений, когда каждое из них обосновывает другие, развивает их, вытекает из них, естественно, не противореча действительности, фактам. Обязательным условием системы служит выделение главного принципа, на базе которого и происходит упорядочение, координация знаний. Исходным принципом обычно выступает основная закономерность изучаемого предмета, его главная специфика. Поэтому в теории (как правило, в ней содержится несколько законов) устанавливается определенная субординация их, с подчеркиванием главных законов и законов, подчиненных основным законам.

Система, следовательно, предполагает познание внутренней взаимосвязи между сторонами исследуемого объекта, без чего невозможно установление никакой субординации в знаниях о нем. В этом ярко проявляется у теории тенденция к синтезу, но реализуется она не во всех теориях, а лишь в наиболее глубоких и полных.

В. И. Ленин в произведении «Империализм, как высшая стадия капитализма» дал сводную итоговую картину буржуазной экономики во всем мире в начале XX века. Обобщив огромный фактический материал, он установил пять основных признаков империализма. Теоретик марксизма указывает, что империализм характеризуется: 1) высокой степенью концентрации производства и капитала, создавшей монополию, которая играет решающую роль в хозяйственной жизни общества; 2) слиянием банкового капитала с промышленным и возникновением на базе этого «финансового капитала»; 3) вывозом капитала в отсталые страны; 4) образованием международных монополистических союзов капиталистов; 5) законченностью территориального раздела земли крупнейшими капиталистическими державами.

Но В. И. Ленин не ограничился выявлением специфических сторон империализма и перечислением их. Он показал внутреннее единство между ними, их взаимообусловленность. Как подчеркнул сам В. И. Ленин, анализ связи между различными экономическими явлениями последней стадии капитализма составил одну из центральных задач книги. Определяя цели своего исследования, В. И. Ленин писал: «... мы попытаемся кратко изложить, в возможно более популярной форме, связь и взаимоотношение основных экономических особенностей империализма»¹⁾. В работе «Империализм, как высшая стадия капитализма» в первую очередь выделена главная особенность империализма — господство монополий, пришедшее на смену свободной конкуренции и определившее природу империализма. В. И. Ленин показал, что монополия, порожденная развитием капитализма, не устраняет его противоречия, а, напротив, углубляет их, усиливая анархию производства. Раскрывая роль моно-

¹⁾ В. И. Ленин, Соч., изд. 4, т. 22, стр. 184.

полный, великий продолжатель дела Маркса и Энгельса обнажил истоки появления и развития монополий, которые лежали в концентрации производства, в необычайном росте этой концентрации, показал тесную связь монополий с банками, участие их в грабеже колоний, организацию ими жестоких войн с целью расширения сфер своего влияния и приобретения колоний. Таким образом, все положения ленинского труда направлены на обоснование, развитие, конкретизацию главного утверждения книги — империализм есть монополистическая стадия капитализма. Этот тезис пронизывает все остальные мысли и рассуждения работы «Империализм, как высшая стадия капитализма», в результате чего у читателя и складывается единое целостное и одновременно многогранное представление об экономике эпохи империализма, выраженное в форме стройной системы научных взглядов, т. е. в форме теории.

В отличие от других форм мышления теория обладает своим методом изучения вещей. (Исключение из других форм мысли представляет гипотеза, которая также может иметь особый метод исследования. Но она имеет его в силу своего родства с теорией). Под последним мы понимаем в данном случае не философский метод, а методы конкретных наук, с помощью которых и создаются теории. Философский метод познания, естественно, присутствует в каждой теории, явно или неявно. Но помимо него теории, в первую очередь фундаментальные теории, тесно связаны с частными методами исследования, являющимися конкретизацией или дополнением философских методов мышления. Как правило, новая теория возникает тогда, когда вырабатывается новый метод исследования объекта, позволяющий глубже проникнуть в сущность изучаемого предмета, открыть в нем новые закономерности, обнаружить иные свойства. Этот метод может быть или принципиально новым, или видоизмененным прежним методом, или в виде объединения старых методов мышления.

В современной науке широко наблюдается как бы слияние нескольких методов в один путем применения их к одному и тому же объекту и построения на этой основе новой теории, характеризующейся большой содержательностью и высокой степенью обобщения.

В настоящее время в математике интенсивно развивается функциональный анализ, важный раздел современной математики, возникший в XX в. Он появился под влиянием двух причин: с одной стороны, была необходимость осмысливания с единой точки зрения материала, накопленного к этому времени в различных, нередко мало связанных между собой разделах математики; с другой стороны, на его возникновение и последующее развитие оказала и оказывает решающее воздействие квантовая механика и вообще современная физика. Функциональный анализ является по существу основным математическим аппаратом в квантовой механике. Функциональный анализ, как теория, отличается большой абстрактностью своих понятий. Достаточно указать на то, что в нем имеется такое, например, понятие, как «пространство функции» или понятие «нормы функции», аналогичное понятию «метрика». Глубокие математические обобщения, лежащие в основе функционального анализа, оказалось возможным создать в результате комплексного применения методов, выработанных многими математическими науками. В функциональном анализе применяется геометрический метод, алгебраический, аналитический, методы топологии, теории функций действительного переменного и т. п.

В мире есть такие сложные объекты, изучение которых вообще возможно лишь с участием целого ряда методов исследования. Самым сложным явлением действительности выступает общественная жизнь. Это требует от гуманитарных и общественных наук многопланового

изучения ее, различных подходов, путей, ведущих к открытию истины, т. е. требует использования при исследовании общества разнообразных методов. Так, историк, прослеживая эволюцию общественной жизни, не может ограничиться одними теоретическими рассуждениями, он обращается к материальным и культурным памятникам, к письменным источникам, к архивным данным, к воспоминаниям современников и т. д.

Наличие у теории своего метода или целой группы их с особой наглядностью указывает на тесную связь теории как формы мышления с философией и, прежде всего, с философским методом познания. Но вопрос о влиянии философии на теорию в марксистской литературе освещен, поэтому мы не будем на нем останавливаться.

Богатое содержание теории как формы мысли объясняется ее специфическим строением, особой структурой. Теория — интегральная форма мышления. Она стягивает в одно целое все формы как основные, так и неосновные, включает в себя и понятие, и суждение, и умозаключение, и гипотезу, поскольку законы, входящие в содержание той или иной теории, не выступают в виде чистой абсолютной истины, а несут в себе момент огрубления действительности, кусочки фантазии, предположения и т. д. Теория, не являясь первоначальной формой мышления, такой, например, как понятие или суждение, не может существовать без других форм мысли. Она основывается на них, разветвляется через них свое содержание. Таким образом, имеется органическая связь между теорией и остальными формами мышления. Теория опирается на другие формы мысли, а они, в свою очередь, как мы отмечали выше, удостоверяют истинность своего содержания через теорию.

Интегральность теории простирается до того, что она охватывает формы не только мышления, но и чувственного познания. Последнее играет важную роль в теории. В одних случаях чувственное познание (наблюдение, факты) служит исходным материалом для теоретических обобщений, в других оно выступает в качестве доказательства теоретических утверждений, в третьих случаях виды чувственного познания усиливают синтетический характер теории, как бы помогая формам абстрактного мышления создавать, рисовать целостную картину исследуемого предмета. Доказательством третьего положения является тот факт, в частности, что в математических науках широко используется геометрический метод (он, конечно, применяется не в одном только функциональном анализе, о чем мы писали выше), и сфера применения его увеличивается. Геометрическому же методу свойственна наглядность, которая позволяет исследователю схватить одним взглядом целый комплекс математических выкладок, рассуждений, отражающих сложную сеть математических закономерностей, увидеть внутреннюю связь между ними.

Следует учитывать, что чувственное познание включается в теорию, само собой разумеется, в трансформированном виде, будучи спаянным с абстрактным, рациональным познанием.

В каждой теории можно выделить две стороны, которые, несмотря на их внутреннюю взаимосвязь, обладают определенной самостоятельностью. Эти две стороны или части и составляют теорию как особую форму мышления. Любая теория состоит из положения или нескольких положений и доказательства положения или нескольких положений, входящих в теорию. Наиболее важной частью теории являются положения, которые содержат самые глубокие знания о предмете, отражающие главное в исследуемых закономерностях его и потому выражающие сущность теории. Сосредоточивая в себе вместе с тем наиболее общие утверждения, имеющиеся в той или иной теории, положения выступают как самая устойчивая часть теории. Доказательство подвержено изменению в большей мере, чем положения. Доказательство может изменяться

в принципе, а сущность теории, главные положения ее могут остаться в основном прежними. Одна и та же теория может иметь даже несколько доказательств.

Преимственность в науке осуществляется в первую очередь путем сохранения основных положений теории и отбрасывания их доказательств. То же самое необходимо сказать и о так называемом уплотнении знаний, о чем сейчас начинают настойчиво писать в философской литературе. Уплотнение знаний опять же происходит прежде всего на уровне теории, когда суть теории оставляют, а доказательства выдвинутых в ней утверждений передают забвению, заменяя его более общим доказательством, охватывающим и другие утверждения, т. е. таким, которое входит составной частью в более общую теорию. Но эти вопросы выходят за рамки задач настоящей статьи, поэтому мы их обсуждать не будем.

К основным положениям ленинской теории империализма относятся пять главных признаков империализма, которые были перечислены выше, а также такие кардинальные утверждения, как резкое обострение противоречий буржуазного общества при империализме, неравномерность развития отдельных стран, тенденция к загниванию и застою в обществе, неизбежность пролетарской революции, которая уничтожает старые производственные отношения и создает новые, социалистические. Книга В. И. Ленина «Империализм, как высшая стадия капитализма» в первую очередь и посвящена раскрытию и обоснованию данных тезисов.

Однако все сказанное о положении вовсе не означает, что доказательство не имеет большого значения для теории. Роль его в теории также очень важна. Оно показывает истинность положений, заключенных в теории, развивая и подтверждая их.

Смысл доказательства, естественно, заложен в том, чтобы установить истинность выставленных тезисов. В формальной логике считается, что для этого достаточно установить связь с прежними знаниями, уже проверенными. Несомненно, процесс доказательства включает в себя момент соотнесения выдвигаемого утверждения с научными положениями, истинность которых известна. При этом важно подчеркнуть, что в ходе доказательства устанавливается связь тезиса не только с принципами той или иной конкретной науки, но и со всем человеческим знанием через методологию и логический строй мышления. Данное обстоятельство формальная логика не учитывает. Но, с нашей точки зрения, установление связи доказываемого положения с прежними знаниями больше обосновывает правоту постановки такого тезиса и возможность его истинности, чем самой истинности. Если бы доказательство сводилось лишь к выявлению связи между новыми и старыми знаниями, то оно в познании в значительной степени играло бы регрессивную роль, постоянно тянуло бы мысль назад. Принципиально новые утверждения по существу нельзя было бы доказать, в особенности это касается философских принципов, ибо новые знания в силу своей природы имеют не только общее со старыми знаниями, но и отличное от них.

Мы полагаем, что доказательство вообще, тем более в теории, является исследованием. И это главное в доказательстве. Мы не собираемся отождествлять всякое доказательство с исследованием, точно так же, как любое исследование с доказательством. Выдвижение какого-нибудь положения будет, безусловно, исследованием, научным творчеством, хотя это еще не будет доказательством. Доказательство — особый вид исследования. Оно характеризуется большой целеустремленностью и конкретностью. Показать истинность положения по существу можно лишь путем обстоятельного изучения действия тех законов, которые отражены в этом положении или глубокого изучения тех сторон предмета, которые опре-

делены в нем. Требуя обоснования тезиса, доказательство требует раскрытия его, а тем самым конкретного исследования объекта. Следовательно, суть доказательства направлена не на возвращение мысли к старым знаниям, а на развитие их, на продвижение вперед. В процессе доказательства тезис углубляется, расширяется, дополняется новыми суждениями и понятиями, изменяется вплоть до полного отбрасывания его, если он окажется ошибочным. С необходимостью связывая положения с самим предметом исследования, с фактом, с практикой и с прежними истинами, накопленными человечеством, доказательство и придает теории объективный характер, делает знания, заключенные в ней, достоверными, т. е. абсолютно истинными, в рамках достижения абсолютной истины на определенной исторической ступени развития познания.

Все это указывает также на то, что грань между положением и доказательством в теории является относительной, условной.

Можно было бы много приводить доводов в защиту такого понимания доказательства. Сошлемся лишь на два примера.

Маркс и Энгельс в 40-х годах прошлого столетия изложили основы своего учения. По словам В. И. Ленина, тогда марксизм еще не был теорией, он был гипотезой. Для доказательства истинности своих воззрений классики марксизма не могли сослаться на предшествующие теории, так как марксизм качественно отличался от них, хотя он и впитал в себя рациональную сущность прежних знаний. Подлинно обосновать марксизм можно было, лишь развив его, раскрыв главные положения. Маркс и Энгельс именно так и поступили. Они изучили буржуазное общество, обобщили опыт пролетарского движения, естественнонаучные данные того времени и на основе конкретных исследований создали стройную теорию и одновременно доказали истинность исходных положений научной пролетарской идеологии.

Еще показательней в этом отношении ленинское учение об империализме. Если Маркс и Энгельс шли от ненаучного идеалистического понимания общественной жизни и не могли поэтому сослаться на него в положительном плане, то В. И. Ленин, разрабатывая теорию империализма, всецело стоял на позициях марксизма. Однако он также не мог в подтверждение своей точки зрения привести соответствующие высказывания основоположников марксизма и на этом ограничиться. В. И. Ленин должен был проделать большую исследовательскую работу, изучить огромное количество фактического материала, чтобы разобраться в сущности последней стадии капитализма, в его законах и обосновать свои взгляды. Без конкретного анализа эпохи В. И. Ленин не дал бы цельного научного представления об империализме.

В качестве иллюстрации рассмотрим одну из глав работы «Империализм, как высшая стадия капитализма», названной В. И. Лениным «Вывоз капитала». В начале главы В. И. Ленин указывает, что при доминирующем капитализме преобладал вывоз товаров, при монополистическом капитализме типичным становится вывоз капитала. Сформулировав тезис, он доказывает его. Сперва В. И. Ленин ссылается на общеизвестную мысль в марксизме, что капитализм представляет собой товарное производство на высшей стадии своего развития и что характерным для него является рост обмена как внутри страны, так и между странами. Этой ссылкой теоретик марксизма связал новое знание с прежними истинами и показал правомочность выдвигания данного тезиса. Затем В. И. Ленин отмечает неравномерность развития, свойственную вообще капитализму, но которая особенно возрастает в эпоху империализма. Он показал, что монополия создала условия для скопления капиталов в немногих странах. Этим утверждением автор книги «Империализм, как высшая стадия капитализма» устанавливает взаимосвязь между доказываемым тезисом и рассуждениями в предыдущих

главах книги. Характеристика монополии была бы неполной и главное положение работы, что при империализме господствует именно монополия, было бы недостаточно обосновано, если бы не был рассмотрен вопрос о вывозе капитала. Существует, следовательно, органическое единство между тезисом и предшествующим анализом предмета, так как, с одной стороны, сам тезис ищет подтверждения в установленных положениях, с другой стороны, предшествующий анализ, будучи незавершенным, сам нуждается в дальнейшем обосновании и развитии. Доказательство нового тезиса одновременно является доказательством в той или иной мере истинности знаний, связанных с ним. Обратная взаимосвязь между старым и новым знанием, направленная на взаимное обоснование, имеется не только внутри одной теории, но и между теориями.

Следующий этап ленинских рассуждений по данному вопросу содержит уже собственно исследование объекта и доказательство выдвинутого тезиса по существу. В. И. Ленин устанавливает, что избыток капитала в развитых странах создается за счет отсталости сельского хозяйства в них и нищенского жизненного уровня народа, что капитал вывозится за границу в погоне за высокой прибылью. Он анализирует вывоз капитала по годам, начиная с 1862 и кончая 1915, распределение капитала по частям света, показывает условия помещения капитала и т. д. Все это подтверждается цифрами и фактами. Заканчивая главу, В. И. Ленин пишет: «Страны, вывозящие капитал, поделили мир между собою, в переносном смысле слова. Но финансовый капитал привел и к прямому разделу мира»¹⁾.

Как видим, главное в ленинском обосновании доказываемого положения — объективный анализ самого предмета, его непосредственное исследование. Более того, из заключительных слов главы следует, что для полного доказательства его недостаточно изучения одной лишь стороны явления, нужно исследовать и другие его стороны. Это означает, что в диалектической логике не существует абсолютного, замкнутого в самом себе доказательства. Каждое определенное доказательство выступает как звено более общего доказательства, как этап его. Отсюда, каждое отдельное доказательство несет в себе предпосылку необходимости продвижения мысли дальше, в глубь предмета.

В главах, следующих непосредственно за данной главой, В. И. Ленин дал анализ раздела мира между монополиями и между империалистическими державами.

Теория имеет сложную структуру, которая не исчерпывается выделением в теории положения и доказательства. Вычленение их позволяет установить лишь основные компоненты строения теории. Помимо положения и доказательства в теории как форме мышления необходимо выделить еще другие стороны, без характеристики которых структура ее не будет достаточно ясной.

В отличие от понятия, суждения и ряда других форм мысли теория не монолитна по своему составу. Ее строение похоже на мозаику. Каждая теория состоит из нескольких, нередко многих элементов, относительно самостоятельных и внутренне завершенных. Каждый элемент включает в себя свое положение, свой тезис и доказательство его. Такая структура теории вызывается двумя причинами: объективной и субъективной. Объективная причина связана с тем, что реальный мир сложен, многогранен и, отражая какую-то более или менее значительную часть его, мысль с необходимостью становится многогранной. Субъективная причина заложена в том, что положения большинства теорий содержат серьезные и глубокие мысли, которые для своего обоснования требуют

¹⁾ В. И. Ленин, Соч., изд. 4, т. 22, стр. 233.

целой цепи рассуждений. Они не могут быть доказаны сразу и доказываются по частям. Цементирующим, объединяющим началом всех элементов теории служат, с одной стороны, исходные утверждения самой теории, с другой,— принципы конкретных наук и философии.

В качестве примера можно взять математические теории. Все они состоят из целого ряда теорем, со своими тезисами и доказательствами.

Но такое положение наблюдается не в одной математике, а во всех науках. Теории остальных наук также состоят из относительно самостоятельных компонентов. Компоненты или элементы, на базе которых строятся теории, мы называем взглядами. Взятые порознь, взгляды еще не составляют теории. Теорией они становятся лишь сведенные в единую систему. Сами по себе взгляды, даже правильные и аргументированные, выступают как вспомогательная форма теории, как ее «строительный материал». Попутно следует заметить, что не одна теория, но и другие сложные формы мысли имеют родственные, как бы сопровождающие их формы мысли. С этой точки зрения основные формы мысли являются заключительным этапом в развитии неосновных, вспомогательных форм, которые в разной степени приближаются к ним, как своему идеалу и как всеобщее условие существования целой семьи родственных между собой не развившихся в полную меру форм после возникновения их основной формы. Теория не только состоит из взглядов, но и вызывает появление новых взглядов, которые, стремясь к объективной истине, стремятся вместе с тем вылиться в новую теорию.

В литературе принято подразделять теории по их предмету или методологии, лежащей в их основе. Различают теории биологические, математические, физические, химические, лингвистические и т. п., а также — диалектические и метафизические, идеалистические и материалистические. Существуют другие критерии разграничения теорий, например, по времени их возникновения. В связи с этим отделяют теории современные от прошлых. Подобная классификация справедлива и имеет определенное познавательное значение. Но нас в данной статье, где речь идет прежде всего о логической природе теории, будут интересовать иные классификации теорий, а именно те, которые способствуют наиболее глубокому уяснению указанной природы ее.

Все теории можно разделить в зависимости от логических способов исследования объектов и дающих разную возможность проникнуть в объективную истину, а именно, на сравнительные, аналитические и синтетические.

В основе сравнительных теорий лежит сравнительный метод исследования. Последнее не означает того, что они создаются с помощью лишь одного сравнения. В них участвуют также анализ и синтез. Но сравнение выступает в качестве главного логического способа исследования, и анализ и синтез применяются в этом случае лишь в рамках, необходимых для сравнения. Соответственно в аналитических и синтетических теориях анализ либо синтез занимают как бы господствующее положение, превалируют над остальными логическими приемами. Несмотря на широкое распространение в познании, сравнение в принципе менее эффективный, хотя и совершенно необходимый способ исследования, чем анализ и синтез. Поэтому сравнительные теории, хотя и вскрывают определенные закономерности в предметах, не обнажают вместе с тем определяющих, наиболее глубоких законов. Они тяготеют к описанию явлений. Сравнительная теория — первая ступень в овладении человеческой мыслью объективной истины.

В качестве примера сравнительной теории можно указать на сравнительно-историческое языкознание. Это лингвистическое направление возникло в начале прошлого века. Языковеды, придерживающиеся данного направления, занимаются изучением семей и групп родственных

языков, т. е. устанавливают языковое родство. Особое внимание уделяется реконструкции древнейших общих элементов родственных языков, включая восстановление праязыка той или иной семьи или группы родственных языков. Основой данного направления в языкознании служит сравнительно-исторический метод, который предполагает сопоставление звуков, морфем в родственных языках, установление необходимых соответствий между ними, указание на хотя бы приблизительное хронологическое соотношение между сравниваемыми лингвистическими фактами и, наконец, реконструкцию исконной формы. Теория сравнительно-исторического языкознания дала возможность познать многие стороны конкретных языков, однако она и метод ее не могут раскрыть всех законов, которым они подчиняются, в особенности, наиболее существенных из них, в частности, движущих сил развития языков.

Аналитические теории в отличие от сравнительных способны вскрывать и вскрывают любые закономерности явлений, в том числе самые глубокие, определяющие природу изучаемых предметов, ибо анализ направлен как раз на выделение общих признаков у предметов. Специфической чертой аналитических теорий является то, что они охватывают только часть исследуемого предмета, вычлняя в нем одну или несколько сторон, тогда как сравнительные теории имеют более широкие рамки и вследствие этого менее определенны и более аморфны. К аналитическим теориям относится большинство теорий, составляющих современную науку.

Но наиболее содержательными теориями являются синтетические теории. Этот вид теорий направлен на всестороннее познание объекта. Синтетические теории многогранны, в них наиболее полно воплощается синтетическое начало, свойственное вообще теориям, о чем мы писали выше. Они обычно выступают в качестве завершающего этапа в изучении определенного явления, подытоживая предыдущие знания о нем и исследования его. Чтобы познать предмет во всей его полноте и тем самым предельно глубоко раскрыть объективную истину о нем, необходимо рассмотреть сущность предмета, а также проявление этой сущности с единой точки зрения, без чего нельзя уловить взаимосвязи между закономерностями, составляющими основу предмета, отразить единство различных сторон его. Этим объясняется наличие, как правило, фундаментальных, основополагающих принципов в синтетических теориях. Наряду с другими важными признаками наличие существенных исходных принципов, в том числе аксиом, служит отличительным признаком синтетических теорий.

Ленинская теория империализма по своему характеру синтетическая теория, так как в ней гениальный продолжатель учения Маркса осветил не только экономику империализма, но и политику, положение науки, культуры, т. е. дал всесторонний целостный анализ общественной жизни в эпоху империализма.

К синтетическим теориям принадлежит физическая теория Ньютона, обобщившая в стройную логическую систему результаты физических исследований в XVII и в предыдущие века и явившаяся в свою очередь основой для дальнейшего развития естествознания, науки в целом.

В современной науке, характеризующейся глубоким проникновением в законы природы, познанием диалектической сущности их, удельный вес синтетических теорий все время возрастает. Это наглядно видно на примере смежных наук, количество которых все больше увеличивается. Данный процесс в познании наблюдается не только на стыках разных наук, но и внутри каждой науки, в том числе старых сложившихся наук. Развивающаяся в настоящее время геометрия Римана, которая является более общей геометрией, чем геометрия Эвклида и геометрия Лобачевского, возникла на основе синтеза трех геометрических идей:

идеи возможности геометрии, отличной от Эвклидовой, понятия о внутренней геометрии поверхностей и понятия о пространстве любого числа измерений.

Все теории можно подразделить также по другому признаку — по характеру их структуры. Данный признак опять же касается не только формальной стороны, т. е. строения теории, но и содержания ее. С этой точки зрения теории бывают простыми, сложными, фундаментальными и законченными.

Под простыми теориями мы понимаем такие, которые охватывают сравнительно небольшой объект исследования. В силу этого они описывают не одни общие стороны у вещей, но и их конкретные признаки, включая индивидуальные свойства. Простые теории — это последняя ступень в подразделении теорий. Дальнейшее расчленение теорий невозможно, дальнейшее деление выводит уже за рамки теории как особой формы мысли и мы попадаем в область других форм мышления.

Сложными теориями мы называем такие теории, которые состоят из нескольких простых. Они способны охватить более широкий объект исследования.

К фундаментальным теориям относятся теории, содержащие основополагающие принципы в объяснении того или иного существенного явления. Это наиболее важные и глубокие теории. Они тесно связаны с философией, потому что сами фундаментальные теории в определенной мере выполняют методологические функции в сфере объекта, который они отражают.

Предельным случаем фундаментальной теории является законченная теория, которая одновременно выступает и как наиболее желательная, можно сказать, идеальная форма теории, к созданию которой стремятся в конечном счете в любой науке. Законченная теория — это развернутая фундаментальная теория, включающая и сложные, и простые теории. Она содержит и общее, и конкретное знание. При этом общие и конкретные знания в законченной теории не механически соединены между собой, а слиты вместе, естественно синтезированы, так как все теории, входящие в законченную теорию, объединены исходными принципами, заложенными в фундаментальной теории.

Наличие в науке законченных теорий объясняется существованием специфического закона в познании, названного нами законом внутренней развития теории. Сущность этого закона заключается в том, что между всеми видами теории, прежде всего, между простыми и фундаментальными, так как сложные теории занимают между ними как бы срединное, переходное положение, имеется органическое единство, они взаимообуславливают друг друга, нуждаются друг в друге и дополняют друг друга. Если сначала создается простая теория, то она стремится перерасти в фундаментальную, поскольку наиболее глубокая объективная истина содержится в ней. Простая теория как бы ищет своего подтверждения в фундаментальной теории. Если же вначале возникает фундаментальная теория, то она также вскоре обрастает простыми и сложными теориями, которые углубляют, конкретизируют и тем самым подтверждают истинность фундаментальной теории. Закон внутреннего развития теории, следовательно, регулирует внутреннее движение теории, является гносеологическим источником ее развития и науки в целом. Он очерчивает качественные границы теории как формы мышления и придает ей самостоятельный характер. Именно то, что у теории есть свой специфический закон, действующий в рамках ее сферы, внутри самой теории, как раз и показывает, что теория — это особая научная форма мышления, высшая форма мысли. Конечно, другие формы мышления тоже имеют свои внутренние законы, что и делает их самостоятельными формами мысли, в том числе законы, подобные данному, но в теории ее

внутренний закон получил особую силу и особое развитие.

Марксистская философия — яркий пример завершенной теории. Диалектический и исторический материализм содержит такие основополагающие принципы, как признание первичности материи и вторичности сознания, познаваемости мира, признание диалектических законов развития, действующих в природе, обществе и мышлении. Эти и ряд других кардинальных принципов составляют основу, ядро марксистской философии, т. е. ее фундаментальную теорию. Помимо основополагающих идей марксистская философия имеет более конкретные учения, например, учение о материи, гносеологии, учение о категориях, учение о классах и т. д. Эти разделы марксистской философии выступают в качестве сложных теорий, подразделяющихся в свою очередь на более простые. Так, гносеология включает учение об истине, о критерии ее, об источниках знания, учение о категориях включает понятие о конкретных категориях материалистической диалектики и т. д. Общие и конкретные положения марксистской философии основываются друг на друге и дополняют друг друга, образуя целостное мировоззрение, научный инструмент познания мира.

Все вышеизложенное о теории, по нашему мнению, дает основание поставить вопрос о существовании логического закона, который является одним из кардинальных законов диалектической логики. Условно мы его назвали законом теории, хотя название не совсем удачно, так как этот закон по названию можно спутать с только что разобранном законом развития теории. Эти законы отличаются друг от друга, хотя и внутренне связаны между собой. Закон развития теории — частный случай более общего закона теории, проявление действия его уже внутри самой теории как особой формы научного мышления.

Смысл закона теории простой: всякое научное утверждение должно быть доведено до уровня теории, развернуто или в целую теорию или в один из моментов ее. Только в этом случае оно становится действительно обоснованным, действительно доказанным, становится объективной истиной. Следовательно, научная мысль, тем более существенная мысль, должна быть доведена до высшей формы мышления, в которой она может полностью развернуть свое содержание.

Закон теории в диалектической логике выполняет примерно ту же функцию, что и закон достаточного основания в логике формальной. Но это опять не одно и то же. Закон теории по сравнению с законом достаточного основания более глубокий, более общий и вместе с тем более конкретный закон мышления. Он охватывает мышление в динамике, в определенной степени выражает эту динамику и толкает мысль к постоянному развитию, тогда как закон достаточного основания абстрактен и статичен. Он требует обоснования выдвинутого тезиса, но не раскрывает степени этого обоснования, форм и определенных пределов его. Поэтому данный закон больше пригоден в обыденном мышлении, чем в научном. Мы, конечно, не отрицаем определенной значимости закона достаточного основания в науке. С нашей точки зрения, закон достаточного основания является частным случаем закона теории. Он пригоден тогда, когда высказываемая мысль не требует больших исследований для своего доказательства, ее можно обосновать уже имеющимися знаниями или просто по тем или иным причинам не возникает необходимость в ее глубоком и подробном обосновании. При желании, естественно, его можно считать и самостоятельным законом мышления. Дело не в этом, а в том, чтобы правильно определить сферу действия его и недостаточность данного закона формальной логики для современной науки, изучающей глубинные процессы явлений мира и потому требующей не просто доказывать и обосновывать те или иные положения, а доводить их до уровня теории — высшей формы научного мышления.

А. Н. КНИГИН

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА КАК МЕТОД ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМАЛЬНЫХ МОМЕНТОВ МЫШЛЕНИЯ

Современная математическая логика как наука возникла в середине XIX века; основными работами, положившими ей начало, были две книги английского математика Джорджа Буля — *The mathematical analysis of logic. Being an essay towards a calculus of deductive reasoning* (Математический анализ логики. Попытка исчисления дедуктивного рассуждения) и *An Investigation of the laws of thought, on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities* (Исследование законов мысли, на котором основаны математические теории логики и вероятностей¹⁾). Первая опубликована впервые в 1847 году, вторая — гораздо более известная и фактически более значительная — в 1854 году.

Ряд идей математической логики, правда, возник еще в средневековой схоластической логике и даже в древней логике стоиков. В зарубежной литературе этот вопрос довольно широко обсуждается. В последнее время стали появляться работы, посвященные его исследованию и у нас (см. работу Н. И. Стяжкина в сборнике «Логические исследования», М., 1959 г.). Известен также вклад в математическую логику знаменитого немецкого математика и философа Г. Г. Лейбница. Однако начало систематического развития математической логики как специальной научной дисциплины обычно связывают с именем Д. Буля и относят именно к середине XIX века. Мы далее покажем, что это обстоятельство (возникновение математической логики в указанное время) не является случайным, но имеет глубокие внутренние основания в самом процессе развития логики как науки.

В силу исторических особенностей формирования математической логики, в литературе существуют весьма разноречивые мнения относительно ее природы, предмета, назначения и места в системе наук.

Одним из наиболее часто встречающихся является мнение, что математическая логика (символическая логика) является высшим этапом развития логики, причем таким, который основан на новых достижениях науки, так что логика строится применительно к ним, а старая логика является уже пройденным этапом, который не имеет актуального значения в настоящее время. С этой точки зрения все результаты двухтысячелетнего развития логики — это лишь часть более величественного здания, именуемого математической логикой. Например, А. Тарский утверждает, что «... старая логика образует только фрагмент новой», который к тому же «совершенно лишен значительности (А. Тарский, Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., 1948, стр. 42). Аналогичное мнение высказывает французский логик Р. Бланше:

¹⁾ Эта работа широко известна в литературе под сокращенным названием *Laws of thought* (Законы мысли), которым мы также будем пользоваться.

«Единственная ошибка Аристотеля... в том, что он верил во всеобщее значение ограниченной теории» (Blanché R., *Vues nouvelles sur l'ancienne logique. Les études philosophique, Logique, N. S., 11 an, № 2, 1956, p. 184*).

А. Чёрч в «Философском словаре» говорит, что символическая или математическая логика — это учение о формальной логике посредством исчисления. Это учение не отличается от формальной логики по предмету, но представляет собой новый и мощный метод формальной логики (см. *Dictionary of Philosophy ed. by Runes, 1955 г.*)¹). В другом месте А. Чёрч говорит, в полном согласии с мнением Тарского и Бланше, что аристотелевская логика — это «специальный случай в более общей и адекватной теории» (см. *The Journal of Symbolic Logic, v. 11, 1946, p. 185*).

Советские логики и философы долгое время математическую логику третировали и оценивали как учение в существе своем идеалистическое. При этом главным недостатком математической логики нередко считали то, что она «не отличается» от традиционной логики и поэтому является метафизическим и идеалистическим учением. Такого рода взгляды были вызваны общим неправильным отношением к логике как науке, которое было пресечено лишь постановлением ЦК КПСС²).

В последнее время советские логики проявляют значительный интерес к математической логике. Некоторые из них stanовятся на точку зрения, о которой мы выше говорили. Так, В. Ф. Асмус утверждает: «Математическая логика обобщила понятия и учения логики — науки, изучающей формы мысли, независимо от их применения в отдельных науках» (см. «Вопросы логики», АН СССР, М., 1955, стр. 193). Характеризуя систему *Principia Mathematica*, В. Ф. Асмус говорит, что математическая логика Рассела и Уайтхеда является «усовершенствованием формы логической теории и расширением ее области» (там же, стр. 257).

Другая точка зрения состоит в том, что считают математическую логику математической дисциплиной, имеющей дело не с формами мышления как таковыми, а лишь с доказательствами математики. Такую точку зрения высказал, в частности, А. А. Марков в БСЭ (см. БСЭ, т. 25, статья «Логика математическая»). С этой точкой зрения не согласуются, однако, мнения других математиков. Так Россер (США) указывает, что математическая логика имеет разделы, которые, будучи для нее важными, для математики не имеют большого значения.

Крайняя позиция в оценке соотношения логики традиционной и логики математической состоит в том, что первую объявляют орудием прошлого, а вторую орудием науки нашего времени. Другие же видят различие между ними лишь в степени технического совершенства, которая значительно выше у математической логики (см., например, R. Carnap, *Formalization of logic, Camb., 1943*).

Вопрос о предмете математической логики усложняется вопросом о связи ее с философией, а также существенные неясности возникают в связи с оценкой роли математики в возникновении математической логики.

Большинство математических логиков считает, что математическая логика возникла в связи с логикой и логическими проблемами, но в процессе развития все более специализировалась как математическая дис-

¹) В словаре, изданном Рунзом, А. Чёрчу принадлежат статьи по математической логике.

²) Следует отметить, что у нас, как впрочем и в других странах, «честь» математической логики, если можно так выразиться, спасли не логики, а математики. Особенно большая заслуга принадлежит в этом полезном деле С. А. Яновской (Москва) и А. А. Маркову (Ленинград)

циплина. Однако Г. Рейхенбах, например, придерживается прямо противоположного мнения, что она возникла не из традиционной логики или философии, а из потребностей математики, но в процессе развития сама стала одним из видов новой философии, вернее, технической необходимой частью философии. Символическая логика, говорит Рейхенбах, была сначала «секретным кодом» маленькой группы математиков, а затем стала необходимой в развитии философского мышления (H. Reichenbach, *The Rise of Scientific Philosophy*, Los-Angeles, 1952). Историческим фактом является, конечно, что математическая логика была «секретным кодом маленькой группы математиков» и лишь относительно недавно заинтересовала философов. Это не делает, однако, взгляды Рейхенбаха верными. В его точке зрения ясно сказывается позитивистское понимание им философии как логики. Сводя всю философию к логике, а логику — к математической логике, философы-позитивисты, а к ним относится и Рейхенбах, приходят к выводу о необходимости математической логики для развития философии.

Данный краткий обзор высказываний, касающихся природы и предмета математической логики, дает некоторое представление о той неопределенности, которая имеется в настоящее время в этом вопросе. Наша статья представляет собою попытку разобраться в нем систематически.

Прежде всего — о причинах указанной неопределенности. Они, по нашему мнению, двоякого рода. Во-первых, вопрос о предмете науки является всегда вопросом в широком смысле слова философским. Конкретные науки изучают свои объекты и мало внимания уделяют проблеме своего предмета. Это совершенно естественно и закономерно, так как понятие предмета науки является скорее классификационным и относится к учению о науке, нежели входит в систему самой науки. Если некоторая наука есть теория, то учение о предмете этой науки является своего рода «метатеорией».

Поскольку математическая логика возникла в трудах математиков и долгое время развивалась преимущественно математиками и интересовала только их, не удивительно, что философский вопрос о предмете всегда освещался бегло, уходил на второй план. Математиков интересовал аппарат математической логики, который можно довольно успешно развивать, не решив проблему, какое место занимает математическая логика среди других наук. Интересно в этой связи отметить, что по крайней мере некоторые из них совершенно прямо указывали, что их интересует чисто техническая сторона дела. Так, например, Л. Кутюра говорит об алгебре логики: «Отвечает ли это исчисление и, если отвечает, то в какой мере, действительным операциям мышления... это вопрос философский, которого мы не будем здесь рассматривать» (Л. Кутюра, *Алгебра логики*, Одесса, 1909, стр. 1). А ведь рассмотреть этот вопрос, значит рассмотреть в какой-то мере вопрос о предмете алгебры логики: изучает она действительные операции мышления или нет? Правда, в конце книги автор не выдерживает своего намерения и бегло обсуждает этот вопрос, указывая, что не следует математическую логику считать логикой математики, что это определенная форма решения не которого круга логических проблем.

Аналогичным образом Г. Карри уклоняется от ясного определения предмета и задач математической логики, в особенности в отношении вопроса: является ли она изучением мышления? Карри излагает свою позицию так: наука о рассуждении, об отношении посылок и следствий — это «философская логика». Изучение применения математических методов к изучению «философской логики» — это математическая логика. Такие понятия, как «логическая система», «логическая алгебра» и тому подобное, не говорят еще о том, что мы имеем здесь дело с логикой. Они только

напоминают о некотором отношении к «философской логике». О каком же? Это остается неясным. Рассуждения Карри, как видим, весьма уклончивы.

Таким образом, повторяем, вопрос о предмете математической логики остался до сих пор до конца не выясненным, в частности потому, что математической логикой занимались преимущественно математики, заинтересованные в первую очередь в развитии самого аппарата математической логики, но не в изучении ее отношения к другим наукам, не в выяснении ее места среди наук, без чего решить вопрос о предмете немислимо.

Вторая причина заключается в особенностях возникновения математической логики. Широко известно, что имеются два источника ее развития и соответственно как бы две линии, две струи в ее развитии.

Как бы ни велико было (и в чем бы оно ни заключалось) различие между старой и математической логикой, следует признать, что классическая аристотелева логика, по выражению Куайна, является «прародителем» современной математической логики (см. Quine, W., *Mathematical logic*, N-Y, 1940). Это представляет бесспорный и несомненный исторический факт, который нельзя недооценивать. Напротив, как будет показано далее, это наиболее существенный факт для понимания истинного значения и природы математической логики.

Д. Буль стремился построить такой формальный аппарат, с помощью которого можно было бы все суждения выразить точно и строго, на этой основе вывести законы обращения и силлогизма, что представляет собою задачу вполне традиционную именно для логики, если заменить слово «вывести» словом «исследовать». Сверх того, Буль стремится получить в этом аппарате средство решения сложных систем логических равенств, выражающих системы суждений, в смысле представления значения любого элемента этой системы в терминах остальных элементов. Эта задача уже не традиционная. Это так называемая «основная задача логики», по Булю (см. G. Boole, *The mathematical analysis of logic*, Oxford, 1948).

Хотя и не полностью, Буль осознал, что развиваемый им формальный логический аппарат алгебраической формы составляет своего рода математику. Однако главной своей задачей Буль считал исследование мышления. «Математика, которую мы должны построить,— писал он,— это математика человеческого интеллекта» (там же, р. 7).

Таким образом, несомненно, что по крайней мере основоположнику математической логики представлялось, что предметом создаваемой теории являются законы человеческого мышления. В дальнейшем развитии новой науки эта связь сохраняется по крайней мере в понятиях и категориях, которыми пользуется математическая логика.

Применение математической логики к проблемам обоснования математики постепенно приводит к качественным изменениям в этой математической (пожалуй, на этом этапе ее лучше было бы называть математизированной) логике: из науки о мышлении она начинает специализироваться в науку о математике, в метаматематику. Этот процесс становится доминирующим. Однако наряду с ним идет и другая, возникший ранее, в основе которого лежит идея обработки логики новыми средствами. Поэтому к математической логике относятся такие различные работы (сравнивая современников), как работы Фреге и Венна, Поста и Джонсона, Рассела и Гильберта и т. п. В одних мы видим преимущественно развитие математических идей в связи с математической логикой, в других большое внимание уделяется развитию логических идей в той же связи. В большинстве работ обе эти стороны смешаны, особенно в работах общего характера, учебниках, монографиях и т. п. При этом смешение отнюдь не всегда происходит из принципиальных

соображений, заключающихся в идее отождествления логики и математики или выведения математики из логики, как это имеет место в *Principia Mathematica* Уайтхеда и Рассела.

Рассмотренное историческое обстоятельство привело к объективной двойственности современной математической логики. Неумение или нежелание разобраться в этой двойственности, как правило, и приводит либо к односторонним, либо совершенно ошибочным представлениям о предмете математической логики.

Предмет математической логики не тождествен предмету логики традиционной. Традиционная логика изучала мышление, но мышление фактически лишь обыденное. Законы этого обыденного мышления являются, конечно, общими (поскольку они законы) и поэтому их действие можно легко наблюдать и в научном мышлении. Однако можно определенно сказать, что специфика научного мышления, в особенности сложного научного мышления, осталась вне поля зрения традиционной формальной логики, которую поэтому с полным правом можно назвать элементарной. В. И. Ленин не случайно называл ее «школьной», и Энгельс также не случайно сопоставлял с элементарной математикой.

Высшим типом логики, преодолевающим ограниченности традиционной формальной логики, является диалектическая логика. Однако указанную ограниченность в определенном смысле преодолевает и логика математическая. Это выражается прежде всего в том, что математическая логика изучает приемы и формы мышления (все ли — это другой вопрос), которыми не пользуется обыденное мышление, но которыми пользуются науки, в частности математика. Таким образом, предмет логики по сравнению с традицией изменяется благодаря существенному расширению области изучаемых объектов.

Здесь прежде всего следует назвать аксиоматику как объект изучения этой науки. Традиционная логика не занималась вопросом аксиоматического построения теорий вообще, а тем более собственной теории. Правда, некоторые исследователи истории логики, стремящиеся доказать, что вся история логики есть подготовка математической логики, говорят, что у Аристотеля есть элементы аксиоматического построения логики. Так, упоминавшийся уже Р. Бланше говорит, что Аристотель не дает схему силлогизма, предписывает силлогизм как предложение, именно, всегда истинное предложение, тавтологию. При этом четыре модуса силлогизма можно рассматривать как аксиомы некоторой аксиоматической теории, а сведения всех остальных модусов к модусам первой фигуры — как доказательства этих модусов как теорем данной аксиоматической системы. В наши дни, говорит Бланше, аксиоматик придал бы теории Аристотеля другую форму. Но «... под немного отличной одеждой нетрудно сегодня в ней (теории силлогизмов Аристотеля — А. К.) узнать структуру аксиоматической теории» (см. R. B l a n c h é *vues nouvelles sur l'ancienne logique — Les études philosophique, Logique N. S.*, 11 an, № 2, 1956, p. 188—189).

Как бы ни было справедливо это замечание по существу теории силлогистических модусов, оно не доказывает того, что аксиоматика была объектом изучения логики до начала XX века, а аксиоматический метод — методом развития самой логики. Это недоказуемо, ибо не соответствует историческим фактам. Впрочем, если говорить о Бланше, то он сам оговаривается, что приписать Аристотелю создание аксиоматики можно только «с некоторыми предосторожностями» (там же).

Напротив, в математической логике аксиоматика является одной из центральных проблем. Это обусловлено двумя причинами: возросшей ролью аксиоматического метода в развитии наук вообще и тем, что самое логику стремятся здесь построить аксиоматически.

Главными проблемами аксиоматики (с технической стороны) явля-

ются три следующие: проблема непротиворечивости системы аксиом, проблема полноты системы и проблема разрешимости. Ни одной из этих проблем мы не находим среди вопросов, которые решала традиционная логика.

Часто говорят, что новая логика существенно расширила область логических исследований, включив в нее отношения как специальный объект изучения (см., например, приведенные выше слова проф. Асмуса). Это справедливо, хотя и с некоторыми необходимыми оговорками. Дело в том, что старая логика, разумеется, знала о существовании отношений и о том, что это обязывает логику изучать соответствующие формы мышления. Традиционная логика изучала суждения отношений, но при этом сами отношения, вернее, их специфика, ликвидировались. Все отношения сводились к единственному: субъектно-предикатному. Само по себе такое сведение в определенных целях, как научная абстракция, вполне правомочно. Однако оно приводит к неточностям и натяжкам, когда на этой основе строят теорию умозаключений. Математическая логика изучает отношения в их специфике, не сводя их к одному какому-нибудь виду. Она выясняет такие их свойства, как симметричность или несимметричность, рефлексивность, транзитивность, раскрывая в исчислении отношений влияние этих свойств на «поведение» суждений отношений в умозаключениях. В теории отношений математическая логика образовала ряд понятий, совершенно отсутствовавших в старой логике, такие, как область отношения, обратная область отношения и т. п.

Таким образом, несмотря на то, что традиционная логика занималась отношениями, теорию отношений можно считать расширением области объектов логических исследований. Однако, так же как и введение аксиоматики как объекта логического исследования, это нельзя считать подлинным изменением предмета науки: ведь в обоих случаях речь идет об изучении мышления! Происходит обычное во всякой науке углубление ее в изучаемый предмет, и только. В этом смысле математическую логику можно считать следующей ступенькой в развитии логики. Казалось бы все просто и ясно. Это, однако, не так.

Во-первых, в математической логике, или в тесной связи с нею, возникли проблемы, которые не могут быть признаны специфически логическими, такие, например, как теория рекурсивных функций, теория структур, семиотика и др. Они являются или метаматематическими, или чисто математическими, или же философскими (как семиотика). Тем не менее, они входят в математическую логику, обсуждаются в математико-логической литературе и т. д.

Во-вторых, это проникновение в математическую логику не логических (по крайней мере не общелогических) проблем является не случайным, не какой-нибудь путаницей или недоразумением, а обусловлено теснейшей внутренней связью логики и логических теорий в той их форме, какую они имеют в математической логике, с математикой и ее проблемами. Таким образом, нельзя искусственно отделить в математической логике одни проблемы от других, выделить «чисто» логические и объявить их решение в математической логике высшим этапом развития логики.

Приходится признать, что предметы логики и математической логики реально не совпадают или, точнее, они совпадают частично.

Однако даже в той мере, в какой их предметы совпадают, т. е. поскольку они — одна и другая — изучают мышление, их нельзя отождествлять не только по результатам, но прежде всего потому, что глубоко различны их методы.

Принципиальным и основным отличием в методах двух рассматриваемых наук является то, что если традиционная логика была преимущественно, наукой классификационной и описательной, то математиче-

ская логика отказывается от этих приемов в пользу формализации и теоретического обобщения.

До возникновения алгебры логики логика эмпирически рассматривала суждения, понятия, умозаключения на отдельных примерах и делала описания этих рассмотрений. Аристотель впервые дал описание форм мысли и в этом, по замечанию Гегеля, его бесконечная заслуга.

Алгебра логики в лице Буля, впервые предложила новый метод логического исследования: метод формального анализа возможных отношений классов. В дальнейшем основным методом, которым пользуется математическая логика, является метод дедуктивного построения теории.

Если традиционная логика берет мысли в их языковой оболочке и анализирует их (причем процесс абстракции от языковой оболочки как бы входит в процесс анализа), затем классифицирует согласно общим чертам, то исчисление предложений, например, кладет в основу построения теории абстрактное представление о логических связях, дополнительно характеризует эти связи в аксиомах и затем дедуктивным путем развертывает из этих аксиом теорию логики. Таким образом, не только исследование, но и использование аксиоматики для целей своего собственного развития составляет характерную черту математической логики и сущность ее метода на современном этапе развития.

Важнейшим теоретическим вопросом, касающимся предмета и характера математической логики как науки, является вопрос о происхождении именно такого метода: какова причина этого? Обусловлено ли это только тем, что логикой занялись математики? Или тем, что, как мы указывали, между математической логикой и математикой существует родство?

Последнее отпадает, ибо это уже следствие того, что логика приобрела в математической логике именно такие формы и занялась такими вопросами. Объяснение же с помощью первого предположения является слишком поверхностным и несерьезным: нельзя, разумеется, объяснять коренные признаки и методы науки указанием на тех, кто ее развивает.

Ответ на поставленный вопрос дается представителями той точки зрения, что математическая логика возникла из нужд математики и для целей математики. Если это так, то, естественно, нечего удивляться, что сама логика принимает «математическую» форму, пользуется методами, близкими математике. Однако эта точка зрения, как совершенно отчетливо доказывается в литературе, не является правильной. Как же в таком случае объяснить методы математической логики, т. е. по существу, как объяснить самое происхождение математической логики, если не ограничиваться лишь описанием фактов, а попытаться проникнуть в сущность процессов?

Мысль о близости логики и математики не нова. Она встречается у Гоббса, Паскаля, Кондильяка и других мыслителей, математиков, логиков. В связи с этим возникла и мысль о математизации логики. Непосредственные предшественники и современники Буля — Бентам, Гамильтон, де Морган и др. — пытались реформировать логику за счет введения более обширного символизма, за счет тщательно разработанной системы квантификации предикатов и т. п. Их работы сыграли определенную роль в становлении математической логики.

Однако до Буля никто не вышел из рамок аристотелевой логики и это выражается прежде всего в том, что никто не поставил перед логикой новых задач, которые требовали бы необходимых новых средств решения их. Буль же произвел переворот в логике, дав ей совершенно иное направление развития. Коренное нововведение, изменившее все лицо, весь характер логики как науки — это булева идея так называемой основной или общей задачи логики. Ее суть заключается в нахождении общего метода получения всех выводов из любой совокупности посылок.

Смысл этой задачи кажется простым и естественным и сама она кажется довольно тривиальной и не очень содержательной. Однако более близкое знакомство с ней показывает, что это не так.

Возникновение математической логики, причем именно в той форме, в какой это исторически произошло, было явлением глубоко исторически оправданным. Оно является — и это является нашей попыткой теоретического осмысления причин ее возникновения — **одним из моментов той диалектизации науки, которая начала осуществляться в середине XIX столетия.** Вспомним оценку Энгельсом науки XVII—XVIII веков и характеристику тех объективных изменений, которые произошли в дальнейшем: «...до конца последнего столетия (т. е. XVIII в. — А. К.) естествознание было преимущественно с о б и р а ю щ е й наукой, наукой о законченных вещах...», — писал Энгельс. Естественные науки занимались сбором фактов и их описанием. Производилась и некоторая классификация данных, однако основанная не на внутренней связи явлений, а на поверхностно замечаемом сходстве признаков.

Это полностью относится и к логике. Аристотель сделал формы мышления предметом самостоятельного научного рассмотрения, но логика его и его последователей лишь описывала формы мысли, опираясь на их языковую оболочку. Фактически логика представляла собою не что иное, как классификацию определенных групп языковых фактов. Полагалось, что изучать мышление вне его языковых выражений невозможно. Это с особенной силой подчеркивал Гегель, логику которого можно рассматривать как вершину в развитии этой науки в направлении, начало которому положил Аристотель. «Формы мысли, — писал Гегель, — выявляются и отлагаются прежде всего в человеческом языке. ...Во все, что для него (человека) становится чем-то внутренним, ... во все, что он делает своим, проник язык, а все то, что человек превращает в язык и выражает в языке, содержит в себе в спутанном или более разработанном виде некоторую категорию; в такой мере свойственно его природе логическое...» (Гегель, соч., т. V, М., 1937, стр. 6—7). Из этого ясно следует, что Гегель не мыслит логического вне языкового, язык же он понимает в обычном лингвистическом смысле, как язык национальный, разговорный.

Сколь ни парадоксальным кажется сближение логики Гегеля с логикой Аристотеля, оно, в определенных рамках, как раз тех, которые интересуют нас, вполне правомерно. Несмотря на критику Гегелем старой логики, издевательства и насмешки, которыми он ее осыпает, с точки зрения методов исследования форм мысли, Гегель полностью оставался в рамках старой логики. Другое дело, что логика Гегеля это не только формальная логика, не только логика форм, — это ставит ее на голову выше всей старой логики; но поскольку речь идет о формах мышления — Гегель не внес ничего нового в приемы их изучения.

До работ Буля исследования в области логики характеризуются как эмпирические и описательные. Логика не вышла еще на простор подлинно теоретического исследования, рассматривающего предмет как бы изнутри, а не извне, как это свойственно любой науке на описательном, собирательном этапе ее развития.

Буль совершенно ясно видел этот описательный и внешний характер традиционной логики. В «Законах мысли» он писал, что в логике Аристотеля и ей подобных существенно классификация приемлемых форм умозаключения и их отношений к аксиоме силлогизма: «Идея классификации... всеобщий элемент в этих системах» (Laws of Thought, p. 226). Заслугой самого Буля является то, что он от о п и с а н и я форм мышления перешел к теоретическому их исследованию, что вполне соответствовало общему ходу развития наук.

Характеризуя возникновение современной науки, Энгельс писал: «Эмпирическое естествознание накопило такую необъятную массу положительного материала, что в каждой отдельной области исследования стала прямо-таки неустранимой необходимостью упорядочить этот материал систематически и сообразно его внутренней связи» (Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, Госполитиздат, 1948, стр. 311). Но уже простая необходимость систематизировать массу накапливающихся открытий приводит теоретическое естествознание к революции, к пересмотру методологических основ, толкает его к диалектике, как единственно соответствующему методу мышления. Внешне это проявляется прежде всего в том, что наука становится подлинно теоретической, упорядочивающей свои данные на основе внутренних свойств изучаемых предметов. Это приводит к обобщениям, опирающимся на принцип развития, на принцип всеобщей связи явлений.

Развитие логики в этом отношении не представляет собою чего-либо особенного. В ней так же, как и в других науках, к этому времени стала неустранимой потребность «упорядочить материал систематически и сообразно его внутренней связи». Внутренние потребности развития логики сделали необходимостью ее превращение в науку теоретическую. В старых ее формах она уже не могла развиваться — возможности были исчерпаны. Назрела задача диалектизации логики. Разумеется, внутренние потребности были обусловлены, как и в других науках, внешним фактором — развитием человеческой практики.

Уже Гегель осознал необходимость диалектизации логики и применил принципы развития и всеобщей связи к анализу мышления. «Диалектическая логика,— писал по этому поводу Энгельс,— в противоположность старой чисто формальной логике, не довольствуется тем, чтобы перечислить и без всякой связи поставить рядом друг возле друга формы движения мышления, т. е. различные формы суждений и умозаключений. Она, наоборот, выводит эти формы одну из другой, устанавливает между ними отношение субординации, а не координации, она развивает более высокие формы из нижестоящих (Ф. Энгельс, Диалектика природы, Госполитиздат, 1950, стр. 177). Нетрудно видеть, как из анализа непосредственно гегелевской «Науки логики», так и анализа отрывка «О классификации суждений» Энгельса (цитату из которого мы привели), что диалектика здесь не касается еще форм, структуры мышления. Гегелевское решение связано с превращением логики из науки формальной в науку содержательную. Энгельс не случайно противопоставляет диалектическую логику «чисто формальной» логике. Известны также ленинские оценки логики Гегеля в этом отношении: «Гегель... требует логики, в коей формы были бы... формами живого, реального содержания...» и далее: «Логика есть учение не о внешних формах мышления, а о законах развития «всех материальных, природных и духовных вещей»... (В. И. Ленин, Соч., т. 38, стр. 80). Такое преобразование логики превращает ее из относительно узкой и специальной науки о формальных моментах мышления во всеобщую методологию диалектического мышления. Логика действительно диалектизируется, но вместе с тем изучение «чисто формального» остается в ней не затронутым диалектикой. Так, например, у Гегеля суждения бытия и суждения рефлексии, будучи субординированными с точки зрения содержания (суждения рефлексии есть более высокая форма в процессе познания), просто соплагаются с точки зрения анализа структур этих мыслей. Очевидно, что такое преобразование логики не аналогично процессам диалектизации, происходившим в других науках. Аналогичный процесс должен был бы лишь изменить метод мышления в данной науке, но не изменить столь коренным образом его предмет.

Не требуют доказательств, что в логике, как науке, можно мыслить

диалектически: диалектический метод мышления является всеобщим и не знает исключений, т. е. области объектов, где он не мог бы быть применен. Не требует также доказательств, что на определенном этапе диалектический метод мышления должен стать обязательным и единственно возможным в логике, так же как и в любой науке. И здесь встает вопрос: неужели диалектизация логики обязательно означает превращение ее из науки о «внешних формах мышления» в науку о «законах развития» всех материальных, природных и духовных вещей? Ну а как же быть в этом случае с «внешними формами мышления»? О них можно мыслить только метафизически, лишь описывая их и ставя рядом «без всякой связи»? Конечно, все это совершенно абсурдные предположения. Логика как наука о внешних формах мышления, т. е. о формальных моментах мышления как таковых, не потеряла и не может потерять своего значения с возникновением диалектической логики. И будучи подчиненной закономерностям развития всех наук, она должна была пережить процесс диалектизации без превращения ее в науку о содержании мышления. Этот процесс, в частности, произошел в форме возникновения методов математической логики. Началом этого стихийного процесса было появление работ Дж. Буля.

В те же самые годы, когда Марксом был совершен переворот в философии и в науке об историческом развитии общества, — в те же самые годы совершалось стихийное проникновение в науки диалектического метода мышления: был открыт закон сохранения и превращения энергии, писалась работа Ч. Дарвина «Происхождение видов»; в это же время произошел переворот и в логике — возникла математическая логика. Если учесть значение математической логики в современной науке и технике, можно поставить это событие в ряд тех «великих открытий», которые Энгельс считал свидетельством торжества диалектики.

Именно в эти годы в логике, как и других науках, возникла необходимость упорядочить материал соответственно его собственным внутренним связям. При этом речь здесь идет именно о формах, структурах мысли, как объектах формальной логики. Эта потребность и была причиной появления книг Буля, хотя он, конечно, этого не осознавал. Но ведь и Дарвин не осознавал всего великого философского значения своей книги! Осмыслить этот процесс теоретически в то время было под силу лишь гигантам философской мысли — Марксу и Энгельсу.

Конкретной идеей, отвечавшей названной выше потребности, была Булева идея «основной задачи логики». Именно она требует изучения форм мышления в их внутренней связи и субординации, требует не ограничиваться описанием отдельных фактов данной области явлений, а создать на основе внутреннего закона единую теорию этих явлений (форм мышления), что выражается в требовании создать общий метод умозаключений. Что означает это требование? Не что иное, как взглянуть на формы мышления как на одно. Но поскольку эти формы фактически различны, существуют как отдельные, это требование косвенно (и не осознанно) выражает требование рассматривать сами формы мысли как моменты развития, единого процесса становления форм мысли в их историческом развитии и в их употреблении в процессе познания.

Формы мысли как отражение наиболее общих свойств действительности сложились в доисторическую эпоху, и поэтому представляется невозможным их исследование фактически историческое, как это возможно, например, в области изучения эволюции животного мира. Здесь историческое не может быть познано иначе, как через логическую форму исследования. Это соображение проливает дополнительный свет на характер того переворота, который был фактически вызван работами Буля.

Существенной ограниченностью старой логики был как раз исторический (в смысле описания фактов, описательности) метод исследования, который мог дать внешнюю характеристику, но не способен был вскрыть внутренние связи, внутреннее единство форм мышления. Буль фактически предложил впервые применить к логике логический метод, рассмотреть объекты ее исследования теоретически. Этим и определяется главное значение работ Буля для логики и философии.

Уже в конце прошлого века это в какой-то мере начинало становиться ясным. Так, Л. Лаир, сравнивая Буля и его предшественников, замечая связь между ними, говорит, что для предшественников Буля характерны колебания и неуверенность, ограниченность средств. Поэтому, утверждает Лаир, если реформа в логике одержит верх, то «...наука своим новым строем будет обязана Булю». Это объясняется тем, что произведения Буля это «... обширная система, **исходящая из одного начала и обладающая полным органическим единством** (Л. Лаир. Английские реформаторы логики XIX века, Спб., 1897, стр. 112, 113).

Следует отметить, однако, что ни сам Буль, ни его последователи не могли до конца полностью определить логическое значение идеи основной задачи логики и всех связанных с ее решением проблем и методов. Более того, в современной литературе по теоретическим и историческим вопросам математической логики рассматриваемый вопрос, как мы видели, освещается весьма односторонне. «Математизированный» и символический характер ее обуславливается ее связью с математикой, проникновением в нее методов математики. Между тем дело совсем не в этом.

В самом деле, почему логике отказывают в том, что обычно в любой науке, именно, почему ее не рассматривают в саморазвитии? Почему пытаются объяснить ее развитие и свойства лишь внешними факторами, такими, как влияние математики, а в последнее время, кроме того, — физики? Если позиция зарубежных логиков и математиков, не руководствующихся диалектико-материалистическим методом мышления может быть понята, то столь же одностороннее решение проблемы со стороны советских логиков в высшей степени непонятно.

Общим законом в развитии всех наук является то, что они развиваются при определяющем влиянии практики и в более или менее тесной связи с другими науками. Зачастую эти внешние по отношению к какой-либо данной науке влияния настолько сильны, что превращают ее в нечто совершенно иное, в новую науку. Это, однако, не является в нашей философии отрицанием саморазвития, отрицанием существования собственной внутренней логики развития для каждой науки. Наука логика не является исключением из правила.

Логика, как это всем понятно, занимает несколько обособленное положение среди наук. Это обусловлено тем, что логика изучает мышление и поэтому — методы мышления. Методы мышления есть явление относительно быстро изменяющееся — эти изменения проявляются в развитии наук. Логика, следовательно, чтобы быть на уровне своих задач, должна следовать в своем развитии развитию методов мышления разных наук, отражать это развитие в своем содержании.

Эта особенность развития логики как науки не только не противоречит высказанным выше соображениям о причинах возникновения математической логики, но подтверждает их. Собственным внутренним законом развития логики как науки является отражение процессов, происходящих в других науках. Из этого следует, что такой важнейший процесс, как диалектизация наук в середине XIX века, не мог не отразиться в логике. Он в ней и отразился двояким образом: во-первых, начинает возникать диалектическая логика, как всеобщая методология наук, и, во-вторых, возникает математическая логика, как проявление

диалектики в учении о «внешних формах мышления». «Математизированный» вид математической логики обусловлен не влиянием математики или какой-либо подобной науки, а обусловлен тенденциями, господствующими во всех науках с середины XIX века. Принципиальное изменение в методах мышления логической науки, изменение тех основных задач, которые она перед собой ставит (переход от описания к теории), потребовали изменения научного аппарата, которым логика пользовалась, и изменения ее научного языка. Первое выразилось в применении дедуктивно-аксиоматических методов в построении теории. Второе — в расширении роли символизма в логике, а также в самом факте, что логика сводится к построению ряда логических исчислений. Язык математической логики — это язык исчислений, который не может не быть символическим.

Говоря о связи между «математизацией» и диалектизацией логики, полезно и в определенном смысле даже необходимо вспомнить анализ В. И. Лениным «революции в физике» и ее философских следствий. В. И. Ленин указывал, что физика на рубеже XIX—XX веков «рождала диалектический материализм». Вместе с этим он указывал на математизацию физики, проникновение в нее математических методов мышления. Спрашивается, случайное это совпадение или между этими двумя процессами есть связь? Вряд ли может быть сомнение в том, что В. И. Ленин связывал математизацию физики с процессом ее углубления в изучаемый объект, с процессом все более целостного и внутренне связного объяснения природы, т. е. с процессом именно диалектизации физики. Математизация физики не есть процесс, обусловленный внешними влияниями математики и математиков (хотя такие влияния, конечно, имели место), она проистекает из внутренних потребностей науки.

Аналогичное явление происходит и в логике. Потребности рассмотрения объекта логики — форм мышления — в их внутренней связи вызвали к жизни такие формы их описания, которые отчетливо показывают эти внутренние связи внешне, делают их обозримыми. Поскольку речь идет о связи форм мышления, постольку встает вопрос о дедуцировании их одной из других. Как это могло быть сделано? Поскольку речь не идет здесь о содержательной дедукции, очевидным является, что должна появиться дедукция формальная, аналогичная математике; отсюда получают свое объяснение такие факты, как внешне математический вид математической логики, хотя она и не является только логикой математики, и преимущественное участие математиков в развитии математической логики — на начальном этапе ее развития это не могло быть под силу никому, кроме математиков. Таким образом, математический характер математической логики обусловлен не только и не столько ее исторической связью с математикой и математиками, сколько внутренней перестройкой ее собственных задач, происшедшей благодаря общим в эпоху ее возникновения тенденциям наук, проявлявшимся в их диалектизации.

Ф. СЕЛИВАНОВ, Л. ЗЕЛЕНОВ

ЕДИНСТВО АБСОЛЮТНОГО И ОТНОСИТЕЛЬНОГО

Часто говорят, рассуждая о нормах поведения, об эстетических ценностях, о достигнутых результатах науки и т. д., что «все относительно». Это верно, но верно относительно.

Метафизически мыслящая личность полагает, что если что-либо относительно, то оно уже не может быть абсолютным, и наоборот. В период господства метафизики в науке в XV—XVIII вв. философы и ученые, впадая в крайности, признавали либо только относительность, либо только абсолютность. Это можно проследить на примере развития физики в XVII—XVIII вв.

И. Ньютон утверждал, например, что реально существует только абсолютное движение, связанное с абсолютным пространством и временем, а относительное движение является кажущимся, «неистинным», нереальным, не связанным с абсолютным движением, пространством и временем.

Г. Лейбниц, напротив, считал реальным относительное движение, пространство, время, а абсолютное — ничем иным, как идеей безмерности бога.

Л. Эйлер имел более правильное представление о движении, пространстве и времени, чем Ньютон и Лейбниц, но и он не преодолел метафизического противопоставления абсолютного относительному. Он рассматривал абсолютное движение, пространство и время лишь как математические выражения, необходимые для исследования мира, а измеримые и конечные движение, пространство и время — как относительные. При оценке результатов познания метафизика проявляется либо в признании только окончательных, абсолютных в последней инстанции истин, либо в признании только относительных итогов познания.

Диалектический материализм, протестуя против метафизической односторонности, противопоставления абсолютного и относительного, отстаивает их диалектическое единство.

Проявления метафизики встречаются иногда в нашей научной литературе при решении конкретных проблем (в физике, юриспруденции, эстетике и т. д.). Ошибки проистекают или из неправильного понимания сущности абсолютного и относительного, или из недостаточно глубокого осмысления их соотношения.

Часто эти категории смешивают с другими категориями: главного и второстепенного, всеобщего и частного, ведущего и подчиненного и т. д.

Например, В. И. Свидерский в книге «Философское значение пространственно-временных представлений в физике» (1956 г.) понимает абсолютное как ведущее, определяющее, важное, существенное, а относительное как подчиненное, второстепенное, производное и т. д.

Вопрос об абсолютном и относительном — это вопрос не о взаимоотношении всеобщего и частного, главного и второстепенного и т. д. Это вопрос об ином, о других сторонах действительности, о том, является ли нечто чем-то в определенном отношении к другому или оно безотносительно, является чем-то во всех отношениях полным. Синонимами этих слов являются: безусловный и условный, без сравнения и по сравнению, совершенный и несовершенный.

Когда мы анализируем движение какого-нибудь тела с точки зрения его абсолютности и относительности, мы выясняем, произошло ли оно по отношению к другим предметам или безотносительно. Диалектический материализм признает то и другое.

Абсолютное и относительное — всеобщие. Это значит, что во всем есть абсолютное и относительное. Поскольку нечто существует, оно обладает этими признаками. Неправомерно только за абсолютным признавать качество всеобщности. Относительное также всеобщее в пространстве и во времени. Признак относительности присущ всем явлениям и во все время их существования. Относительное в такой же мере реально, как и абсолютное. Существование их обусловлено не существованием субъекта, понятий, сознания, а реальными отношениями объектов. Если в прошлом многие были склонны считать абсолютное субъективным (Лейбниц, Эйлер и др.), то теперь, после возникновения квантовой механики, появилась тенденция считать субъективным относительное («физические» идеалисты).

В работах по теории относительности для доказательства относительности движения, пространства и времени вводится «наблюдатель». Конечно, относительность их проявляется и по отношению к наблюдателю (наряду с другими объектами), но наличие относительности не зависит от того, воспринимает или нет «наблюдатель» явление, ибо он в данном случае выступает как объект.

Когда чемодан падает на пол движущегося вагона, он описывает вертикальную линию по отношению к полу, параболу по отношению к железной дороге, различные траектории по отношению к разным системам отсчета, но имеет место лишь одно движение чемодана, не зависящее ни от каких координат. В этом абсолютность движения.

Независимость относительности движения от восприятия наблюдателя можно подтвердить следующим примером. Увидеть движение Земли вокруг Солнца, находясь на Земле, невозможно, но это не значит, что Земля не вращается вокруг Солнца.

Абсолютное не существует без относительного, и наоборот. Не точно, по нашему мнению, противопоставление В. И. Свидерским движения как абсолютного покою как относительному. Поскольку мир есть единство движения и покоя, изменчивости и устойчивости, поскольку они отличаются друг от друга, постольку каждое из них и абсолютно, и относительно. Движение относительно, ибо проявляется всегда, как движение по отношению к чему-то, относительно чего-то конкретного, но оно и абсолютно, ибо есть, произошло в мире, безотносительно к тому, в каком, в какое время и в какой форме оно и произошло.

То же самое нужно сказать о покое. Все советские философы согласны с положением об относительности покоя, но некоторые не замечают в нем абсолютности. В книге А. В. Вострикова «Марксистский философский материализм» (1954 г.) на стр. 50 говорится: «Покой относителен и связан с отдельными формами движения, тогда как движение, как общее свойство материи, абсолютно». Отметим, что тов. Востриков неправомерно лишает покой всеобщего характера.

В «Кратком философском словаре» (1954 г.) на стр. 124 сказано: «Только движение вечно, абсолютно, непреходяще. Покой всегда относителен, временен».

«Только», «всегда» здесь употреблены не к месту. Если покой времени, или, как утверждает В. И. Свидерский, произведен (следовательно, вторичен), значит, существовало «чистое» движение без покоя, а потом движение «произвело» свою противоположность — покой. Это неверно.

Движение и покой — две взаимоисключающие и взаимопредполагающие друг друга противоположности. Раз мы признаем наличие признака абсолютности у движения, мы должны видеть этот признак и в покое. С другой стороны, признание относительности покоя предполагает признание и абсолютности его. В чем относительность и абсолютность покоя? Относительность покоя выражается в том, что он выступает всегда в отношении к чему-то. Абсолютность покоя в том, что он имеется как таковой безотносительно, безусловно, что без него не было бы устойчивости, определенности объектов, находящихся в движении. Без него мир превратился бы в «кратиловский» мир неопределенности, расплывчатости.

Движение имеет место именно потому, что есть покой, устойчивость, и наоборот. Правильным является противопоставление движения и покоя друг другу, но каждое состояние есть единство движения и покоя. В конкретном случае ведущей в определенном отношении является та или иная противоположность. Обратимся сначала к аналогии. Мы отличаем холод от тепла, но в случае понижения температуры от -20° до -30° , до -40° и т. д. ведущим в определенном отношении, в конкретных условиях, является холод. В единстве ассимиляции и диссимиляции ведущей может быть или та, или другая противоположность.

Подобное мы наблюдаем в единстве изменения и покоя. В конкретном случае может «вести» покой (в определенном отношении). Чтобы дом был домом, должен преобладать покой. Благодаря преобладанию устойчивости в орбите, земля не является блуждающей. В определенное время, в определенном отношении в состоянии биологического вида преобладает покой.

Но рано или поздно устойчивость снимается изменчивостью, которая становится ведущей стороной. В процессе становления предмета, перехода в другое качество ведущим является движение. И нет вечных, неизменных предметов, каждый предмет станет иным. В этом смысле нет абсолютного покоя, о котором говорят метафизики, но всякий покой имеет признак абсолютности.

Если иметь в виду **развитие**, то движение безотносительно, безусловно, абсолютно, а покой по **отношению** к нему относителен. В. И. Свидерский рассматривает только этот аспект проблемы. Он прав в том смысле, что покой относителен в отношении к движению, но он рассматривает здесь не движение как таковое, не покой как таковой, и не их признаки (в частности, абсолютности и относительности), а отношение между покоем и движением.

Подобным вышеизложенному может быть рассуждение о единстве и борьбе противоположностей. Единство и борьба — два состояния, каждое из которых может быть изучено с точки зрения абсолютности и относительности. Абсолютность единства противоположностей в том, что оно есть, безотносительно, без этого нет предметов как таковых, существованием которых не обусловлено существование единства как такового. Относительность единства в том, что оно существует в определенных условиях, в отношении к ним. Без борьбы нет связи противоположностей, она абсолютна, не может не быть, есть как таковая. Относительность ее проявляется в зависимости от условий, времени и места.

Если же рассматривать отношение между единством и борьбой в развитии, то первое в отношении ко второму относительно, ибо рано или поздно единство разрушается, предмет в силу борьбы противоположностей становится иным.

Неточности, проистекающие из игнорирования многообразия отношений предмета, допускаются иногда при рассмотрении проблемы соотношения абсолютной и относительной истины. Прежде всего заметим, что истина противоположна ложному. Последнее существует в двух видах: как сознательная ложь и как заблуждение. Истиной является мысль, адекватно отражающая объект. Поскольку истина имеет объективное содержание, она объективно истинна, т. е. является истиной объективной. Это значит, что истинность мысли не зависит от того, считают ее истиной или нет, нравится она или нет. Ложное объективно ложно. Но истина и ложь субъективны по форме и возникновению.

Когда мысль соотносится с объектом, возможно выяснить, является ли мысль истинной или ложной. И истина, и ложь могут рассматриваться как абсолютные и относительные. Поэтому неправильным было бы отождествлять относительную истину с тем, что ложно. То, что ложно, не есть истинно.

Объективное и абсолютное — не один и тот же признак. Однако в ряде работ ставится знак равенства между объективностью и абсолютностью истины. Это неправильно.

В чем абсолютность и относительность истины? То, что истинно, является истинным вообще, не может быть опровергнуто, не становится ложью даже после исчезновения тех условий, которые она отражает. То, что было истиной, остается истиной. Например, утверждение Геродота, что скифы — мужественный народ, верно, хотя нет Геродота, скифов, той эпохи, в которую они жили.

Относительность истины в том, что она истинна в отношении к определенному объекту, поскольку она его отражает, не имеет полноты в смысле схватывания всех отношений и сторон. Относительность не равнозначна конкретности истины. Конкретность противоположна абстрактности. Истина абстрактна в одном отношении, но конкретна в другом. Она абстрактна потому, что является отвлечением. Но будучи отвлечением, она конкретна, потому что приложима ко всем случаям, содержащим то, что отражено в истине, и только к ним, т. е. и к данному случаю. «Трение порождает теплоту» — абстрактная истина, ибо она есть отвлечение от частных случаев, но она и конкретна, поскольку приложима к любому случаю появления теплоты в результате трения, в том числе, когда загорается спичка от трения о бок спичечной коробки. Ложное также имеет признаки абсолютности и относительности.

Всякий познавательный результат представляет собой единство двух противоположностей — истинного и ложного. Как в каждом определенном состоянии преобладает покой или движение в определенном отношении, так и в результатах познания «ведет», является преобладающей одна из сторон: или истина, или ложь. Если диагноз врача ошибочен, он по преимуществу является ложным, хотя и содержит крупицу истины (отражает нечто). Если диагноз верен, то он содержит и ложное, потому что не отражает имеющегося другого заболевания или потому что не точен в определении стадии заболевания и т. д., другими словами, не полон, имеет возможность углубления, не отражает, не схватывает многое и, следовательно, по отношению к нему является ложным. Знание (если оно есть знание) относительно, но поскольку содержит истину, является абсолютным. В этом смысле полная истина складывается из относительных истин. В ведущемся юристами споре по вопросу о том, является ли верное судебное решение абсолютной или относительной истиной, допускается некоторыми авторами отрыв их друг от друга.

В. С. Тадевосян неправильно утверждал, что истины, устанавливаемые в судебном исследовании,— это истины только относительные. Он писал: «Добросовестные судьи обычно не считают, что установленная ими истина является абсолютной, а те из них, которые внутренне убеждены в этом, нередко заблуждаются, как и всякий исследователь»¹⁾.

В. С. Тадевосяну хочется и неправильные приговоры подвести под истину. Но неправильный приговор не является истинным. Если же он верен, то он и абсолютно, и относительно верен в разных отношениях. Неправильно утверждение В. С. Тадевосяна, что вывод судьи не может претендовать на такую точность, как «дважды два четыре». Именно к такому знанию и должен стремиться суд.

Критикуя точку зрения названного выше автора, М. С. Строгович в книге «Материальная истина и судебные доказательства в советском уголовном процессе» (1955 г.) допускает неточность, отождествляя объективность и абсолютность истины. Кроме того, введение М. С. Строговичем термина «материальная истина» не имеет оправдания, вносит путаницу в понимание истины. Судебное исследование должно установить истину, которая обладает разными признаками. Не все выводы суда верны, что объясняется не просто недобросовестностью, но и сложностью познания. Степень неверностей бывает различной. Задача состоит в том, чтобы не допускать судебных ошибок, а не смазывать различия между истиной и ложью, как делает это В. С. Тадевосян.

Много неточностей, по нашему мнению, в понимании истины допустил А. И. Трусов в книге «Основы теории судебных доказательств» (1960 г.). Прежде всего, неправильно утверждение его, что суждения с гносеологической точки зрения «могут быть либо истинными, либо не истинными, либо, наконец, вероятно или возможно истинными» (стр. 27). Вероятными называются те суждения, истинность или ложность которых неизвестна. Но из этого не следует, как думает тов. Трусов, что, кроме лжи и истины, есть третье.

Автор отождествляет, далее, истинность, верность с объективностью, не видя различия этих признаков (стр. 20—21). На стр. 118 А. И. Трусов отождествляет конкретность и относительность истины, дальше (на стр. 125—130) он уже относительность не отграничивает от ложности и субъективизма.

В книге отношение между объективной и абсолютной истиной рассматривается как отношение части и целого. А. И. Трусов пишет: «...всякая объективная истина является частью абсолютной истины...»²⁾.

Марксизм, утверждая, что в природе и обществе нет непроходимых в метафизическом смысле пропастей между предметами, признает единство абсолютного и относительного. Абсолютность не означает отсутствия относительности в другом, именно в другом отношении. Исследуя, например, проблему свободы, нельзя решать ее односторонне в пользу только ее абсолютности или относительности.

Процесс постепенного освобождения человека от скованности естественными и общественными силами не означает обретения им только абсолютной свободы. Пока есть свобода, она относительна и абсолютна в разных отношениях, что, конечно, не является отрицанием роста ее степени, в особенности при коммунизме.

С разных сторон надо рассматривать самостоятельность форм общественного сознания. Они обладают атрибутом абсолютности в развитии, поскольку развиваются по своим законам, имеют свою специфику в формах и способах отражения, но в то же время они относительно

1) В. С. Тадевосян, К вопросу об установлении материальной истины в советском процессе, «Советское государство и право», 1948, № 6, стр. 68.

2) А. И. Трусов, Основы теории судебных доказательств, М., 1960, стр. 119.

самостоятельны, поскольку обуславливаются экономической стороной в конечном счете, зависят от нее, т. е. по отношению к ней относительно самостоятельны.

Ошибкой является признание только абсолютной самостоятельности искусства, морали, права, политики и т. д. Но не меньшую ошибку совершают те, кто видит в них только относительную самостоятельность. Первая ошибка характерна для современной буржуазной социологии с ее утверждением о «филиации идей», о самостоятельной истории идей, духовной жизни и т. д. Вторая ошибка является следствием вульгаризации отношения между духовным и материальным (Шулятиков, Фриче и другие).

Обнаружение и признание какой-либо противоположности должно иметь следствием признание и поиски, исследование другой. Если этого не делается, это может привести к ложному утверждению, что существует только первая противоположность. Противоположности могут существовать только в единстве и борьбе, что, конечно, не означает их равнозначности, одинаковости степени развитости, важности и т. д. Это и создает возможность определенности утверждений об объектах.

В исследовании конкретных объектов необходимо учитывать диалектическое единство противоположностей. Незнание противоположного не должно приводить к утверждению об его отсутствии. Прекрасное, например, есть единство субъективного и объективного, абсолютного и относительного; практика как критерий абсолютна и относительна; о пространстве и времени можно сказать то же самое. Учет единства абсолютного и относительного имеет огромное методологическое значение. Диалектическая логика требует от познающего субъекта исследования в объекте противоположных сторон, их соотношения, изучения конкретных проявлений абсолютности и относительности, правильного отражения в субъективной диалектике объективной.

М. В. АСАТРЯН

ПРОБЛЕМА ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ЗАКОНА В СВЕТЕ РАБОТЫ В. И. ЛЕНИНА «МАТЕРИАЛИЗМ И ЭМПИРИОКРИТИЦИЗМ»

Под экстраполяцией закона мы понимаем всякую попытку распространить сферу действия какого-либо закона на качественно отличную область явлений, подчиняющихся своим законам. Эта проблема представляет особый интерес, поскольку, с одной стороны, экстраполяция закона широко применяется в практике научного исследования в целом ряде наук, например, в физике, и порой оказывает существенную помощь при решении новых задач; с другой стороны, большинство наших философов отрицательно относится к ней, считая ее порождением метафизики, способным лишь тормозить развитие науки¹⁾.

Слов нет, экстраполяция закона содержит тенденцию метафизического отрицания качественного многообразия явлений и несводимости сложных явлений к простым, высших форм движения материи к низшим, что весьма интенсивно используется социал-дарвинистами, сторонниками органической теории общества, механицистами и другими. Но следует ли отсюда, что при всех условиях она наносит вред науке и что всякие попытки переноса законов и понятий одной области знаний на другую достойны лишь осуждения? В последнее время мысль о том, что экстраполяция закона плодотворна, все больше получает признание. Так, Ю. Сачков пишет: «...путем сведения одних теорий к другим нельзя раскрыть сущность физических теорий, но опыт развития физики говорит также, что одним из путей ее развития является экстраполяция законов и теорий одного круга физических явлений на другие, соседние области²⁾). Необходимость экстраполяции закона Сачков объясняет двумя причинами: наличием преемственной взаимосвязи между физическими теориями и тем, что только путем экстраполяции можно выяснить сферу действия закона. В пределах физики и, по-видимому, в пределах любой науки это, должно быть, правильно. Но если взять экстраполяцию закона в более широком плане, а именно, экстраполяцию закона одной науки на область явлений, изучаемых другой наукой, скажем, законов механики на биологические явления или на общественную жизнь, то окажется, что первая из указанных причин отсутствует. Это обусловлено тем, что между механикой, биологией и общественными науками нет преемственной связи, как это имеет место между классической и современной физикой. Что же касается второй причины, то она остается в силе, и потому экстраполяция в таких случаях выступает как момент в процессе выяснения сферы действия закона.

¹⁾ В. П. Тугаринов, Законы объективного мира, их познание и использование, ЛГУ, 1954, стр. 140; В. М. Ковалгин, Диалектический материализм о законах науки, Минск, 1958, стр. 87.

²⁾ Ю. Сачков, О материалистическом истолковании квантовой механики, М., 1959, стр. 28.

Наша задача — рассмотреть, почему процесс выяснения сферы действия закона, а также преемственная связь между теориями обуславливает необходимость экстраполяции законов. На этой основе становится возможным установить, каковы условия правомерности и неправомерности экстраполяции и ее роль в развитии науки. Для решения этой задачи имеют значение ленинские положения о соотношении абсолютной и относительной истины, об исторической ограниченности и относительности практики как основы познания и критерия истины, о гносеологических и социальных корнях «физического идеализма», а также критика Лениным отрицания махистами качественного своеобразия общества и сведения его к физическим и физиологическим процессам, т. е. экстраполяции законов физики и биологии на общественную жизнь.

**

Экстраполяция закона представляет собой попытку распространить сферу его действия на качественно отличную область явлений. Под сферой действия закона понимается вся область подчиненных ему явлений, где закон выступает как регулятор процессов, т. е. управляет движением и развитием явлений.

Сфера действия закона зависит от условий его действия и прежде всего от специфических, которые вызывают его и определяют его содержание. Например, специфическим условием действия второго начала (закона) термодинамики являются макроскопические замкнутые системы, так как они определяют сферу его действия и его содержание. Сфера же действия законов классической механики определяется условиями: во-первых, скорость движения механических масс должна быть значительно меньше скорости света (C), где релятивистские эффекты ничтожно малы и, во-вторых, размерность процесса (энергия \times время) должна быть значительно больше постоянной Планка (h), где свойства дискретности несущественны. Иначе говоря, сфера действия законов классической механики распространяется на движение громадных масс с малыми скоростями.

Специфические условия характеризуют первый и наиболее важный аспект сферы действия закона.

Сфера действия закона зависит также от неспецифических условий, которые необходимы, но не определяют его содержания. Так, к неспецифическим условиям действия биологического закона единства организма и внешней среды относятся физико-химические факторы.

Таким образом, каждый закон имеет свои неспецифические условия, которые определяют второй аспект сферы его действия.

Сфера действия закона имеет еще и третий аспект, который определяется частными условиями его действия. Частные условия удобно рассмотреть в связи со специфическими условиями. Одна из важных особенностей специфических условий, как это нетрудно заметить, заключается в том, что они носят общий характер. Поэтому они, как и всякое общее, не существуют в чистом виде, вне конкретных явлений. Но всякое явление — конкретность — есть единство общего и единичного, т. е. наряду с общими и существенными сторонами и свойствами оно имеет индивидуальные и несущественные стороны и свойства. Последние — мы их и называем частными условиями действия закона — тоже влияют на закон, определяя конкретные формы его проявления. Так, частными условиями действия законов классической механики являются конкретные величины скорости, массы, размерности процесса и др.

Особенность частных условий состоит в том, что они подвижны и изменчивы, но их изменение в известных пределах не оказывает на закон существенного влияния. Однако за этими пределами их изменение неизбежно приводит к тому, что закон перестает действовать. Здесь

находит свое выражение закон перехода количественных изменений в качественные. Количественные изменения частных условий приводят к качественным изменениям специфических условий, т. е. к их ликвидации и возникновению иных специфических условий, вследствие чего данный закон теряет силу, уступая место другому закону. В самом деле, всякое изменение скорости движения масс в пределах скоростей, значительно меньших C , для законов классической механики не имеет существенного значения. Но если скорость достигает величины, сравнимой с C , они теряют силу, уступая место законам релятивистской механики. Точно так же законы классической механики уступают место законам квантовой механики, если размерность процесса становится сравнимой с h .

Отсюда следует, что сфера действия закона с точки зрения его частных условий — это тот диапазон их изменений, в пределах которого он сохраняет силу. И поскольку каждый закон имеет сферу действия в указанном аспекте, он выступает как мера явления.

Наконец, существуют случайные условия действия закона, часть которых хотя и влияет на сферу действия закона, но для понимания экстраполяции не имеет существенного значения.

Прежде всего необходимо остановиться на том, в чем выражается экстраполяция закона в указанных выше трех аспектах сферы его действия независимо от того, правомерна она или нет.

**

Экстраполяция закона в первом аспекте сферы его действия выступает как попытка включить в сферу действия закона одних явлений качественно иные явления на основе предположения о том, что последние в сущности тождественны с первыми и, следовательно, специфические условия упомянутого закона в равной мере присущи и им. Примерами подобной экстраполяции могут служить попытки объяснить законом тяготения Ньютона вековое вращение перигелия Меркурия и распространить закон сохранения четности на все виды взаимодействия элементарных частиц.

История экстраполяции ньютоновского закона тяготения на явление векового вращения перигелия Меркурия приблизительно такова. К 1845 году, т. е. в течение более чем полутора веков со времени открытия Ньютоном закона тяготения, все известные тогда явления, связанные с движением планет солнечной системы, были удовлетворительно объяснены. Исключение составляло явление возмущения орбиты Урана. Наблюдения показывали, что орбита Урана отклоняется от той, которую он должен иметь по закону тяготения Ньютона. Лаверье, исходя из этого закона и предполагая, что он действует и в данном случае, сделал вывод о существовании неизвестной планеты, вызывающей аномалию орбиты Урана. Планета была названа Нептуном. Вскоре на основе вычислений Лаверье Нептун был обнаружен.

Но Лаверье обнаружил также вращение перигелия Меркурия, не учитываемое известными возмущающими факторами. И тут он сделал предположение о существовании новой планеты, которую он назвал Вулканом. Однако проходили годы, десятилетия, а Вулкан не обнаруживался. В то же время благодаря повышению точности астрономических наблюдений удалось заметить крайне незначительное вращение орбит у всех планет. Усилия астрономов объяснить эти новые факты действием ньютоновского закона тяготения не давали никакого результата. И это положение сохранилось до разработки Эйнштейном в 1916 году общей теории относительности. С возникновением общей теории относительности стало ясно, что необъяснимые законом тяготения Ньютона возмущения планетных орбит и прежде всего вращение

орбиты Меркурия объясняются искривлением пространства в поле тяготения и, следовательно, являются результатом действия закона, согласно которому свойства физического пространства зависят от поля тяготения.

Аналогично обстояло дело с экстраполяцией закона сохранения четности. Когда в физике был сформулирован закон сохранения четности, то казалось, что опыты подтверждали его справедливость для всех видов взаимодействия элементарных частиц. Ученые-физики были уверены, что в квантовой механике этот закон является таким же всеобщим и абсолютным, как закон сохранения энергии, и не допускали даже мысли о том, что он может оказаться недействительным для какого-либо вида взаимодействия элементарных частиц. Однако в 1956 году Ли и Янг выдвинули гипотезу, а Ву тонкими экспериментами доказал, что закон сохранения четности при слабых взаимодействиях элементарных частиц (например, при бета-распаде) не действует.

Как видно, общим для приведенных нами случаев экстраполяции закона является то, что она происходит на основе отождествления качественно различных областей явлений и переноса специфических условий действия закона одной области явлений на другую. Но между ними имеется и некоторое различие. В случае с ньютоновским законом тяготения экстраполяция была безуспешной, так как все попытки объяснить с его помощью вековое вращение перигелия Меркурия и другие подобные явления терпели неудачу. В случае же с законом сохранения четности экстраполяция была успешно осуществлена и лишь позже выяснилось, что одна из групп включенных в сферу его действия явлений не подчиняется ему. Указанное различие, однако, не имеет важного значения, поскольку нас интересует в первую очередь не то, удачно она проведена или неудачно, а сам процесс экстраполяции. Следует отметить, что это полностью относится и к другим формам экстраполяции закона, о которых речь будет ниже.

Экстраполяция закона во втором аспекте сферы его действия имеет место в том случае, если специфические условия действия закона одних явлений, выражающие их сущность, исследователь принимает за условия, выражающие сущность также качественно отличной области явлений, хотя в самом деле они не являются таковыми, а представляют собой неспецифические условия действия закона этой области явлений. Иначе говоря, неспецифические условия действия законов одной области явлений принимаются за их специфические условия, вследствие чего из поля зрения исследователя выпадают подлинные специфические условия законов и, значит, сами эти законы. Это приводит к отождествлению данной области явлений с той областью, где указанные неспецифические условия действительно являются специфическими условиями действия ее законов. В свою очередь это приводит к экстраполяции законов последней на первую область явлений. Примерами такой экстраполяции служат попытки распространить законы физических или химических явлений на биологические явления и переносить законы физики, химии или биологии на общественную жизнь. Как уже было сказано, специфические условия законов физики, химии и биологии существуют и в общественной жизни, но они здесь выступают в качестве неспецифических условий действия законов общественного развития. И вот когда указанные неспецифические условия начинают рассматривать как специфические условия действия законов общественного развития, это неизбежно приводит к отождествлению явлений общественной жизни с явлениями физическими, химическими или биологическими, и в результате законы общественного развития оказываются сведенными к законам этих явлений.

Суть экстраполяции закона в рассматриваемом плане, таким обра-

зом, заключается в том, что законы одной области явлений, которые действуют в другой области в качестве неглавных, побочных, возводятся в ранг главных законов этой области, характеризующих ее сущность.

Экстраполяция закона в третьем аспекте сферы его действия происходит в том случае, если диапазон изменений частных условий действия закона, в пределах которого он имеет силу, берется исследователем в более широком масштабе, чем он есть в действительности. В результате, вне поля зрения исследователя оказывается момент перехода количественных изменений частных условий в качественные, то обстоятельство, что изменение частных условий за определенными пределами влечет за собой исчезновение специфических условий данного закона и возникновение специфических условий другого закона. Это приводит к тому, что в сферу действия какого-либо закона включаются такие явления, которые существуют при частных условиях, выходящих за сферу действия данного закона и которые в силу этого подчиняются своим законам. Примеров экстраполяции закона в указанном плане чрезвычайно много. К ним относится экстраполяция законов классической физики на движение макротел со скоростями, сравнимыми со скоростью света, и на микропроцессы, законов истечения дозвуковых потоков газа на сверхзвуковые, аэродинамических законов дозвуковых скоростей полета на сверхзвуковые, закона Бойля-Мариотта на высокие давления порядка тысячи атмосфер и другие.

В рассматриваемом аспекте экстраполяция закона выступает в двух разновидностях. В основе первой разновидности лежит перенос законов одной области явлений на другую область, где эти законы не действуют. Ярким примером этого является экстраполяция законов истечения дозвуковых потоков газа на сверхзвуковые. Законы истечения газовых потоков, которые были сформулированы при изучении дозвуковых потоков, долго считались справедливыми для всяких скоростей истечения газа. Но в период создания реактивных двигателей ученые обнаружили, что они не имеют силы для сверхзвуковых потоков. Исследователи законы истечения газовых потоков в реактивных двигателях, советский ученый Л. А. Вулис, в частности, установил, что законы дозвуковых и сверхзвуковых потоков не только различны, но во многих отношениях противоположны. Так, например, законы, согласно которым сужение канала, подвод дополнительной массы газа и подвод тепла вызывают ускорение газового потока, справедливы для дозвуковых скоростей. В условиях сверхзвуковых скоростей они уступают место законам, имеющим противоположный характер. На этой основе был сделан важный вывод о том, что под влиянием одностороннего воздействия указанных выше факторов величину скорости газового потока можно довести до скорости звука, но нельзя перевести через нее. Например, путем сужения канала скорость газа можно довести до скорости звука. После этого необходимо в том пункте, где скорость достигла критической, расширить канал. С этим связан принцип работы геометрического сопла. В расходном сопле ускорение движения газа в дозвуковой части канала достигается посредством подвода дополнительной массы газа, а в его сверхзвуковой части — путем отсоса газа¹⁾.

Итак, были установлены две системы законов для дозвуковых и сверхзвуковых потоков газа, сферы действия которых лежат рядом и взаимосвязаны частными условиями действия этих законов. Экстраполяция закона здесь представляет собой попытку распространить сферу действия одного закона на лежащую рядом и связанную с ней указанным выше образом сферу действия другого закона.

Вторая разновидность экстраполяции закона в интересующем нас

¹⁾ См. Г. Н. Абрамович, Прикладная газовая динамика, М., 1953, стр. 152.

аспекте имеет более сложный характер. Для того чтобы разобраться, в чем состоит ее специфика, рассмотрим соотношение между сферами действия законов классической и релятивистской механики. Как известно, в период после формулирования Ньютоном законов классической механики и до разработки Эйнштейном законов релятивистской механики, физики были уверены, что законы ньютоновской механики справедливы для движения масс со всякими скоростями. С возникновением релятивистской механики стало ясно, что сфера действия законов классической механики значительно уже той, которую им приписывали. Было установлено, что сфера их действия охватывает область движения макротел с малыми скоростями относительно C . При громадных же скоростях, сравнимых с C , они оказываются неверными и уступают место законам релятивистской механики. На первый взгляд может показаться, что законы классической и релятивистской механики имеют различные сферы действия, лежащие рядом, что их соотношение аналогично соотношению между сферами действия законов дозвуковых и сверхзвуковых потоков газа. На самом деле это не так. Классическая и релятивистская механика — две между собой тесно связанные ступени познания движения макротел. Законы релятивистской механики представляют собой более высокую ступень познания, обладают более богатым содержанием, глубже и полнее отражают движение макротел, чем законы классической механики. Одновременно они имеют более широкую сферу действия, чем законы классической механики, поскольку движение макротел с малыми скоростями они отражают глубже и точнее в сравнении с последними и, кроме того, отражают движение масс с громадными скоростями. Но отсюда никоим образом не следует, будто релятивистская механика полностью отбросила классическую механику. Законы последней остаются верными для движения макротел с малыми скоростями как первое приближение, представляя собой предельный случай законов релятивистской механики. Связь и взаимоотношение законов классической и релятивистской механики выражены в «принципе соответствия», где отмечены условия перехода от «новых законов» к «старым законам».

И здесь перед нами наиболее ярко встает диалектический характер процесса познания. Диалектика процесса познания такова, что более глубокая ступень познания, находящая свое выражение в более совершенной теории, не отвергает полностью существующую до нее теорию, не ведет к отбрасыванию старых законов и понятий или к простому их исправлению. Движение познания от менее глубокой сущности явлений к более глубокой сущности или, как говорил В. И. Ленин, от сущности первого порядка к сущности второго порядка есть качественный скачок, который фиксируется в новых законах и понятиях. Поэтому экстраполяция законов классической механики на движение масс с громадными скоростями была не столько попыткой переносить законы одной области явлений на другую, сколько попыткой распространить законы науки, отражающие сущность механического движения на определенном уровне, т. е. сущность первого порядка на более глубокую сущность, сущность второго порядка.

**

Рассмотрев экстраполяцию во всех трех аспектах сферы действия закона, мы можем теперь остановиться на порождающих ее причинах, выяснить условия ее правомерности и роль ее в развитии науки.

Относительная истинность наших знаний говорит о том, что между сферой действия объективно существующего закона и ее отражением в законе науки не может быть полного и абсолютного совпадения, откуда возникает необходимость их четкого разграничения. С этой целью

наше представление о сфере действия закона обозначим термином «сфера применения закона науки».

Несовпадение сферы применения закона науки со сферой действия закона очень существенно для понимания причин экстраполяции закона и определения условий ее правомерности. В чем же оно заключается? Для решения поставленного вопроса обратимся к следующей важной мысли В. И. Ленина. Отмечая относительный характер научного знания, Ленин писал: «...пределы истины каждого научного положения относительны, будучи то раздвигаемы, то суживаемы дальнейшим ростом знания»¹⁾. Легко заметить, что в данном высказывании предполагается, что до раздвижения или сужения пределов истины того или иного научного положения сфера его применения уже или шире отражаемого объекта. Именно в этом заключается несовпадение сферы применения закона науки со сферой действия закона. Сфера применения закона науки оказывается уже или шире сферы действия закона в силу относительности истины, содержащейся в наших знаниях о сфере действия закона. И по мере развития познания закона, сферы его действия, в ходе которого познание через относительные истины движется к абсолютной истине, сфера применения закона науки постепенно приводится в соответствие со сферой действия закона. В свете сказанного ясно, что экстраполяция закона, т. е. момент, когда сфера применения закона науки шире сферы действия закона, — одна из сторон указанного их несовпадения, которое преодолевается в процессе развития науки.

Приведенные нами примеры экстраполяции закона в первом и третьем аспекте сферы его действия (второй аспект мы пока не будем затрагивать) хорошо иллюстрируют это положение. Все попытки распространить закон тяготения Ньютона на вращение перигелия Меркурия, закон сохранения четности на слабые взаимодействия элементарных частиц, законы дозвуковых потоков газа на сверхзвуковые потоки и другие не были просто ошибкой, случайностью. Они были закономерны и связаны с определенным уровнем развития науки и практики. Поэтому они могли быть преодолены не в любой момент, а на более высоком уровне развития науки и практики. Отсюда понятно, почему экстраполяция закона тяготения Ньютона была преодолена в 1916 году с возникновением общей теории относительности — современной теории тяготения, а закона сохранения четности — в 1956 году. То же самое можно сказать о преодолении экстраполяции всех остальных рассмотренных нами законов. Как отмечает В. И. Ленин, согласно Ф. Энгельсу, «суверенность мышления осуществляется в ряде людей, мыслящих чрезвычайно несуверенно; познание, имеющее право на истину, — в ряде относительных (релятивных заблуждений»²⁾.

Экстраполяция закона принадлежит как раз к числу тех релятивных заблуждений, посредством которых осуществляется суверенность мышления и через которые познание движется к абсолютной истине. Об этом убедительно свидетельствует пример Энгельса с законом Бойля-Мариотта, который не раз уточнялся, суживаясь.

Очевидно, что положение, когда сфера применения закона науки шире сферы действия его оригинала — объективно существующего закона — есть неизбежный момент в развитии познания, представляя собой конкретное выражение диалектики абсолютной и относительной истины. Отсюда прогресс науки происходит также в форме постоянного возникновения и преодоления экстраполяции закона. Поэтому тот, кто не признает правомерности экстраполяции закона в известных условиях, тот по существу требует, чтобы сфера применения закона науки зара-

1) В. И. Ленин, Соч., т. 14, стр. 122.

2) Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, М., 1952, стр. 81

нее точно соответствовала сфере действия закона, что означает отрицание одного из направлений развития науки и равносильно требованию иметь науку раньше науки.

Однако правомерность экстраполяции закона, вытекающая из диалектики абсолютной и относительной истины, представляет одну сторону дела. Само собой разумеется, что недостаточно показать это, необходимо еще вскрыть конкретно ее роль в развитии научного знания. И в процессе решения данного вопроса будут выяснены также остальные условия ее правомерности.

Для того, чтобы вскрыть роль экстраполяции закона в развитии научного знания, нужно рассматривать ее в связи с практикой. В «Материализме и эмпириокритицизме» Ленин доказал, что практика непрерывно развивается и совершенствуется. Историческая ограниченность и относительность практики в процессе познания закона выражается в следующем: во-первых, она не может охватить все бесконечное множество подчиненных закону явлений; во-вторых, она не в состоянии сразу охватить весь диапазон изменений частных условий действия закона; в-третьих, фактический материал, на основе которого закон формулируется, дается и проверяется ею с ограниченной степенью точности. В силу этого закон открывается на основе исследования той части бесконечного множества явлений, того интервала изменений частных условий его действия и того уровня точности фактического материала, в пределах которой практика на каждом данном этапе своего развития позволяет вести научное исследование. Этим обуславливается неполный и приблизительный характер знания о законе и сфере его действия, одним из проявлений которого является то, что сфера его действия представляется либо уже, либо шире, чем она есть в действительности. Чтобы полностью ликвидировать несовпадение сферы применения закона науки со сферой действия закона, необходимо практически охватить все подчиненные закону явления, охватить весь диапазон изменения его частных условий. Иными словами, для установления сферы действия закона, нужно подойти к той линии, пункту, за которыми закон не имеет силы. Это возможно лишь в том случае, если исследователь по мере развития практики все больше и больше будет удаляться от тех явлений и тех частных условий, в которых закон первоначально был обнаружен, что неизбежно порождает экстраполяцию закона, т. е. попытку распространить действие закона на соседнюю область явлений, подчиненную другому закону. Конечно, можно возразить, что экстраполяция вовсе не обязательна, что возможно исследовать явления осторожно и без экстраполяции установить сферу действия закона. Но дело в том, что границы сферы действия закона, подобно границам государств, не обозначены опознавательными знаками. Еще Гегель заметил, что «...через определение нечего, как предела, уже совершается выход за пределы»¹⁾. Не переступая границ действия закона, мы не имеем возможности определить тот рубеж, за которым его действие не простирается.

Глубокая причина экстраполяции закона заключается в его специфических функциях. Законы науки — основа практической деятельности людей. Из этого следует их познавательная функция. Законы науки — опорные пункты познания, отмечал Ленин. Опираясь на открытые законы, познание движется к другим законам. В ходе данного процесса и устанавливается сфера действия закона. Если выясняется, что закон действует и в новых явлениях, то раздвигаются пределы применения закона науки. Если же они не вмещаются в его рамки, то возникает противоречие между новой практикой и старой теорией, которое является движущей силой развития познания. Лишь с этого момента воз-

¹⁾ Цит. В. И. Ленин, *Философские тетради*, М., 1949, стр. 85.

никает потребность разработки теорий, новых законов, объясняющих новые данные практики. Значит, установление сферы действия закона с необходимостью предполагает экстраполяцию. Определение сферы действия закона и сформулирование нового закона, действующего во вновь открытой области явлений, представляют собой две стороны единого познавательного процесса.

Таким образом, экстраполяция закона возникает в период отставания теории от практики, как конкретное выражение появившегося между ними противоречия.

Правомерность экстраполяции закона с этой точки зрения непосредственно вытекает из той характеристики, которую дает Энгельс гипотезе: «Наблюдение открывает какой-нибудь новый факт, делающий невозможным прежний способ объяснения фактов, относящихся к той же самой группе. С этого момента возникает потребность в новых способах объяснения, опирающегося сперва только на ограниченное количество фактов и наблюдений»¹⁾.

Но понимание того, что новый факт делает невозможным прежний способ объяснения, не может быть априорным и выступить вначале. Оно может быть результатом познавательного процесса. Лишь неудачность попыток объяснить новый факт прежним способом и приводит к такому пониманию. Поэтому без экстраполяции прежнего способа объяснения на новый факт такого понимания достигнуть невозможно. И по мере возникновения такого понимания попытки распространить прежний способ объяснения на новый факт постепенно теряют свое оправдание. Причем сама экстраполяция готовит предпосылки своего преодоления.

В процессе экстраполяции закона и в значительной степени благодаря ей постепенно накапливаются все новые и новые факты, которые подвергаются теоретическому анализу с позиций данного закона. И когда теоретический анализ этих новых фактов и явлений достигает определенного уровня, появляется возможность сформулирования гипотез об их сущности, о законах, которым они подчиняются. Будучи средством теоретического исследования новых явлений, законы науки помогают анализировать их и открыть законы, которым они подчиняются. В некоторых случаях помощь эта может быть очень существенной.

Для иллюстрации сказанного рассмотрим в общих чертах ту роль, которую сыграли законы классической физики и, в особенности, классической механики в возникновении релятивистской и квантовой механики. Законы классической механики, как известно, были сформулированы путем исследования больших масс, движущихся с малыми скоростями, и, начиная с 18 века, они лежали в основе промышленного развития передовых для того времени стран Европы. Успех, достигнутый в их практическом применении, обусловил распространение механистического взгляда на природу. Законы и понятия классической механики начали применяться для объяснения молекулярных, световых, электрических, магнитных и других явлений. На этом пути физика достигла больших успехов. Все физические теории, например, молекулярно-кинетическая теория, теория электричества, света и др. были созданы по образцу и подобию теории классической механики, что в рамках тогдашнего уровня науки и экспериментальной техники, как правило, находило практическое подтверждение. Однако по мере развития науки и практики появились новые факты, которые показывали, что указанные области явлений невозможно полностью объяснить с точки зрения классической механики. При этом следует подчеркнуть, что открытие новых

¹⁾ Ф. Энгельс, Диалектика природы. М., 1955, стр. 191

фактов, подрывающих механистический взгляд на природу, осуществлялось в значительной степени под направляющим влиянием самих механистических теорий. В этом отношении особенно важную роль сыграла классическая волновая теория света. В основе классической волновой теории света, как известно, лежало представление о том, что свет является колебанием эфира, некоей универсальной упругой среды, подчиняющейся законам классической механики. Поэтому, несмотря на то, что классическая волновая теория сумела в XIX веке объяснить почти все свойства света и получила вследствие этого общее признание, тем не менее для окончательного упрочения ее позиций необходимо было экспериментально доказать существование эфира. В связи с этим вопрос об эфире стал одним из фундаментальных в физике, и ученые-физики на протяжении многих лет прилагали усилия для его решения. Но их усилия долго ни к чему не приводили, вопрос оставался открытым из-за недостаточного уровня экспериментальной техники.

Наконец, в 1881 году Майкельсону удалось сконструировать свой знаменитый интерферометр, с помощью которого он доказал, что эфира не существует. Механистическая теория света, таким образом, повисла в воздухе, что имело важное значение в подготовке почвы для современной теории света. Значение опытов Майкельсона, однако, не исчерпывается этим. Они выявили поразительный факт постоянства скорости света, т. е. ее независимость от движения источника, из которого впоследствии выросли специальная теория относительности и релятивистская механика.

С возникновением релятивистской механики было твердо установлено, что законы классической механики не применимы к явлениям, протекающим с громадными скоростями, сравнимыми со скоростью света, что их сфера действия ограничена медленными скоростями.

Таким образом, лишь на основе проникновения практики в область громадных скоростей стало возможным установить сферу действия законов классической механики. И в этом огромную роль сыграла сама классическая механика, так как той нитью, которая направляла поиски исследователей и привела к специальной теории относительности и релятивистской механике, была гипотеза об эфире, следовавшая из механистического взгляда на свет.

Резюмируя сказанное, отметим, что экстраполяция закона правомерна и плодотворна до тех пор, пока нет практических и теоретических предпосылок для раскрытия сущности новых явлений и сформулирования их законов. Но как только эти предпосылки возникли, экстраполяция законов становится неправомерной, она начинает тормозить развитие науки. С этого момента всякое промедление в преодолении экстраполяции закона задерживает развитие науки.

Все попытки махистов переносить законы механики и биологии на общество были разгромлены Лениным в работе «Материализм и эмпириокритицизм». Критикуя социологические взгляды махистов, в частности, «социальную энергетику» Богданова, Ленин писал: «Нет ничего легче, как наклейть «энергетический» или «биолого-социологический» ярлык на явления вроде кризисов, революций, борьбы классов и т. п., но нет ничего бесплоднее, схоластичнее, мертвее, чем это занятие!»¹⁾.

Именно эти случаи имеют в виду, когда считают экстраполяцию закона неправомерной. Но, как мы видели, отсюда вовсе не следует, будто экстраполяция закона вообще неправомерна и ненаучна.

¹⁾ В. И. Ленин, Соч., т. 14, стр. 314.

А. А. ФУРМАН

О ТЕОРЕТИКО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОМ ЗНАЧЕНИИ АКСИОМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА В СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКЕ

В современной физике получает все более широкое применение аксиоматический метод. Аксиоматика использовалась в той или иной степени на всем протяжении развития физики. Классическими примерами построения физической теории на основе определенных аксиом являются динамика Ньютона и термодинамика Клаузиуса. В современной науке выдвигается задача аксиоматического построения не только отдельных физических теорий, но общих основ физики. Программа аксиоматизации физики намечается, в частности, Д. Гильбертом в его работе «Основания физики» (1915). Тенденция к аксиоматизации физики отражает объективные закономерности ее развития, связанные с необходимостью выработки единой научной картины мира и с задачами логической систематизации основ науки. Однако действительная роль аксиоматического метода, условия и границы его применимости получают ошибочное истолкование в современной буржуазной философии.

В физике XVIII—XIX веков использование аксиоматики истолковывалось в смысле возможности сведения законов физики к законам механики. Это механистическое направление в аксиоматике сохраняет известное влияние и в современной физике, проявляется в стремлении свести единую научную картину мира к теории какой-либо одной из форм движения материи, например, механического или электромагнитного движения. Так, критика механицизма, которая была дана в прошлом веке Ф. Энгельсом, сохраняет все свое значение по отношению к современному механицизму в истолковании аксиом физики.

Пороки и недостатки механического материализма в истолковании смысла и значения физических аксиом вызвали противоположную крайнюю реакцию, на основе которой складывается идеалистическое понимание аксиом физики. Характерным выразителем этого понимания аксиоматики явился Д. Гильберт.

Задачу аксиоматизации физики Д. Гильберт пытается решить путем простого перенесения аксиоматического метода из математики в физику. Однако, как уже отмечалось в литературе¹⁾, в истолковании математических аксиом Гильберт оказывается на идеалистических позициях. Аналогичное положение имеет место и в истолковании Гильбертом физических аксиом. Аксиомы физики Гильберт рассматривает формальными математическими принципами, способными втиснуть в свои рамки все содержание наших знаний не только о неживой, но и о живой природе.

¹⁾ См. Г. И. Рузавин, Значение книги В. И. Ленина для критики «математического идеализма», «Вопросы философии», № 5, 1959, стр. 148.

В статье «Познание природы и логика», рассматривая биологические законы наследственности и отмечая определенные количественные закономерности в изменчивости у различных поколений дрозофилл, Гильберт утверждал: «...законы наследственности выступают как применения линейных аксиом конгруэнтности, т. е. элементарных геометрических предложений об откладывании отрезков; столь просто и точно и одновременно столь чудесно, как вряд ли могла бы их сочинить даже самая смелая фантазия».

Гильберт рассматривает в своей работе «Основания физики» в качестве аксиом физики формальные математические требования, первое из которых заключается в равенстве нулю вариации интеграла некоторой мировой функции H , а второе требование выражает принцип общей ковариантности¹⁾. Гильберт утверждает, что законы механики, теории тяготения и электродинамики представляют собой следствия этих двух аксиом. Однако при этом совершенно не выясняется физическое содержание сформулированных в качестве аксиом математических требований. Гильберт считает, что «...при помощи составленных здесь уравнений будут разъяснены сокровеннейшие, до сих пор скрытые явления внутри атома и на их основе должно оказаться возможным вообще свети все физические постоянные к математическим постоянным²⁾».

Формалистическое истолкование Гильбертом физических аксиом представляет собой проявление «математического идеализма», причины возникновения которого были глубоко вскрыты в произведении В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм».

«Крупный успех естествознания,— писал В. И. Ленин,— приближение к таким однородным и простым элементам материи, законы движения которых допускают математическую обработку, порождает забвение материи математиками. «Материя исчезает», остаются одни уравнения³⁾».

Уже в процессе развития математики обнаруживается ограниченность аксиоматического метода и невозможность выведения из какой-либо единственной системы аксиом всей математики.

А. Н. Колмогоров подчеркивал по этому поводу:

«Можно говорить лишь о системах аксиом отдельных математических теорий, а не о системе аксиом всей математики в целом. Математика в целом не может быть до конца аксиоматизирована, т. е. выведена из раз навсегда данной конечной системы аксиом. Решающей причиной этого является все более глубокое, никогда не останавливающееся изучение свойств объектов реального мира⁴⁾».

Тем более является неосновательным стремление к чисто аксиоматическому построению всей физики, однако задача аксиоматизации основ физики является правомерной.



Для понимания условий и возможностей применения аксиоматического метода в физике, а также его действительного мировоззренческого смысла важное значение имеет вопрос о физическом содержании аксиом Гильберта.

Первая аксиома Гильберта является обобщением принципа стационарного действия Остроградского-Гамильтона. Согласно принципу Остроградского-Гамильтона, путь перехода системы из одного состоя-

¹⁾ См. Гильберт, Основания физики. В сборнике «Вариационные принципы механики», стр. 589—590, АН СССР, 1959.

²⁾ Там же, стр. 598.

³⁾ В. И. Ленин, Соч., т. 14, стр. 294.

⁴⁾ А. Н. Колмогоров, Аксиома, БСЭ, т. 1, стр. 616.

ния в другое характеризуется экстремумом действия, представляющего собой для замкнутых систем интеграл по времени от разности кинетической и потенциальной энергии системы.

Принцип стационарного действия считался первоначально законом, относящимся лишь к механическому движению. Однако Гельмгольцем было показано, что как кинетическая, так и потенциальная энергия, входящие в выражение действия, могут иметь самые разнообразные формы, обусловленные качественным своеобразием различных физических систем.

В непосредственной связи с принципом стационарного действия находятся другие вариационные принципы, подразделяющиеся на дифференциальные и интегральные принципы. К числу дифференциальных принципов относятся принцип возможных перемещений Даламбера, принцип наименьшего принуждения Гаусса и принцип прямейшего пути Герца.

Вариационные принципы нередко рассматриваются формальными математическими способами решения различных задач, лишенными какого-либо определенного физического содержания. Для преодоления такой точки зрения важное значение имеют исследования по изучению исторического развития вариационных принципов, осуществленные Л. С. Полаком, Б. Г. Кузнецовым, А. Т. Григорьяном и рядом других советских историков физики. На основе этих исследований может быть прослежена глубокая внутренняя связь вариационных принципов с законом сохранения и превращения материи и движения. Л. Больцман называл принцип стационарного действия принципом максимума преобразования энергии. Этот принцип шире закона сохранения энергии, так как в его содержании выражается не только постоянство, но и изменчивость, превращаемость энергии.

Обобщение Гильбертом принципа стационарного действия основывается на развитии этого принципа в теории относительности. Развитие принципа действия в теории относительности происходит в направлении все более широкого охвата этим принципом самых разнообразных физических явлений. Предметом специальной теории относительности служат такие физические явления, в которых имеет место неразрывная связь механических и электромагнитных процессов. Наличие этой связи обуславливает необходимость формулировки общих законов механики и электродинамики. Однако в классической физике законы механики и электродинамики оказывались в противоречии друг с другом. Ньютоновская механика основывалась на концепции дальнего действия, допускала возможность существования мгновенных действующих на расстоянии сил и рассматривала массу тела независимой от состояния его движения. В отличие от ньютоновской механики электродинамика Фарадея-Максвелла основывалась на концепции ближнего действия, но в то же время считала возможным пренебрегать массой электромагнитного поля. Эти противоречия приводили к представлениям, сводившим свойства массы и импульса лишь к законам их сохранения и отрицавшим превращаемость массы и импульса из одной формы в другую.

На основе громадного фактического материала теория относительности преодолевает противоречия между законами механики и электродинамики, выясняет общее физическое значение и неразрывную связь законов сохранения и превращения массы, энергии, импульса, момента импульса. Принцип стационарного действия выступает в специальной теории относительности выражением этого единства законов сохранения и превращения массы, энергии и импульса и дает тем самым аналитическую формулировку закона сохранения и превращения материи и движения, охватывающую механику и электродинамику.

Закон сохранения и превращения материи и движения является в теории относительности основой понимания причинной обусловленности изменений в состоянии физических объектов. В свете этого закона любые изменения в состоянии физических объектов осуществляются в процессе взаимодействия путем распространения потока массы, энергии, импульса. Причинная обусловленность изменений в состоянии физических объектов определяет соответствующую последовательность этих изменений во времени, а вместе с тем тот факт, что вообще причинно связанные друг с другом события не могут происходить одновременно.

Иными словами, скорость распространения взаимодействий имеет предел. Наличие предела скорости распространения взаимодействий, равного скорости света в пустоте, выступает как общее условие причинности, которое в специальной теории относительности вводится в качестве самостоятельного постулата. Необходимо подчеркнуть, однако, что условие причинности, выражаемое в постулате о постоянстве скорости света, не исчерпывает всего содержания принципа причинности. Общее физическое содержание принципа причинности выражается законом сохранения и превращения материи и движения.

Формулировка принципа действия в специальной теории относительности охватывает механику и электродинамику. В общей теории относительности решается задача установления общего закона движения для механики, электродинамики и гравитации. Для решения этой задачи оказалось необходимым функцией состояния, выходящую в выражение для действия, поставить в зависимость не только от электромагнитных, но и от гравитационных потенциалов. Тем самым дается формулировка принципа действия, охватывающая механику, электродинамику и гравитацию. Именно в этой своей форме принцип действия выступает в первой аксиоме Гильберта.

В теории относительности принцип стационарного действия выражается через динамические переменные. Однако в процессе развития квантовой механики выясняется, что противоречивая корпускулярно-волновая природа микрообъектов требует для формулировки законов их движения применения величин иной математической природы — некоторых операторов, действующих на динамические переменные. Функции состояния микрообъектов приобретают при этом статистический характер, а вместе с тем получает соответствующее выражение и сам принцип действия.

В качестве второй аксиомы Гильберт формулирует требование общей ковариантности мировой функции. Вопрос о смысле и значении требования общей ковариантности является объектом дискуссии в литературе. В. А. Фок¹⁾ и А. Д. Александров²⁾ отрицают какое-либо физическое значение требования общей ковариантности, считают его чисто математическим требованием, лишенным определенного физического содержания. М. Ф. Широков³⁾ выступает против такой оценки требования общей ковариантности и видит его физическое значение в новом понимании свойств пространства и времени.

В вопросе о смысле и значении принципа общей ковариантности необходимо, на наш взгляд, принять во внимание следующие основные соображения.

¹⁾ В. А. Фок, Теория пространства, времени и тяготения, Гостехтеоретиздат, 1956.

²⁾ А. Д. Александров, Теория относительности как теория абсолютного пространства — времени, Сб. «Философские вопросы современной физики», АН СССР, М., 1959.

³⁾ М. Ф. Широков, О материалистической сущности теории относительности, там же.

Выражаемый первой аксиомой Гильберта принцип действия получает свою аналитическую формулировку через количественные меры материи и движения. Вид этих мер материи и движения не вытекает из каких-либо общетеоретических соображений, но может быть установлен лишь на основе эксперимента. Поэтому в формулировку общей физической теории должны быть аксиоматически введены утверждения о виде общих величин, характеризующих материю и движение. Однако при аналитической формулировке мер материи и движения возникает ряд проблем.

Одним из важных результатов современной физики в решении задачи аксиоматического построения ее основ является глубокий анализ тех общих проблем, которые возникают при аналитической формулировке мер материи и движения. Осуществление этого анализа явилось исходной посылкой теории относительности.

В чем заключаются основные черты проблем, возникающих при аналитической формулировке мер материи и движения? Любая физическая величина, характеризующая состояние тела, имеет определенное значение лишь в определенной системе, в которую входит данное тело. Вопрос о том, существуют ли такие естественные физические системы, в которых получает свою определенность состояние любых тел, обычно даже не возникает, так как существование таких систем представляется самоочевидным. Однако этот вопрос связан с другим, более общим вопросом, находится ли каждое тело лишь в одной единственной физической системе или его следует рассматривать одновременно входящим в различные системы. На разных этапах развития науки этот вопрос решался по-разному.

В древнегреческой науке существовала точка зрения — Птолемея, или геоцентрическая концепция, — согласно которой существует абсолютная система тел, центром которой является земля, и существует абсолютное состояние тел, отнесенное к этой системе. Уже в древнегреческой науке намечается взгляд, раздвигающий рамки геоцентрической концепции и рассматривающий Землю лишь одним из тел более общей системы, связанной с Солнцем. Этот взгляд в науке нового времени оказывается основой гелиоцентрической, или Коперниковой, системы мира. Коперник и его последователи, особенно Джордано Бруно и Галлилей, сознавали, что не только Земля, но и Солнце является телом некоторой более общей системы. Однако такая точка зрения оставалась долгое время лишенной конкретного научного содержания и лишь к XX веку выясняется общая закономерность бесконечной ступенчатой структуры планетных систем. Выясняется, что планеты входят в системы, связанные со звездами, звезды группируются в галактики, последние образуют метагалактики, которые в свою очередь объединены в системы еще более высокого порядка и так до бесконечности. Эта бесконечная ступенчатая структура Вселенной характеризуется часто в литературе как иерархический принцип, формулировка которого связана с работами шведского астронома К. Шарлье.

Бесконечная ступенчатая структура физических систем и наличие у всех этих систем определенного собственного состояния движения обуславливают необходимость при установлении вида величин, характеризующих физические объекты, формулировки также и законов преобразования этих величин при переходе от одной системы к другой. Формулировка таких преобразований предполагает установление инвариантных мер, т. е. величин, сохраняющих свой вид относительно соответствующих преобразований. Аксиоматическое построение физической теории предполагает поэтому необходимость формулировки в качестве исходных положений не только мер материи и движения, но и общих закономерностей в структуре физических систем и в их соб-

ственных состояниях движения, характером которых определяется вид преобразований перехода. В геоцентрической концепции вопрос о формулировке уравнений преобразования вообще не возникает. В ньютоновской механике преобразования перехода имеют вид преобразований Галилея, основывающихся на представлении об инерциальности системы и относящихся лишь к механическим процессам, происходящим в системе. В специальной теории относительности сохраняется представление об инерциальности систем, но выясняется необходимость при установлении вида преобразований перехода принимать во внимание взаимосвязь механических и электромагнитных процессов. С учетом этой взаимосвязи оказывается необходимым заменить преобразования Галилея преобразованиями Лоренца. В общей теории относительности считается недопустимой абстракция инерциальной системы, принимается во внимание неинерциальность физических систем в реальных условиях, и соответствующим образом видоизменяются преобразования перехода. Меры материи и движения оказываются при этом инвариантными относительно преобразований перехода от одной неинерциальной системы к другой, чем и определяется физическое содержание общей ковариантности.

В содержании физических аксиом получают, таким образом, свое отражение некоторые общие законы, выражающие наиболее общие отношения самых разнообразных по своей природе физических объектов и образуемых ими систем. Среди этих законов центральное место занимает закон сохранения и превращения материи и движения. Общее физическое значение закона сохранения и превращения материи и движения не означает само по себе возможность сведения к нескольким уравнениям всех физических законов. Бесконечное качественное многообразие физических явлений и несводимость качественных различий к чисто количественным обуславливают невозможность выразить закон сохранения и превращения материи и движения в одном или нескольких уравнениях, рассматриваемых как аксиомы физики. Никакая аналитическая формулировка закона сохранения и превращения материи и движения не исчерпывает полностью содержания этого закона, так как он относится не только к процессам, допускающим непосредственную и однозначную количественную характеристику, но и к любым другим процессам, причем не только к физическим, но и к химическим и биологическим.

Тем не менее, не существует абсолютных пределов аналитической формулировки мер материи и движения, и только развитие науки и практики может дать ответ на вопрос о каких-либо границах проникновения математики в физику. Этими соображениями определяется относительность возможностей аксиоматизации всей физики, однако несколько не умаляется значение аксиоматики для понимания широкого круга физических явлений и, прежде всего, основ физики.

В. С. ШВЫРЕВ

**НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИМВОЛИЧЕСКОЙ
ЛОГИКИ К АНАЛИЗУ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ЗНАНИЯ
(НА МАТЕРИАЛЕ ЭВОЛЮЦИИ НЕОПОЗИТИВИСТСКОЙ
«ЛОГИКИ НАУКИ»)**

Среди современных логических исследований надо выделять исследования двух типов: исследования по «чистой» символической логике, направленные на разработку различных логических исчислений, и исследования по «прикладной» логике, связанные с применением логического аппарата, разработанного в исследованиях первого типа, к анализу связей и отношений между элементами научного знания — понятиями и высказываниями. Когда говорят о современной формальной логике (математической или «символической»), то обычно имеют в виду исследования первого типа — и это правильно, однако не надо забывать при этом, что современная логическая проблематика не ограничивается только конструированием аппарата, т. е. «чистой» логикой, совокупностью логических исчислений. Аппарат разрабатывается для того, чтобы применять его к анализу знания, а здесь мы переходим в область «прикладной» логики. Нельзя поэтому судить о состоянии и проблемах современной логической науки только на основе «чистой» символической логики. Современное логическое исследование в целом предполагает как аспект конструирования логического аппарата, так и аспект его актуального использования. В нашей статье речь идет именно о логическом использовании исчислений, например, двузначного исчисления высказывания, т. е. о применении его к анализу знания, а не о возможности применения его к другим областям, например, в технике для исследования релейно-контактных схем.

Исследования второго типа иногда называются «логическим анализом науки», или просто «логикой науки». Они опираются на исследования первого типа и предполагают их, ибо зависимости между элементами знания формулируются при помощи схем, разработанных в «чистой» логике. Важно, однако, понять, что в связи с логическим анализом знания, осуществляемым при помощи этих схем, появляется новая проблематика. Если положения «чистой» логики (так называемые законы логики, как, например, $p \cdot g \equiv p \vee g$), являются схемами зависимостей между любыми высказываниями, взятыми в полном отвлечении от каких-либо возможных характеристик типа знания, образующего эти высказывания, то в «прикладной» логике имеют дело с реальными знаниями и вынуждены учитывать эти характеристики (например, участвует ли в выработке знания непосредственно восприятие, скажем, «этот дом — высокий» или конstituенты высказывания не имеют непосредственно чувственного аналога, скажем, «энтропия замкнутой системы увеличивается»). В связи с исследованиями по «прикладной» логике встает вопрос: а возможно ли вообще, и если возможно, то в каких пре-

делах, установление соотношений между данными знаниями при помощи понятий «чистой» формальной логики. Решение этого вопроса с необходимостью должно учитывать типы анализируемых знаний. Эта типизация сама по себе не относится к логике, это, пользуясь терминологией современной семиотики, прагматические характеристики знания¹⁾ (поскольку, например, участвует ли в выработке знания непосредственно наблюдение познающего — это вопрос прагматики), тогда как символическая логика, как утверждают ее теоретики, имеет дело только с синтаксическими и семантическими свойствами знания. Однако, как мы увидим в дальнейшем, именно ее (типизацию знания) приходится учитывать, исследуя вопрос о применимости аппарата символической логики к анализу знания.

Разработка «чистой» логики представляет собой свободное конструирование синтаксических или семантических систем (это выражается в «дефинитивном», аналитическом характере чистой семантики и синтаксиса). Однако реальное применение логического аппарата (а в конечном счете он для этого и разрабатывается) предполагает учет «прагматических» характеристик анализируемого знания и только с учетом последних решается вопрос о практической применимости аппарата современной логики как логического аппарата. И решение его, как увидим дальше, зависит от возможности выражения средствами символической логики отношений между знаниями разных прагматических типов.

Наиболее последовательной и обстоятельной попыткой применения схем математической логики — высшей стадии развития формальной логики — для логического анализа научного знания является направление, основанное логиками-неопозитивистами. По существу «логический анализ науки» представляет собой попытку разработать «математически точную» методологию науки на основе аппарата математической логики.

Прежде всего следует подчеркнуть, что формальная логика вообще, ее современная разновидность «математическая или символическая логика» в частности, выдвигает на передний план и делает основным предметом своего рассмотрения связи и зависимости, определяющие истинность одних высказываний на основе значения истинности других высказываний. Это положение непосредственно очевидно в отношении логической системы «Principia Mathematica» А. Уайтхеда и Б. Расселла, из которой исходили логики «Венского кружка». Дальнейшее развитие математической логики привело к разработке исчислений, отличающихся от системы «РМ» и даже противопоставляемых ей (модальные логики, многозначные логики, вероятная логика и пр.). Формулы этих исчислений не обязательно выражают «переносы» значений истинности, однако, смысл исходных понятий этих исчислений при их интерпретации всегда раскрывается в понятиях, связанных с условиями и значениями истинности. Все эти исчисления разрабатывались в связи с проблематикой связи высказываний по значениям и условиям истинности — вероятностная и многозначная логика как попытка обобщения двузначности, модальная — как попытка формализации отношения следования и т. д.

Заметим, что само это определение значения истинности, как и «передача» истинности одних высказываний другим, могут трактоваться операционально, в частности, умозаключение, операции образования составного высказывания из элементарных и т. п. — как логические действия. Однако «основанием» такого рассмотрения всегда являются отношения высказываний по их условиям истинности, определяемые объективными отношениями выражаемых в высказывании состояний действительности. Это обстоятельство получило в настоящее время при-

¹⁾ Точнее, языка, в котором выражается знание.

знание в логической семантике Карнапа. Как указывает Карнап, задача логики состоит в установлении определенных отношений между предложениями (или высказываниями, выражаемыми предложениями), обычно называемых логическими отношениями, среди них, как одно из фундаментальных понятий логики, отношение логического следования или выводимости (Карнап. *Logical foundations of probability*, 1950, p. 28). Эти отношения, по Карнапу, являются ничем иным, как семантическими отношениями между предложениями, обуславливаемыми отношениями между условиями истинности этих предложений.

Такой характер «чистой» символической логики предопределяет предмет и характер основанной на ней «прикладной» логики: неопозитивистский «логический анализ науки» (или просто «логика науки») сводится к исследованию связей научных утверждений по их условиям истинности. Вся система научного знания понимается при этом как совокупность утверждений, в которой значения истинности одних утверждений определяются через значения истинности других утверждений.

Очевидно, что такое понимание включает в качестве необходимого условия предположение, что в этой совокупности существуют элементарные высказывания, значение истинности которых должно быть задано каким-то нелогическим способом. Как мы уже указывали выше, если в «чистой» математической логике, разрабатывающей лишь схемы отношений между высказываниями, можно отвлечься от вопроса о том, что представляет собой этот нелогический способ, предполагая лишь данность истинности элементарных знаний, то «логический анализ науки», претендующий на объяснение действительных знаний, неизбежно сопряжен с принятием какого-то решения этого вопроса (с точки зрения неопозитивистов — «прагматического»). Здесь возможны три ответа: истинность исходного, неоправдываемого логическим путем утверждения 1) дана априорно или схватывается интуитивно (априоризм, интуитивизм); 2) принимается по соглашению (конвенционализм); 3) дается показаниями чувств (эмпиризм). Последний вариант, который кажется наиболее естественным и наиболее соответствующим практике научного мышления, и принимается в исследованиях по «логике науки» — условия истинности элементарных высказываний интерпретируются как эмпирические, чувственно-данные условия истинности, существование или несуществование которых устанавливается посредством восприятия.

Таким образом, исходный принцип «логического анализа науки» или «прикладной логики» — изображение знания как системы связанных по значениям истинности утверждений, обуславливаемый применением аппарата символической логики, специфицируется эмпиристской трактовкой «привнесения» в эту систему исходных значений истинности. Тем самым в неопозитивистской «логике науки» чувственное восприятие становится конечным гарантом истинности всякого утверждения. Такая концепция предполагает: 1) существование в системе знания утверждений, истинность которых полностью и безоговорочно устанавливалась бы путем чувственного восприятия, — выделение так называемого эмпирического уровня знания; 2) возможность определения истинности всех остальных утверждений на основе истинности эмпирически проверяемых высказываний — сведение всего остального знания к этому эмпирическому уровню.

Реализация этой концепции в конкретном исследовании свойств научных знаний натолкнулась, однако, на принципиальные трудности.

1. Как показала продолжительная дискуссия по проблеме так называемых «протокольных предложений» (см. например, Kraft, Wiener Kreis, англ. перевод), в системе знания невозможно выделить «чистые»

эмпирические утверждения, содержание которых целиком сводилось бы к чувственному восприятию. Получение единичных высказываний о чувственно воспринимаемых объектах, которые служили для неопозитивистов прообразом непосредственного опытного знания, не сводится к акту восприятия, хотя последний и является его необходимым условием. Даже само по себе выражение ощущения в речи, так называемые предложения наблюдения, вроде «это — красное», привносит универсальное и сверхсубъективное значение, не сводимое к моментальному и субъективному акту ощущения. Неопозитивистская «логика науки» вынуждена была принять, что в строении науки нет «абсолютно базисных предложений», что допущение определенных «предложений наблюдения» в качестве базисных всегда содержит момент условности, соглашения.

II. Тщательный анализ вопроса в многочисленных работах представителей «логического анализа науки» выявил принципиальные трудности на пути установления связей по условиям истинности между утверждениями, составляющими эмпирическую основу знания, и остальными научными положениями.

Первоначально в неопозитивистской «логике науки» считалось, что каждое осмысленное утверждение о действительности эквивалентно некоторому конечному классу эмпирически проверяемых высказываний, что предполагало сводимость (редукцию) условий истинности всякого высказывания к совокупности условий истинности эмпирических высказываний. (Назовем эту концепцию «концепцией эквивалентности»). Взятые в операциональном плане, постулируемые этой концепцией логические связи рассматривались как операции получения составного высказывания из элементарных эмпирических высказываний. В конечном счете это сводилось к синтезу составных высказываний из элементарных посредством сочетания дизъюнкции и конъюнкции с учетом вариации знаков высказываний («А» и «не-А»). Однако концепция эквивалентности не выдерживала критики уже потому, что высказывания, в которых формулируются законы науки, обычно имеют характер неограниченной общности, распространяются на бесконечный класс предметов и, естественно, не могут быть эквивалентны какому-либо конечному классу единичных утверждений²⁾.

Как известно, классическая логика стремилась решить проблему неограниченно общей значимости высказываний при помощи индукции. Существо индукции (так же, как и концепции эквивалентности) состоит в идее синтеза высказываний наблюдения, взятых как элементарные, в составное знание. Результат синтеза — индуктивное обобщение — опять-таки разворачивается в ряд единичных высказываний и, таким образом, условия истинности индуктивного обобщения сводятся к совокупности условий истинности элементарных эмпирических утверждений. Отличие индуктивистского подхода от концепции эквивалентности состоит лишь в том, что синтез элементарного знания о конечном ряде состояний экстраполируется на бесконечный ряд состояний данного типа. Соответственно полученное составное знание разворачивается не в конечный, а в бесконечный ряд высказываний наблюдения.

Это отличие не устраняет, однако, общей существенной черты концепции эквивалентности и индуктивистского подхода — постулирования сводимости истинности всякого высказывания к эмпирически данным условиям истинности. Такая точка зрения предполагает возможность сведения значений терминов, составляющих высказывания, к чувстви-

²⁾ О невыразимости высказываний, формулирующих «законы науки», в виде молекулярных предложений исчисления высказываний, см. Швырев, К вопросу о каузальной импликации, Сб. «Логические исследования», М., 1959.

но воспринимаемым характеристикам. Однако содержание терминов, входящих в научные утверждения, таких, как «электрон», «потенциал», «стоимость» и пр., отнюдь не ограничивается фиксацией непосредственного данного. Именно поэтому условия истинности научных утверждений не сводятся к совокупности (конечной или бесконечной — это в данном случае безразлично) условий истинности высказываний наблюдения. Это предопределяет несостоятельность и индуктивистского подхода¹⁾, и концепции эквивалентности как способов выявления связи «нижних», эмпирических, уровней знания с его «верхними», теоретическими этажами.

Принцип синтеза элементарных высказываний в составное знание, лежащий в основе концепции эквивалентности и индуктивизма, является, однако, единственно возможным принципом объяснения способе получения нового знания из эмпирического знания в рамках формальной логики. Из неприменимости предлагаемых формальной логикой схем получения знания к реальному познанию представители неопозитивистской «логики науки» делают неправомерный вывод вообще о невозможности исследования в логике процессов получения теоретического знания из эмпирического. Неправомерность этого вывода определяется тем, что он имеет в качестве неявной посылки необоснованное предположение о том, что формальная логика является единственно возможной логикой. Вышеуказанный вывод приводит к тому, что в противоположность установкам классического индуктивизма современные зарубежные теоретики логики считают, что получение общего теоретического знания из единичного, эмпирического, знания, открытие законов науки представляет собой не логический, а психологический процесс и в силу этого не может рассматриваться как предмет логики. «Нахождение объяснений (т. е. теоретических положений — В. Ш.) принадлежит к контексту открытия и может быть анализируемо только психологически, а не логически. Оно представляет собой процесс интуитивного угадывания и не может быть изображено как рациональная процедура, контролируемая логическими правилами. Я отказываюсь следовать призыву установления правил логики открытия. Не существует таких правил». (Reichenbach, *Theory of probability*, 1949, Zos Angel. p. 434).

Отказываясь от анализа процессов получения теоретического знания ввиду невозможности объяснить их действительный характер в понятиях формальной логики, «логика науки» берет факт существования этого знания как данное и пытается выявить логические связи между теоретическими обобщениями и эмпирическими знаниями в процессе подтверждения первых, принимаемых гипотетически, вторыми. Один из видных логиков-неопозитивистов Гемпель так говорит об этом. «То, что определяет правильность гипотезы, — это не путь, посредством которого она получена..., но путь, посредством которого она выделяется при проверке, т. е. когда она сопоставляется с относящимися к делу данными наблюдениями. Соответственно поиски правил индукции в первоначальном смысле канона научного открытия должны быть замещены в логике науки поисками общего объективного критерия, определяющего: А) можно или нет — и если можно, то В) с какой степенью вероятности сказать о гипотезе Н, что она подтверждается имеющейся массой очевидности Е. Этот подход существенно отличается от индуктивистской концепции проблемы о том, что он предполагает не только Е, но также

¹⁾ На неспособность индукции в любых ее видах объяснить образование знания, содержащего теоретические понятия, указывает, в частности, Hempel: *Studies in the logic of confirmation*, «Mind», v. 34, 1945; Barker, «Induction and hypothesis», N. G., 1957.

См. также Швырёв, Актуальные проблемы индуктивной логики, «Вопросы философии», № 1, 1959.

Н как данное и затем стремится определить некоторое логическое отношение между ними» (Hempel. *Studies in the logic of confirmation*, «Mind», v. 54, 1945, pp. 4—5, оценку подобной точки зрения см. также: Швырев, *Актуальные проблемы индуктивной логики*, «Вопросы философии», № 1, 1959).

Так как значение научно-теоретических понятий, не имеющих непосредственного чувственного коррелята, таких, как «масса», «энергия», «энтропия», «потенциал», «стоимость» и пр. не сводится к фиксации каких-то чувственно-данных характеристик, то связь теоретического и эмпирического уровня знания не может быть изображена как непосредственное соответствие каждого элемента научно-теоретического знания какому-то множеству элементов эмпирического знания. Знание, выражающее законы науки и формулируемое в понятиях, не имеющих непосредственно чувственного коррелята (будем называть его просто «теоретическим знанием»), представляет собой целостную систему взаимосвязанных понятий и высказываний, некоторые элементы которой связаны с эмпирическим знанием непосредственно, а остальные через посредство первых.

Таким образом, проблема обоснования гипотезы должна рассматриваться не как проблема непосредственного соотношения изолированной гипотезы с эмпирическим знанием, а как проблема проверки гипотезы в составе теоретической системы с учетом а) связей данной гипотезы с другими высказываниями, входящими в состав теоретической системы; б) специфики связи содержания гипотезы, не сводимого к чувственно воспринимаемому содержанию, с содержанием эмпирического знания. Идеальной формой теоретической системы естественно-научного знания современная логика считает гипотетико-дедуктивную теорию. Понятие гипотетико-дедуктивной теории является конкретизацией понятия аксиоматической системы применительно к естественно-научному знанию; помимо требований, предъявляемых к аксиоматическим системам вообще, гипотетико-дедуктивная теория должна также отвечать требованиям подтверждения составляющих ее аксиом и теорем путем вывода из них эмпирически проверяемых следствий.

Опыт современной логики свидетельствует, однако, о том, что решение проблемы обоснования гипотез в составе гипотетико-дедуктивной теории наталкивается на принципиальные трудности. Первая трудность заключается в том, что поскольку при выводе эмпирического следствия используется не одна какая-то гипотеза, а некоторая совокупность гипотез, организованных в гипотетико-дедуктивную теорию, то нельзя установить, какой именно из членов этой совокупности проверяется путем сопоставления эмпирического следствия с фактами. В частности, в подтверждаемой следствием системе знаний, выступающей суммарно, как основание всегда возможен элемент, содержание которого не используется для получения следствия и который тем самым фактически не подтверждается следствием. Тем не менее, являясь элементом системы посылок, он будет рассматриваться как подтвержденный следствием. Показано, в частности, что если существует три эмпирических высказывания, ни одно из которых не является следствием какого-либо другого, и если S — любое несоставное утверждение, то или S , или его отрицание проверяемы как компонент системы посылок, из которых следует эмпирически проверяемое утверждение (A. Church. *The Journal of Symbolic Logic*, v. 14 (1949), pp. 52—53).

Сама по себе идея эмпирической проверки теоретического знания имеет, однако, смысл только в том случае, если возможна раздельная проверка каждого положения теоретической системы. Действительно, если, применяя некоторый аппарат теоретических понятий, мы получа-

ем следствие, противоречащее факту, мы должны знать, какому именно компоненту теоретического аппарата мы обязаны своей ошибкой; с другой стороны, если это следствие соответствует фактам, мы должны знать, какой компонент теоретической системы подтверждается данными фактами.

Вторая принципиальная трудность при решении проблемы обоснования гипотез, организованных в гипотетико-дедуктивную теорию, связана с тем, что в состав гипотез входят понятия, значение которых не сводится к чувственно воспринимаемым характеристикам, но в то же время эти гипотезы используются для предвидения и объяснения эмпирических фактов и должны подтверждаться или опровергаться этими фактами. Рассмотрим в общем виде процесс подтверждения. Этот процесс в существе своем состоит в том, что из гипотезы в сочетании с единичным эмпирическим знанием мы выводим следствие, истинность которого устанавливается эмпирическим путем. Пусть мы имеем гипотезу $(x)(A(x) \rightarrow B(x))$, где A и B — термины, не обладающие непосредственно эмпирическим содержанием. Вывод из этой гипотезы единичного эмпирически проверяемого следствия, скажем, $\angle(x_1)$, подтверждающего гипотезу в сочетании с уже имеющимся эмпирическим единичным знанием $K(x_1)$ возможен только в том случае, если мы располагаем какими-то «смешанными» знаниями $(x)(K(x) \rightarrow \neg(A(x)))$ и $(x)(B(x) \rightarrow \angle(x))$, устанавливающими связь между непосредственно наблюдаемыми признаками и признаками, не наблюдаемыми непосредственно. Очевидно, что знания такого типа не могут быть проверены непосредственно эмпирически и сами требуют подтверждения как гипотезы. Однако процесс подтверждения этих знаний, в свою очередь, предполагает существование смешанных знаний типа $(x)(A(x) \rightarrow M(x))$ или $(x)(N(x) \rightarrow B(x))$, где M и N — непосредственно воспринимаемые признаки и т. д. до бесконечности. Включенность этих «смешанных» знаний в процессе подтверждения приводит, как это показано Гемпелем (Hempel. *Studies in the logic of confirmation*, «Mind», 54, 1945), к кругу точного определения понятия подтверждения гипотезы, основанного на идее успешного предвидения как критерии подтверждения, поскольку дедуктивный вывод эмпирически проверяемого предвидения, который рассматривается как условие подтверждения, сам в свою очередь предполагает подтверждаемость «смешанного» знания.

Современная логика знает еще иной способ подхода к рассмотренной выше проблеме. Развертывание гипотетико-дедуктивной системы может быть предпринято чисто формальными средствами, т. е. определение определяемых терминов на основе первичных и логическая дедукция теорем из аксиом могут быть представлены как построение одних знаковых комбинаций из других по определенным логическим правилам. Построенная таким образом теория представляет собой знаковую бессодержательную систему. Для того, чтобы теория явилась выражением знания, чтобы ее положения носили характер эмпирически проверяемых утверждений о действительности, ей придается эмпирическая интерпретация: некоторым терминам теории приписывается эмпирическое содержание. Остальные термины и положения получают в гипотетико-дедуктивной теории косвенную интерпретацию через логические связи с прямо интерпретированными терминами и положениями. Интерпретированные положения имеют непосредственно эмпирическое значение и, таким образом, их эмпирическая проверка не вызывает никаких трудностей. Поскольку интерпретация, однако, выражает содержание теоретических терминов через содержание эмпирических терминов лишь в той мере, в какой теоретические понятия включают непосредственно воспринимаемые признаки (например, понятие «кислота» — «покраснение лакмусовой бумаги под действием кислоты»), подтвержде-

ние теоретических утверждений возможно лишь в незначительном объеме их содержания, тогда как в основной части своего содержания эти теоретические утверждения остаются непроверяемыми.

Рассмотренные выше трудности свидетельствуют о невозможности решить проблему оправдания теоретического знания исключительно путем применения готового, сложившегося аппарата теоретических понятий и эмпирии, путем дедукции эмпирически проверяемых следствий. Сформированное наукой теоретическое знание не может быть обосновано путем сопоставления с эмпирическим знанием, так как его условия истинности, выражаемые его содержанием, принципиально не сводимы, качественно отличаются от условий истинности эмпирического знания.

Ни традиционно-индуктивистский, ни гипотетико-дедуктивистский подход, сводящие логические связи к отношениям знания с заданным, сформированным понятийным составом, отвлекающиеся от процессов выработки новых абстракций, не способны таким образом решить в полной мере проблему логического отношения эмпирического и теоретического знания.

Указанные выше неудачи неопозитивистского логического анализа науки выявились в ходе конкретных исследований самих логиков-неопозитивистов и получили достаточно широкое освещение в зарубежной литературе по «логике науки». Эти неудачи, как было показано выше, определяются: 1) тем, что в системе реального научного знания невозможно выделить чисто эмпирические высказывания, лишенные логического содержания; 2) тем, что знания теоретического уровня нельзя свести к знаниям эмпирического уровня. Что касается первого пункта, то следует заметить, что, хотя мы и лишены здесь возможности подробно рассматривать конвенционалистский и априористский подход к решению вопроса о характере исходных положений, несомненно, что эти подходы могут претендовать на научность еще в меньшей степени, чем эмпирический подход неопозитивистов. Несостоятельность всех трех возможных способов решения вопроса о «привнесении» значения истинности элементарных высказываний свидетельствует о неправильности самой постановки этого вопроса. Таким образом, в более общей форме можно сказать, что неудача неопозитивистской «логики науки» указывает на неправомочность (применительно к действительной системе знания) самой постановки задачи выявить некоторый класс высказываний с заданными внелогическим путем значениями истинности и свести — это касается второго вышеуказанного пункта — все остальные знания к этому классу высказываний по условиям истинности. Но эта постановка задачи в свою очередь, как было указано выше, с необходимостью вытекает из лозунга применения аппарата математической логики к всеохватывающему анализу действительной системы знания в целом. Формально-логический подход к знанию состоит, как мы уже указывали, в изображении знания как системы связанных по значениям истинности высказываний и, будучи основан на выявлении отношений между высказываниями по «условиям истинности», предполагает данность «условий истинности». «Условия истинности» высказывания — это не что иное, как действительность, выражаемая в содержании высказывания. Таким образом, формально-логический подход основан на данности готовых содержаний знания и отвлекается от процессов выработки нового мысленного содержания. А так как мысленное содержание вычленяется в абстракциях, получающих свое выражение в терминах соответствующих высказываний, то тем самым формально-логический подход по существу отвлекается от процессов получения новых абстракций. Формально-логическая теория определений рассматривает введение новых терминов как передачу вновь вводимому термину значения старых терминов. Такая концепция точно так же предполагает «зна-

чение» терминов, т. е. вычлененное в абстракции мысленное содержание, заранее данным и полностью отвлекается от процессов их выявления.

При операциональной трактовке формально-логических связей предметом рассмотрения становится, конечно, получение новых высказываний. Однако получение новых высказываний посредством формально-логических операций отнюдь не является вычленением нового мысленного содержания. Получение новых высказываний в формально-логическом смысле сводится либо к синтезу знаний в составное, сложное знание (индукция, сочетание операций конъюнкции и дизъюнкции), либо к анализу составного знания на его компоненты, либо к соединению знания по общим элементам его состава и последующему исключению опосредствующих элементов (дедукция). Во всех этих случаях понятийный состав знания, а тем самым и его мысленное содержание, воплощенное в абстракциях и связях между ними, во-первых, предлагается заранее данным, во-вторых, остается неизменным по отношению к формально-логическим преобразованиям. Именно этим объясняется невозможность объяснения при помощи формально-логических схем (индукция, операции конъюнкции и дизъюнкции) перехода от эмпирического уровня знания к теоретическому, так как такой переход, действительно имеющий место в истории мышления, представляет собой, прежде всего, выработку нового мысленного содержания.

Трудности так называемой логики науки и обуславливаются всеми этими специфическими чертами формально-логического аппарата. Действительно, отношения между знаниями различных типов, очень приближенно и огрубленно зачисляемыми в классы «теоретических» и «эмпирических» знаний, не могут быть поняты статично, как отношения готовых знаний по включению, пересечению и т. д. их «условий истинности», иначе говоря, фиксируемого в них содержания. Все это свидетельствует об ограниченности сферы действия символической логики и формальной логики вообще применительно к анализу реального знания в целом.

Поскольку существенная черта формально-логического подхода состоит в отвлечении от процессов выработки нового мысленного содержания, от процессов новых абстракций, естественно, напрашивающимся выходом из создавшегося положения оказывается установка на исследование именно этих процессов, на исследование генетических связей формирования абстракций. Это ставит перед логической теорией очень серьезные и трудные проблемы разработки таких исходных логических понятий, которые позволяли бы охватить проблематику генетических связей знания и процессов формирования нового мысленного содержания.

В. Н. САДОВСКИЙ

**К ВОПРОСУ О МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДМЕТОВ,
ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ СОБОЙ СИСТЕМЫ**

Одной из характерных особенностей современных научных дисциплин является то, что они вынуждены — в силу специфических свойств исследуемых ими объектов — перейти от анализа отдельных элементов и их свойств к исследованию сложных систем элементов и их связей. Внешне эта особенность современных наук выступает в виде чрезвычайно широкого использования термина «система» в литературе. Однако легко убедиться в том, что термин «система» употребляется в научной литературе в разных значениях. Нередко под системой имеют в виду множество, или совокупность, каких-то предметов (например, в этом смысле часто говорят о «системах тел умеренных размеров», «системе проводников» и т. д.). Иногда термин «система» используют как равнозначный с терминами «форма», «вид» («определенная система стереокино» или «система автомашин»). Гораздо чаще в научной литературе, употребляя термин «система», имеют в виду определенным образом упорядоченное множество элементов (предметов). Именно в этом смысле говорят, например, о периодической системе элементов Д. И. Менделеева, о молекуле как определенной системе составляющих ее элементов, о языке как системе и т. д. Подобное понимание термина «система» подразумевается и в том случае, когда говорят о системе знания, системе доводов или системе доказательств. Утверждая, что одной из характерных особенностей современных наук является исследование сложных систем предметов, мы имеем в виду использование термина «система» именно в этом последнем смысле, т. е. как определенным образом упорядоченное множество связанных друг с другом элементов.

Специалисты конкретных наук, сталкиваясь с задачей исследования предмета, представляющего определенным образом организованную систему, как правило, пытаются ее решить собственными силами. При этом им неизбежно приходится заниматься разработкой таких, например, проблем, как строгое определение понятия «система», описание основных свойств системных предметов, анализ типов систем, установление классификации систем, выяснение специфических особенностей знания, отображающего определенные системные предметы, и т. д. Все эти вопросы выходят за рамки специальных наук, и их анализ является задачей логики и методологии науки. Более того, стремление их разрешить средствами специальных наук заведомо обречено на неудачу, так как для такого анализа требуется разработка и тщательное исследование большого числа собственно логических и методологических понятий, чем, естественно, специалисты конкретных наук заниматься не в состоянии. Отмеченное обстоятельство, безусловно, не означает того, что мето-

дологическое исследование систем должно вестись в каком-то отрыве от материала специальных наук. Данные современных научных дисциплин составляют конкретную основу анализа методологических и логических вопросов, встающих в связи с исследованием систем, однако направленность методологического анализа этих проблем иная, чем в случае специального анализа определенных систем: если ученого-физика или биолога интересует нахождение *наиболее адекватной формы описания того или иного системного предмета*, то методолог науки пытается выяснить *специфические характеристики предметов, как систем* и разработать, опираясь на знание структуры научной теории, *принципы выражения в системе знания различных систем предметов*.

Задача исследования предметов, представляющих собой системы, встала в науке сравнительно недавно. В античной науке (в логике Аристотеля, геометрии Евклида и т. д.) пытались решить проблему упорядочения знания о каком-то предмете. Иногда говорят, что логика Аристотеля или геометрия Евклида являются определенными системами. В этом случае, однако, имеют в виду не исследование системного предмета, а лишь определенную форму организации знания. В античной науке предметы исследования не рассматривались как системы. Первые шаги в этом направлении были сделаны лишь в новое время. В этот период в ряде научных дисциплин (например, в механике), а также в философии в связи с усложнением объектов исследования встала задача системного анализа. Однако характерным для этого периода развития науки, впрочем как и для последующих ее этапов вплоть до конца XIX века, является стремление ученых при необходимости решения проблемы анализа системного предмета обойти теми или иными путями эту задачу и фактически свести исследование системного предмета к анализу несистемного предмета. Это совершалось, например, путем выделения исследуемого предмета в «чистом виде», причем те характеристики предмета, от которых абстрагировались, и составляли как раз специфические системные признаки предмета анализа. В других случаях исследование системного предмета сводили к анализу несистемного путем замены исследования внутренних параметров объекта описанием каких-то его внешних характеристик и установлением их взаимоотношений.

Ярким примером подмены задачи системного исследования анализом несистемного предмета является история развития представлений о природе значения языковых выражений (слов и предложений). Вопрос о значении языковых выражений может быть научно поставлен только в связи с анализом структуры специфически человеческого акта мышления, который представляет собой определенную форму деятельности, опосредованную системой знаков (языком). Структура человеческого мыслительного акта является сложной системой взаимосвязанных сторон, элементами которой выступают: предметное содержание, выражаемое в знаках, система знаков (язык), формы мыслительной деятельности, процесс человеческого поведения, процесс коммуникации и т. д. При рассмотрении мыслительного акта как системы проблема значения языковых выражений встает в связи с вопросами о функциональной роли элементов языка в этой системе и о предметном содержании, которое в них представлено. Решение этих вопросов возможно лишь при условии анализа определенных форм человеческой деятельности по употреблению языка и по установлению предметного содержания, выражаемого в знаках. Однако все исторически имевшие место попытки исследования значения языковых выражений игнорировали эту системную, «целостную» постановку проблемы. Значение слов и предложений языка усматривали либо в предметах (объектах), либо в идеях, либо в универсалиях. Во всех этих случаях вместо анализа сложной системы

человеческого акта мышления проблему значения пытались решить путем установления соответствия между некоторыми элементами этой системы, искусственно вырванными из нее и в силу этого потерявшими свои специфические характеристики. Кроме того, при попытках установления значения слов и предложений путем указания определенных предметов, идей или универсалий полностью абстрагировались от анализа форм человеческой деятельности (предметной, мыслительной и т. д.), без учета которой невозможно понять природу значения. В тех же случаях, когда значение знаков языка стремились установить путем анализа поведения человека, обусловленного теми или иными языковыми выражениями (бихевиористские теории), этот анализ ограничивался лишь внешними характеристиками человеческого поведения, не затрагивал исследование сложной взаимозависимости компонентов мыслительного акта, а в вопросе о природе значения знаков вновь приводил к представлению о том, что в качестве значения языковых выражений выступают изолированно взятые предметы мира или идеи (мысли). Таким образом, и в этом случае за исследование значения языковых выражений выдавался анализ сравнительно простого, несистемного предмета¹⁾.

Несмотря на то, что для науки нового и новейшего времени характерно стремление элиминировать задачу анализа системного предмета, все же в этот период были проанализированы некоторые проблемы системного исследования. Из имеющихся в истории попыток подхода к анализу системных предметов и системы знания главными являются следующие.

Во-первых, в специальных научных дисциплинах, начиная с нового времени, собран большой материал по исследованию *конкретных системных предметов и выражению результатов этого анализа в специальном научном языке*. Например, в механике уже Иоганн Бернулли (1667—1748) решает конкретные задачи, в которых фигурируют определенным образом организованные соединения тел («об ударе одним телом нескольких тел и об общем определении их движения после удара», «об ударе трех твердых тел по различным направлениям» и т. д.). Понятие «система» в механике широко использует Ж. Даламбер (1717—1783). Характерной для его трактата «Динамика» (1743) является такая, к примеру, постановка задачи: «Дана система тел, расположенных друг относительно друга произвольным образом. Каждому из этих тел передается некоторое движение, которое оно, однако, не может воспринять вследствие действия прочих тел. Найти движение каждого из данных тел». Для решения подобных задач Даламберу приходится анализировать различные типы связей между телами—элементами системы («о телах, соединенных между собой при помощи нитей или стержней»; «о телах, действующих друг на друга с помощью нитей, вдоль которых они могут свободно скользить» и т. д.). Дальнейшее развитие понятия «механическая система» дано в работах Лагранжа (1736—1813). В его трактате «Аналитическая механика» (1788) анализируется не только более усложненная картина системных предметов, но и имеется попытка подхода к построению системы знания о таких предметах (Лагранж использует аксиоматический принцип построения знания).

Во-вторых, в древней философии и особенно в философских системах нового и новейшего времени происходил процесс выяснения *специфических особенностей системы знания*. Уже логика Аристотеля яв-

¹⁾ Подробнее по этому поводу см. Н. С. Юлина, Ю. П. Михаленко, В. Н. Садовский, Некоторые проблемы современной философии, М., Изд-во АН СССР, 1960, стр. 128—158.

лялась ответом на вопрос о принципах организации научного знания, которое нельзя рассматривать как механическое собрание множества отдельных утверждений. Научное знание, это хорошо понимали крупнейшие представители античной философии, представляет собой определенным образом организованную систему, последующие элементы которой опираются на предыдущие, благодаря чему невозможно отбросить те или иные ее элементы, не нарушив всей системы. Процесс выявления специфических особенностей системы знания шел в истории философии не по пути анализа отдельных типов связей между предметами, как это было в специальных науках, а по пути вычленения общих характеристик системы знания как определенным образом организованного относительно замкнутого целого. В этой связи целесообразно вспомнить утверждение Кондильяка (1715—1780): «Всякая система есть не что иное, как расположение различных частей какого-нибудь искусства или науки в известном порядке, в котором они все взаимно поддерживают друг друга и в котором последние части объясняются первыми»¹⁾ и положение Шеллинга из его «Системы трансцендентального идеализма» (1800): «В качестве гипотезы принимается наличие в нашем знании системы, т. е. такой целокупности, которая сама за себя отвечает и в себе согласуется»²⁾. Кроме факта целостности («замкнутости») системы знания, при ее философском анализе рассматривались вопросы соотношения в научном знании чувственного и рационального компонентов, эмпирических и теоретических элементов, субъективной и объективной сторон, а также проблемы внутренней организации (строения) знания (например, вопрос об аналитическом и синтетическом характере предложений, поставленный в XVII веке и интенсивно дискутируемый вплоть до настоящего времени).

Отмеченные две главные линии анализа систем (системных предметов и систем знания) в специальных науках и философии, с одной стороны, привели к разработке достаточно большого эмпирического материала по исследованию конкретных случаев системных предметов, а с другой стороны, позволили выяснить некоторые общие характеристики системы знания. Тем не менее исследования, проводимые в этих направлениях, были, бесспорно, весьма далеки от решения проблемы системного анализа. Причина этого заключалась прежде всего в том, что вплоть до середины XIX века исследования по системам представляли собой механическое соединение самых разнообразных проблем (как специально научных, так и теоретико-познавательных), отсутствовало четкое понимание специфики задач и методов решения специально научного исследования системных предметов и методологического подхода к системному исследованию. Философский, теоретико-познавательный анализ системы знания опирался в подавляющем большинстве случаев на ложные исходные основания (как например, в немецкой классической философии XVIII—XIX веков). Из-за неразработанности методологических принципов системного анализа специалисты конкретных наук были в состоянии исследовать лишь простейшие системные предметы. В силу этого можно сделать вывод о том, что *до середины XIX века проблема системного анализа не только не была решена, но даже фактически не была четко поставлена ни в науке, ни в философии.*

Заслуга строгого осознания задач системного исследования вообще, методологии анализа систем, в частности, принадлежит Карлу Марксу.

1) Э. Б. де Кондильяк. Трактат о системах, М., 1938, стр. 2.

2) Ф. В. И. Шеллинг, Система трансцендентального идеализма, Л., Спизкгиз, 1936, стр. 31.

Перед К. Марксом стояла задача теоретического воспроизведения системы экономических отношений капиталистического общества. Решение этой задачи было немислимо без выяснения методологических принципов анализа сложных систем. Это четко формулировал К. Маркс, который видел одну из главных причин неудач предшествующей ему политической экономии в полном непонимании методологических проблем, стоящих перед ней. Созданная К. Марксом в «Капитале» и в «К критике политической экономии» теория капиталистического способа производства одновременно представляет собой детальную разработку методологических принципов исследования системных предметов.

В работах К. Маркса содержится детальный анализ объективной структуры исследуемого им предмета—системы капиталистических производственных отношений, специфику которой составляет наличие *связей особого рода* между ее элементами. Марксом подробно исследованы *разные типы связей* исследуемой системы и особое внимание уделено анализу *связей развития*. Вычленение объективной структуры анализируемой системы является важнейшим условием методологического анализа, специфическая задача которого состоит в определении *приемов и способов мышления*, использование которых дает возможность адекватного теоретического описания системного предмета. В этом отношении в работах К. Маркса содержится богатейший материал: им раскрыты методы анализа сложного объекта, формы соединения абстрактных определений исследуемого объекта, пути исследования одновременно данных и исторически изменяющихся элементов системы и т. д.

Системный анализ, примененный К. Марксом при исследовании капиталистических производственных отношений, стал предметом детального логического исследования в марксистской философии. В частности, была проанализирована общая структура метода восхождения от абстрактного к конкретному¹⁾, исследованы приемы и способы воспроизведения в мышлении исторических процессов развития²⁾, вскрыты принципы воспроизведения истории развития философии³⁾, методологические принципы, установленные Марксом, применены к анализу системы атрибутивного знания⁴⁾ и т. д. Тем не менее в этой области в настоящее время остается много недостаточно разработанных или совсем не решенных проблем.

Прежде всего необходимо уточнить определение понятия «система». Важнейшими характеристиками системы являются: 1) связь ее элементов и 2) целостный характер системного образования. В силу этого под *системой* следует понимать *множество элементов с их связями и отношениями, образующее некоторое целостное образование*. Связь в данном случае понимается достаточно широко (сюда входят причинные связи, связи развития, обусловленность одним явлением другого и т. д.). Качественно различные типы связей обуславливают специфические формы систем.

Из приведенного определения понятия «системы» вытекает, что *научное знание (теория) всегда представляет из себя определенным образом организованную систему*, так как для него характерны как взаимосвязанность его компонентов, так и его целостный (относительно замкнутый) характер. В методологии и логике науки достаточно подро-

1) См. А. А. Зиновьев, Восхождение от абстрактного к конкретному (на материале «Капитала» К. Маркса). Диссертация, М., 1954.

2) См. Б. А. Грушин, О приемах и способах воспроизведения в мышлении исторических процессов развития. Диссертация, М., 1957.

3) См., например, М. К. Мамардашвили. Некоторые вопросы исследования истории философии как истории познания, «Вопросы философии», 1959, № 12.

4) См. Г. П. Щедровицкий, О строении атрибутивного знания, Сообщения I—VI. «Доклады АПН РСФСР», 1958, №№ 1 и 4, 1959, №№ 1, 2 и 4, 1960, № 6.

но проанализированы принципы построения систем знания определенного типа (аксиоматический, генетический, гипотетико-дедуктивный методы)¹⁾.

Предметными системами (системными предметами) являются любые образования явлений и процессов объективного мира, удовлетворяющие указанным признакам систем. Важно подчеркнуть следующее обстоятельство: анализируя некоторый системный предмет *x*, мы можем—в зависимости от используемых при этом логических и специально научных средств—представить его или как системный, или как несистемный предмет. Вполне понятно, что во втором случае мы будем иметь неадекватное знание об исследуемом предмете. Научный прогресс, в частности, состоит в том, что многие объекты исследования, рассматривавшиеся на предшествующих стадиях развития науки как несистемные, начинают постепенно осознаваться и выражаться как системные образования.

Далее необходимо четко определить различие задач специально научного анализа тех или иных системных предметов и методологии (и логики) системного исследования. Специалист-ученый имеет дело с некоторым системным предметом *x* и единственно, что его интересует в этой связи, это построение определенной совокупности связанных между собой утверждений, которые давали бы адекватное отображение исследуемого предмета. Вопросы о том, как исследовать анализируемый предмет, как строить теорию о нем и т. д., не могут не интересовать ученого, но они, однако, выходят за сферу его специфических интересов. В том случае, если ответы на эти вопросы требуются для дальнейшего развития специальных исследований, то они берутся из сложившихся в науке традиций или заимствуются из философии. Специфика методологического подхода к исследованию систем как раз и состоит в анализе указанного круга проблем. Более точно, методолога в случае системного объекта будет интересовать выяснение принципов построения системы знания, адекватно отражающей данный предмет.

Необходимо выделить несколько планов и задач методологического исследования. Несомненно, что определенную методологическую функцию играет тот или иной формальный аппарат, описывающий достаточно обширный класс объектов. Например, в созданной крупным современным биологом Л. Берталанфи «общей теории систем» разработан математический аппарат, дающий возможность адекватного отображения «поведения» так называемых «открытых систем», т. е. систем, обменивающихся с внешней средой веществом и энергией²⁾. Однако такого рода исследованиями методология ограничиваться не может, так как при их проведении остаются в стороне многие важнейшие аспекты методологического анализа и, прежде всего, выяснение специфики знания, фиксирующего «поведение» системного предмета. В этом специфическом для методологии направлении исследования важнейшими выступают следующие задачи: 1) выделение и классификация типов объективных структур системных предметов; 2) анализ строения знания о системных предметах с точки зрения зависимости формы этого знания от его содержания; 3) получение содержания знания о системных предметах путем рассмотрения деятельности человека по сопоставлению элементов и связей структуры исследуемых объектов; 4) выяснение методов построения целостного знания о системных предметах, исходя из

¹⁾ См. В. Н. Садовский. Аксиоматический метод построения научного знания. В. А. Смирнов. Генетический метод построения научной теории (в сборнике «Философские проблемы современной формальной логики», М., 1962).

²⁾ Подробнее по этому поводу см. В. А. Лекторский, В. Н. Садовский, О принципах исследования систем, «Вопросы философии», 1960, № 8.

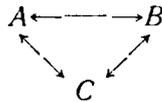
некоторой элементарной формы такого знания путем ее последовательного «развертывания».

При определении типов структур системных предметов необходимо исходить из различия связей, соединяющих элементы системного предмета между собой, и связей данного системного предмета с другими системными и несистемными предметами. По типу связей, существующих между элементами системного предмета, мы можем различать: 1) системные предметы, имеющие такую зависимость элементов, что выделение одного элемента *разрушает* всю систему; 2) системные предметы, в которых изменение одного элемента вызывает *изменение других элементов и всей системы в целом*; 3) связи между элементами системного предмета таковы, что они обеспечивают *развитие предмета как целого*.

С точки зрения наличия связей между данным системным предметом и другими предметами необходимо учитывать: 1) отношения между системными и несистемными характеристиками одного предмета; 2) взаимодействие системного предмета с окружающей средой; 3) вхождение системного предмета в иной, более высокий по структуре своего строения, системный предмет; 4) отношения и связи между разными системными предметами.

В плане методологического анализа знания о системных предметах можно наметить несколько линий исследования. Одной из них является эмпирическое выявление специфических для системного анализа приемов и способов мышления. Обработка материала специальных наук при этом играет важнейшую роль.

В общих чертах этот план исследования может быть намечен следующим образом. В качестве простейшей модели системного образования целесообразно взять совокупность трех элементов *A, B, C*, каждый из которых связан с другим определенным образом. Схематически это будет выглядеть так:



где \leftrightarrow обозначает любую связь. Методолога интересует выявление необходимых для познания этого объекта приемов и способов мышления. Естественно, что анализ какого-либо одного элемента (например, *A*) или одной связи (например, $A \leftrightarrow B$) рассматриваемой системы не может привести к решению задачи. Элемент или связь, вырванные из системы, теряют свои специфические свойства, делающие этот элемент и эту связь компонентами системы. В то же время сразу «схватить» всю систему невозможно. В этих условиях необходимо разработать особые приемы мышления, выражающиеся в специфических методах исследования, которые давали бы возможность воспроизвести анализируемый объект. Таковыми могут быть, например, методы, фиксирующие связь *A* и *B* при условии неизменности *C*, методы, позволяющие учитывать влияние *C* на связь *A* и *B* и т. д. Естественно, что при этом встает задача определения специфических форм соединения отдельных эмпирически зафиксированных приемов и способов мышления. Более того, методологическое значение эти эмпирически выявленные приемы смогут получить только в том случае, если они будут входить в состав определенной теории мышления, учитывающей, в частности, область и условия применимости отдельных приемов мышления или их групп.

Важной линией исследования специфики знания о системных предметах является построение логических исчислений, способных в обобщенном виде охарактеризовать строение знаний об объектах такого

*рода. Решить эту задачу нельзя путем простого использования имеющихся в настоящее время исчислений математической логики. Это становится очевидным в связи с тем, что, как показал А. А. Зиновьев¹⁾, знания о связях невозможно представить как функции истинности классического исчисления высказываний. Тем более это невозможно сделать для знаний о системах, т. е. некоторых целостных образованиях элементов, их отношений и связей. Одним из возможных путей решения поставленной задачи может быть дальнейшее развитие исследований в области построения исчислений высказываний о связях. Имеющееся в настоящее время исчисление высказываний о связях, построенное А. А. Зиновьевым²⁾, выражает в логически обобщенном виде свойства знаний такого рода, однако оно не отражает специфики знаний о системах. Этого, по-видимому, можно достигнуть путем *обобщенного анализа высказываний о связях с учетом специфических черт связей разных типов и целостного характера системы высказываний такого рода, причем этот анализ должен базироваться на эмпирически зафиксированных приемах исследования системных предметов*. Совершенно ясно, что для решения этой задачи — тем или иным путем — необходимо выработать специальные методы фиксирования и обобщенного выражения *содержания знаний о системных предметах*. Это, в свою очередь, подводит нас к необходимости *детальной разработки общей теории мышления, учитывающей содержательную сторону исследуемого процесса*³⁾.*

¹⁾ А. А. Зиновьев, К вопросу о методе исследования знаний (высказываний о связях), «Доклады АПН РСФСР», 1960, № 3.

²⁾ См. А. А. Зиновьев, Логическое строение высказываний о связях, «Логические исследования», М., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 113—138; А. А. Зиновьев, К определению понятия связи, «Вопросы философии», 1960, № 8 и др. работы.

³⁾ По этому поводу см. Г. П. Щедровицкий и Н. Г. Алексеев, О возможных путях исследования мышления как деятельности, «Доклады АПН РСФСР», 1957, № 3; Г. П. Щедровицкий и Н. Г. Алексеев, Принцип «параллелизма формы и содержания мышления» и его значение для традиционных логических и психологических исследований, «Доклады АПН РСФСР», 1960, №№ 2, 4, а также доклад Г. П. Щедровицкого на настоящем совещании.

Г. П. ЩЕДРОВИЦКИЙ

О РАЗЛИЧИИ ИСХОДНЫХ ПОНЯТИЙ «ФОРМАЛЬНОЙ» И «СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ» ЛОГИК

1. В последнее время в самых различных сферах общественного производства и науки выдвигается на передний план задача исследовать процессы мышления. Это необходимо для развития методологии научного исследования, разработки эффективных методов обучения (общего и профессионального), создания машин, моделирующих человеческие функции и т. п. [21]. Не будет преувеличением сказать, что уже в ближайшие десятилетия мышление станет одним из важнейших предметов научного исследования и технического моделирования [20], [27].

2. Мышление рассматривают, с разных сторон, логика, психология, языкознание. Однако успехи этих наук в выявлении структуры и механизмов мышления нельзя считать удовлетворительными: они находятся в явной диспропорции с теми требованиями, которые в настоящее время предъявляет к этим наукам практика. В частности, автоматизация некоторых специальных процессов умственного труда, осуществляемая кибернетикой (например, машинный перевод, механизация поисков информации и т. п.), а также построение модели «мыслящей» машины наталкиваются не столько на технические проблемы, сколько на трудности понимания природы и механизмов самого мышления [13]. Формальная логика, как известно, достигла значительных успехов в построении формальных языков; они находят широкое применение в технике, но не имеют, как это признают многие видные логики, непосредственного отношения к анализу мышления [16], [35]. Отсюда возникает актуальная задача рассмотреть методологические основы этих наук и выяснить причины, тормозящие их продвижение в исследовании мышления [17], [28].

3. Этот анализ мы начнем с того, что выдвинем гипотезу о строении мышления, которая, на наш взгляд, позволяет разрешить те антиномии, которые обнаружились в ходе развития предшествующих теорий мышления; она, таким образом, является в каком-то смысле *результатом* истории науки о мышлении и итогом исследования этой истории; но при изложении нашей точки зрения на методологические ограниченности предшествующих теорий с нее надо начинать, ибо без этого особенности подхода этих теорий к предмету будут непонятны.

Суть гипотезы состоит в предположении, что мышление является как бы «*двухплоскостным*» движением, т. е. одновременным движением в «плоскостях» *обозначаемого* или *содержания* и *обозначающего* или *знаковой формы*. Это предположение подтверждается уже некоторыми общими интуитивными представлениями: когда какой-либо человек строит свое рассуждение, то он основывается на «усмотрении» определенных элементов и связей в объективной действительности и одновременно выражает их в определенных последовательностях знаков.

Точно так же понимание языковых рассуждений другого человека невозможно без «мысленного обращения» к области действительности и своеобразной «реконструкции» тех элементов и связей из этой области, которые обозначены в соответствующих языковых выражениях. Специальный анализ показывает, что аналогичное положение существует и в тех случаях, когда мы имеем дело, казалось бы, с чисто словесными, чисто знаковыми рассуждениями [26, V]. Поэтому, исследуя мышление, логик, психолог, лингвист должны представлять его в двухплоскостных схемах вида объективное содержание ^{связь-значение} знаковая форма и обязательно кажим-то путем вводить и определять строение плоскости содержания [24], [25], [27].

4. В традиционной логике, начиная с Аристотеля и кончая самыми последними «математическими» направлениями, эта реконструкция осуществляется на основе «принципа параллелизма содержания и формы», т. е. на основе предположения, что 1) каждому элементу знаковой формы языковых выражений соответствует строго определенный субстанциальный элемент содержания и 2) способ связи элементов содержания в точности соответствует способу связи элементов знаковой формы [31], [28].

5. Этот принцип полностью предопределил метод и предмет традиционной логики, превратив ее в логику *формальную*.

А. Если между плоскостями содержания и формы мышления существует параллелизм, то не нужно исследовать обе эти плоскости и связь между ними, а достаточно рассмотреть одну плоскость. Поэтому традиционная логика исследовала всегда не мышление в его целостности, а только одну его плоскость—плоскость знаковой формы [31].

Б. Поскольку вторая плоскость языкового мышления—плоскость содержания—специально и сознательно не учитывалась и не фиксировалась в логических схемах, постольку и знаковая форма рассматривалась фактически как бессодержательная.

В глазах подавляющего большинства логиков игнорирование особенностей содержания мышления при анализе его языковой формы является не ошибкой и недостатком логики, а ее достоинством. Фактическим выражением этой точки зрения является отнюдь не тезис о содержательности или бессодержательности логических характеристик, а положение об их всеобщей применимости, сознательно выдвигаемое со времен И. Канта в качестве основного принципа и критерия *формально-логического* [12], [2], [19], [4], [35]. Нередко, принимая этот принцип, исследователи специально оговаривают, что он никак не отменяет и не ограничивает факта связи, общей зависимости форм мышления от содержания, что тезисы о всеобщности и содержательности форм мысли несколько не противоречат друг другу [1]. Но это, по меньшей мере, недоразумение.

Если мы имеем две характеристики какого-либо явления и с изменением одной меняется и другая, то говорят, что вторая характеристика *зависит* от первой. Если же изменения одной характеристики не вызывают соответствующих изменений другой, то говорят, что вторая характеристика от первой *не зависит*. Только в этом и состоит смысл понятия зависимости. И человек, который стал бы говорить,—как это делают некоторые логики,—что возможность изменения одной характеристики без соответствующих изменений второй доказывает вовсе не то, что вторая характеристика вообще не зависит от первой, а только то, что она не зависит от ее особенных, частных значений, допустил бы противоречие с установившимся понятием зависимости.

Но точно так же обстоит дело и при исследовании мышления. Либо существует несколько *типов* содержания, и с переходом от одного типа к другому происходит соответствующее изменение типов форм мысли. Тогда мы должны сказать, что формы мысли *зависят* от содержания (т. е. строение знаковой формы мыслей зависит от каких-то конкретных особенностей содержания), и это будет означать, что исследовать их можно только в связи с исследованием этих особенностей содержания. Либо формы мысли носят «чрезвычайно широкий», всеобщий характер, и в этих чрезвычайно широких границах никакое изменение содержания не вызывает соответствующих изменений формы. Тогда мы должны сказать, что формы мысли вообще не *зависят* от содержания, что они *бессодержательны* и что их, следовательно, мож-

но исследовать отдельно, сами по себе, без учета каких-либо особенностей содержания (как это и делает подавляющее большинство логиков) [33].

Другим проявлением этого же подхода было то, что за пределами логики остались фактически основные области современного мышления, осуществляемого не с помощью слов обыденного языка, а с помощью знаков другого рода—чисел, буквенных изображений количеств, уравнений, формул состава и структуры, геометрических фигур, чертежей разного рода и т. п. [31].

В. Ограничение предмета логики одной только знаковой формой предопределяло и возможное понимание природы и механизмов мыслительной деятельности: поскольку знаки и их содержания брались как уже готовые, сложившиеся, постольку мыслительная деятельность могла быть только *комбинированием*—объединением и разъединением—этих от начала заданных и остающихся неизменными элементов. В соответствии с этим операции в логике чаще всего рассматривались как изоморфные связям [24], [21]. Вместе с тем из сферы исследования логики выпадало самое главное в мышлении—выделение единиц содержания из общего «фона» действительности и «движение» по этому содержанию. Во всех логических исследованиях предполагалось, что эти содержания уже заданы [22], [23], [24].

Естественным и вполне закономерным итогом разработки логики в этом направлении явилась формула: логика исследует не мышление, а правила формального выведения, логика—не наука о мышлении, а *синтаксис* (и *семантика*) *языка* [28], [23].

Г. Поскольку мыслительная деятельность рассматривалась как комбинирование готовых элементов—терминов или предложений,—постольку логика никогда не могла решить вопрос, как образуются сложные знания. Попытки ответить на этот вопрос, оставаясь на почве исходных понятий формальной логики, приводили к априоризму. Отсюда формула, которая сначала (Ф. Бэкон, Р. Декарт) выдвигалась против традиционной логики как указание на ее неполноценность, а потом (Введенский, современные логические эмпиристы) стала рассматриваться чуть ли не как единственное основание научности: логика исследует не процессы обнаружения чего-либо «нового», не процессы образования знаний, а процессы систематизации и изложения уже известного [39], [40], [36], [24].

Д. То обстоятельство, что логика не выделяла и не рассматривала действительные процессы мышления, исключало какую-либо возможность для нее исследовать *развитие* мышления. Ни фиксирование структур знаковой формы самих по себе, ни выделение различных видов содержания как таковых не дает основания для выделения связей развития.

Возьмем, к примеру, несколько форм знания, относящихся к близким разделам математики. Первая—это формула для определения площади треугольника: $S = \frac{1}{2} ah$, вторая—формула для определения площади круга: $S = \pi R^2$, а третья—формула для определения площади плоской поверхности, ограниченной кривой $f(x)$, осью абсцисс и ординатами $x_1 = a$ и $x_2 = b$: $S = \int_a^b f(x) dx$. Чтобы исследовать генетические взаимоотно-

шения между этими формами знания, мы должны выяснить, какие из них сложнее, а какие проще. Но для этого в свою очередь необходимо привести все указанные формы к «однородному» виду, т. е. к виду, в котором бы они предстали как составленные из одних и тех же элементов. Однако из приведенных примеров легко увидеть, что сделать это, ограничивая исследование исключительно формами знания, принципиально невозможно, так как эти формы составлены из простых знаков, имеющих различную «смысловую ценность», т. е. принципиально разнокачественных и поэтому непосредственно друг к другу несводимых. Очевидно, что это различие в «ка-

честве» знаков формы будет еще разительнее, если мы возьмем формы знания из разных областей науки.

Чтобы попытаться выяснить генетические взаимоотношения между этими формами знания, мы должны, прежде всего, взять их в связи с содержанием и рассмотреть природу и строение этого содержания. Для формальной логики этот путь в принципе неприемлем, а поэтому полностью закрыт путь для каких-либо попыток генетического анализа.

Но даже если мы возьмем знаковые формы в связи с содержанием и обратимся к анализу содержаний, то и тогда, как оказалось, не можем еще выяснить генетических взаимоотношений между знаниями. На этот путь встал Гегель и потерпел неудачу [5]. Подобно тому, как приведенные выше знаковые формы различаются между собой качественно и это их различие не может быть представлено как различие по простоте и сложности, так и содержания этих знаковых форм различаются в таких характеристиках, которые принципиально не допускают сведения к отношению простого и сложного, а вместе с тем — непосредственного установления генетических отношений.

Единственное средство генетически сопоставить между собой существующие в настоящее время разнообразные знания и выяснить, какие из них сложнее, а какие проще, заключается в том, чтобы перейти от знаний как таковых к порождающим их процессам мысли и постараться эти процессы свести к общим составляющим, с тем чтобы выяснить, какие из них, в свою очередь, сложнее и какие проще. Только таким путем, установив сначала генетические отношения между процессами мысли, порождающими определенные знания, мы сможем установить генетические отношения между самими знаниями.

Но понятия формальной логики непригодны для того, чтобы исследовать мыслительную деятельность, они не могут объяснить процессов образования знаний. — Формальная логика в принципе не допускает подобных тенденций в исследовании, а поэтому для нее полностью закрыт путь генетического исследования мышления.

Невозможность исторического подхода к исследованию мышления на базе традиционных понятий логики еще более подкрепляла неправильный тезис о «всеобщности» выделенных структур знаковой формы.

6. Непригодность аппарата понятий традиционной формальной логики для исследования и описания реальных процессов мышления делает необходимой разработку новой логики, которая должна исходить из следующих положений: 1) мышление есть прежде всего *деятельность*, именно, деятельность *по выработке новых знаний*; 2) ядро, сердцевину этой деятельности образует *выделение определенного содержания в общем «фоне» действительности* и «движение» по этому содержанию; 3) *знаковые структуры*, составляющие «материал» мышления, и *техника оперирования с ними зависят от типа того содержания*, которое отражается в этих структурах; 4) мышление представляет собой *исторически развивающееся* или, как говорил Маркс, «*органическое*» целое. Новая логика должна быть, следовательно, *содержательной и генетической*.

Нередко говорят, что историческая теория мышления невозможна, так как нам не известна эмпирическая его история. Но такое заявление — плод недоразумения. Требование историзма в изучении мышления отнюдь не равно требованию обязательно исследовать его эмпирическую историю или воспроизвести условия, обстоятельства и детали реального генезиса одних логических средств из других. Историзм в полной мере может и должен проявиться при исследовании «наряду данного» материала и воспроизведении системы «ставшего» мышления. Требование историзма есть лишь особое выражение факта зависимости между логическими средствами науки и типом выявляемого посредством их объективного содержания и зависимости одних логических средств от других. Методологически это требование означает, в частности, что нельзя исследовать «мышление вообще». Оно означает, что, приступая к исследованию непосредственно данного эмпирического материала мышления (как исторически следующего друг за другом, так и сосуществующего наряду), мы должны разбить его на ряд сфер; в каждую из них войдут логические средства, различающиеся между собой по структуре, типу выявляемого содержания и находящиеся между собой в определенных функциональных и генетических связях. Сравнивать между собой явления, относящиеся к различным сферам, с тем, чтобы найти в них общее, бессмысленно. Задача, наоборот, состоит в том, чтобы выделить те существенные различия, которые образуют специфику каждой сферы, и связи между ними, характеризующие законы развития и функционирования мышления. Это, в свою очередь, означает, что нужно будет исследовать мыслительную деятельность и, в особенности, деятельность по выделению нового содержания. Требование историзма, таким образом, объединяет в себе

все те требования, которые были сформулированы выше, и означает преодоление всех перечисленных выше недостатков традиционной логики. Результатом такого «исторического» исследования должна быть прежде всего теория функционирования современного, «ставшего», т. е. уже сформировавшегося, развитого мышления, *но теория — историческая* [6], [7], [8].

7. Одной из важнейших особенностей содержательной логики является то, что она выступает как эмпирическая наука, направленная на исследование мышления как составной части человеческой деятельности.

Как всякая эмпирическая наука, логика имеет определенный непосредственно данный материал, с анализа которого она начинается. Это — языковые тексты. Но сами по себе они еще не образуют предмета логического исследования — мышления (см. п. 3). Это — только знаковая форма мышления. Чтобы выделить предмет логического исследования в целом, нужно еще дополнительно реконструировать содержание (или, как часто говорят, «значение» знаков) и определенным образом связать его со знаковой формой.

В предшествующих теориях мышления были намечены два основных типа схем связи знаковой формы мышления с его содержанием: «линейная» и «треугольная».

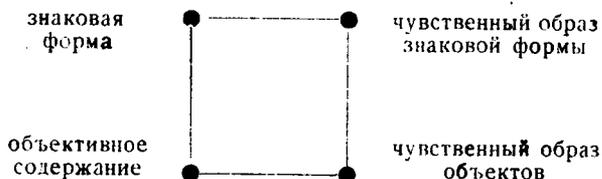
Отличительной особенностью схем первого типа, при всем их разнообразии, является то, что связь знаковой формы с объективным содержанием устанавливается через посредство особых психических образований — чувственных образов или особых мыслительных образов (концептов, понятий и т. п.), которые собственно и выступают, по теории, как первые непосредственные значения знаков. Наглядно-символически эти схемы выглядят так:

объективное содержание — значение — знаковая форма.

Отличительной особенностью схем второго типа является то, что там связи знаковой формы с объективным содержанием и со специфически психическими образованиями — значением, — как бы существуют рядом («треугольник Огдена» [38]). Наглядно-символически это выглядит так:



В противоположность всем этим теориям мы принимаем для изображения мышления схему «квадрата»:



Но при этом рассматриваем различные ее элементы (стороны) не как равноценные. Горизонтальные связи в этой схеме изображают связи, устанавливаемые по законам обычного чувственного отражения; это связи, во-первых, между объектами и их чувственными образами, во-вторых, между знаковыми формами (которые тоже суть объекты) и их чувственными образами. Правая вертикальная связь — между чувственными образами знаковой формы и объектов — носит вторичный, зависимый характер: это отражение в голове связей, установленных вне головы (в левой части схемы). Таким образом, главной и определяющей связью в этой структуре оказывается левая вертикальная связь. Это *связь замещения* между объективным содержанием (не объектами!) и знаковой формой. Она устанавливается в ходе тру-

довой деятельности и первоначально является ее побочным продуктом, но затем установление подобной связи замещения становится специальной целью, а деятельность, решающая эту задачу, обособляется и становится специализированным видом трудовой деятельности — *познанием*. Именно эта связь замещения составляет суть и сердцевину всего процесса, изображаемого «квадратом», именно она несет в себе все специфические признаки мышления.

Поскольку правая вертикальная связь есть отражение левой, а горизонтальные связи есть лишь условия и средства перехода «слева направо», постольку мы можем разделить «квадрат» на ряд относительно независимых предметов исследования и выделить левую вертикальную связь в особый предмет исследования. Мы называем его «языковым мышлением» [24, 26, 31]. При исследовании предмета, изображаемого всем «квадратом», связь языкового мышления должна рассматриваться первой.

Такое понимание природы «языкового мышления» полностью снимает все традиционные обвинения в «психологизме» и субъективизме, все возражения против того, чтобы рассматривать в качестве предмета логики мышление, а также многие из тех (справедливых в отношении к прежней психологии и логике) соображений, из которых исходили те, кто считал, что логика должна быть *неэмпирической наукой* [9] [35].

←————— Определение языкового мышления как взаимосвязи объективного содержания ————— знаковая форма направляет процесс выделения и реконструкции предмета логики при исследовании эмпирически заданных текстов рассуждений.

8. Следующая задача, встающая после определения и выделения «языкового мышления» как предмета логического исследования состоит в том, чтобы на основе анализа единичных эмпирически заданных текстов проанализировать и воспроизвести в форме «исторической теории» мышление вообще, мышление как таковое, как один органический предмет. Метод решения этой задачи — *восхождение от абстрактного к конкретному* [10], [37], осуществляемое в два этапа. Первый этап — *нисходящее функционально-генетическое расчленение* эмпирически данных единичных текстов, второй этап — *восходящее функционально-генетическое построение (генетическое выведение, или генетическая дедукция)* исторической системы «мышления вообще». Соответственно делаются на две группы все общие методологические понятия о мышлении: в первую входят понятия, связанные с «нисходящим расчленением» эмпирически данного материала, во вторую — понятия, связанные с «выведением» или построением системы на основе полученных на первом этапе элементов.

9. Здесь оказывается необходимым прежде всего сменить тот аспект, в котором обычно рассматривается мышление, и подойти к заданному тексту не как к фиксированному знанию, а как к движению, процессу. При этом «процесс мышления» определяется как любая ограниченная часть выражаемой в языке познавательной деятельности, необходимая для получения определенного мыслительного знания об определенном объекте или «предмете» [25] на основе других мысленных знаний. «Мысленное знание» определяется как структура вида объективного содержания ————— знаковая форма, в которой знаковая форма замещает объективное содержание, а *связь значения обязательно* содержит в качестве своих компонент значения «абстракции» и «метки» [26, I].

Важно специально отметить, что процесс мышления не есть движение или переход от одних знаний к другим, как мы неточно определяли его в одном из наших ранних сообщений [25] — таким он является лишь в особых частных случаях, — а есть движение от объекта к определенному знанию о нем, с помощью или при посредстве других знаний.

10. Выделенные таким путем «процессы мышления» чаще всего бывают сложными образованиями и могут быть разложены на части, сохраняющие свойства процессов мысли. Общий метод такого разложения заключается в том, что мы ищем в выделенном тексте «промежуточные» знания, находим соответствующие им задачи познания и объекты или «предметы» знания и затем по ним реконструируем составляющие процессы мышления.

Однако осуществление этой схемы разложения в большинстве случаев наталкивается на затруднения.

А. Многие сложные рассуждения оказываются неоднородными: они содержат языки разных типов. Например, рассуждение в элементарной геометрии включает: а) язык чертежей, б) обычный словесный язык, описывающий преобразования фигур в чертежах, в) логико-алгебраический язык вида $\langle A \rangle B, B \rangle C$, след., $A \rangle C$ и др. Современное рассуждение в химии включает: а) обычный словесный язык, описывающий реально производимые преобразования веществ, б) язык формул состава, в) язык структурных формул, г) и д) словесные языки, описывающие преобразования формул состава и структуры, е) язык, описывающий квантово-физические модели взаимодействия веществ и т. п. Чтобы правильно проанализировать подобные рассуждения указанным выше способом, необходимо предварительно выделить в них части, относящиеся к различным языкам, и каждую такую часть рассмотреть отдельно [16].

Б. Лишь очень немногие процессы мышления оказываются построенными линейно, большинство же их организуется из более простых составляющих самыми разнообразными способами. В одних случаях «предметом» какой-либо части процесса мышления становится один элемент или какое-либо свойство «предмета» предшествующей части процесса, как, например, тогда, когда от рассмотрения всей геометрической фигуры в целом мы переходим к рассмотрению одной ее стороны или соотношения сторон. В других случаях знаковая форма знания, полученного в предшествующей части процесса, становится «предметом» рассмотрения в последующей части. Иногда от исходного объекта мы переходим сначала к модели самого объекта, затем к моделям модели и так несколько раз, а потом, как бы «лифтом», спускаемся снова вниз к исходному объекту. Очевидно, чтобы правильно разложить такие причудливо организованные процессы мышления, надо в каждом случае выдвинуть специальную гипотезу о виде и способе их организации [30].

В. Подавляющее большинство процессов мышления, после того как они включены в контекст более сложных рассуждений, не сохраняются в своем первоначальном виде, а преобразуются за счет замены движений в плоскости содержания моделирующими их движениями в плоскости формы. При этом они сокращаются, свертываются, и это сильно затрудняет, а подчас делает просто невозможным выделение их истинного состава и структуры, а вместе с тем выделение «задач» познания и объектов или «предметов» знания. Чтобы преодолеть это затруднение, приходится обратиться к сопоставлению исторически следующих друг за другом способов решения одних и тех же задач. Такое сопоставление позволяет увидеть за сокращенными, свернутыми процессами мышления их исходные формы, найти законы и правила этого свертывания и, на основе этого, развернуть всю полную реальную структуру анализируемых процессов мысли. Чисто функциональное разложение превращается благодаря этому дополнительно к сопоставлению в функционально-генетическое.

11. Последовательное применение названного выше анализа к какому-либо выделенному процессу мышления должно в конце концов привести нас к таким процессам мышления, которые этим способом уже не могут быть разложены на составляющие. Такие далее не разложимые, или элементарные, с точки зрения этого способа анализа, процессы мышления мы называем *операциями мышления*. Иначе говоря, операция мышления есть наименьшая часть сложного рассуждения, в которой еще могут быть обнаружены объект и процесс получения определенного знания об этом объекте на основе какого-то другого мысленного знания.

Разлагая таким образом различные процессы мышления, мы будем получать все новые и новые операции. Однако, с другой стороны, мы будем встречаться с уже выделенными ранее операциями. Хотя отдельные части существующего в настоящее время совокупного знания весьма отличаются друг от друга, а следовательно, отличаются друг от друга и процессы мышления, посредством которых это знание получено, тем не менее можно будет, по-видимому, найти конечное и сравнительно небольшое число операций мышления, таких, что все существующие эмпирические процессы мышления можно будет представить как их комбинации. Перечень всех этих операций мышления мы называем *алфавитом операций* [25].

12. На этом заканчивается первый этап исследования мышления методом восхождения—нисходящее функционально-генетическое расчленение эмпирически данных текстов. Итоги этого этапа исследования: а) алфавит операций мышления, б) ряд относительно замкнутых однородных систем знаковой формы, объединяемых в формальные исчисле-

рактором изменения b вслед за a , отнести этот знак функции к объекту, тем самым элиминировав отношения сопоставления [25], [11].

Подобное строение имеют, по-видимому, все без исключения операции мышления. Входящие в них действия сопоставления будут меняться, усложняться от одной операции к другой, вместе с тем будут меняться и действия отнесения, но их функциональное отношение всегда будет оставаться неизменным. Поэтому, даже в тех случаях, когда мы имеем дело, казалось бы, с чисто словесными, чисто знаковыми рассуждениями, мы должны, если хотим выделить и исследовать действительные операции мышления, применить к этим рассуждениям указанную выше схему анализа и выделить среди входящих в них знаков а) «заместители объектов», т. е. знаки, функционально играющие роль объектов и б) знаки, образующие форму знания, т. е. знаки, фиксирующие результаты применения действий сопоставления к знакам—заместителям объектов. Собственно только такой подход, как бы разносящий в две разные плоскости «материал» словесного или всякого другого языкового рассуждения, и создает специфику действительно логического рассмотрения [26, V, VI].

Чтобы наглядно символически выразить этот тезис, мы можем воспользоваться схемой вида $X \Delta \overset{(A)}{\downarrow} X$, где X —исследуемый объект, знак Δ («дельта») обозначает действие сопоставления, (A) —знаковая форма, фиксирующая выделенное посредством Δ объективное содержание, а вертикальные стрелки обозначают отнесение: стрелка, идущая вверх,—фиксацию отношений сопоставления в знаке, или его *абстрактное значение*, а стрелка, идущая вниз,—элиминирование отношений сопоставления и *значение метки* [26]. Эта схема есть вместе с тем операционально реконструированное изображение простейшего, именно *номинативного*, мыслительного знания.

Специально подчеркнем: выявление общей структуры мыслительных операций есть важнейший результат содержательной логики.

14. Выделение во всякой операции мышления действия сопоставления, как основы и ядра самой операции, создает необходимую предпосылку для анализа генетических связей между операциями. К настоящему времени обнаружено два основных типа таких связей.

А. Если определенная познавательная задача, взятая в применении к какому-либо объекту (исходному, O^1), в силу каких-то особенностей этого объекта (ограничивающих) не может быть решена посредством традиционно связанной с этой задачей мыслительной операции α , то этот объект, как правило, замещается другим (объектом-заместителем, O^2), таким, который тождествен исходному в исследуемом свойстве, но в то же время не имеет ограничивающих свойств и, следовательно, может быть позван с помощью мыслительной операции α . В ходе замещения между O^1 и O^2 устанавливается определенное отношение, которое позволяет «переносить» знание об объекте-заместителе, полученное посредством α , на исходный объект.

Первоначально отношение, устанавливаемое между O^1 и O^2 , в ходе замещения никак не выделяется и не фиксируется в знании. Но затем оно выделяется в самостоятельный предмет рассмотрения, осознается как отношение и особый вид отношения и с помощью новой операции β (нового сопоставления и нового отнесения) фиксируется в специальном знании. После этого задача выделения и познания этого отношения выделяется в особую познавательную задачу; мы называем ее *рефлексивно выделенной*.

Хотя после описанного генетического процесса новая рефлексивно выделенная познавательная задача выступает как лежащая наряду с исходной, а новая операция мышления β' —как лежащая наряду с исходной операцией α , однако в действительности ни эти задачи, ни решающие их операции не являются равноправными и однородными. Рефлексивно выделенная задача является *вспомогательной*, и ее решение первоначально необходимо лишь для решения исходной. Взятая сама по себе, она не имеет никакого смысла и значения. То же самое относится и к новой операции мышления: она возникает лишь как часть деятельности, необходимой для решения исходной познавательной задачи, и при своем формировании «опирается» на знания, являющиеся результатом первого процесса. Поэтому новую рефлексивно выделенную познавательную задачу и соответствующую ей операцию мышления надо рассматривать как

образования другого уровня, нежели исходная задача и исходная операция, как образования в своем появлении и отношении к действительности, опосредствованные задачами, мыслительными операциями и знаниями нижележащего уровня.

Понятие уровня мышления, основанное на принципе рефлекторного выделения нового предмета и новой познавательной задачи впервые дает объективное основание для построения «рядов развития» или «рядов усложнения» содержания знания. Оно объясняет, почему существует строго определенная зависимость и строго определенный порядок в появлении различных типов знаний и операций мысли, и показывает, что они должны располагаться не рядом друг с другом и не одни под другими, а как бы по ступенькам лестницы, причем знания и операции, лежащие на высшей ступеньке, возникают и могут быть сформированы лишь после и на основе определенных знаний и операций, лежащих на низших ступеньках [14], [15], [34], [30].

Б. После того, как в объектах путем сопоставления выделено определенное содержание и зафиксировано в знаковой форме, эта знаковая форма сама становится объектом рассмотрения, ее элементы сами определенным образом сопоставляются как объекты и выделенное таким образом содержание фиксируется в новой знаковой форме. В зависимости от того, какое отношение существует между исходными объектами и их знаковой формой, т. е. в зависимости от того, является ли знаковая форма моделью или символом исходного содержания, вторичная знаковая форма, соответственно, может или не может быть отнесена к исходным объектам. В первом случае новое, вторичное знание располагается как бы непосредственно над первичным, исходным, во втором случае—рядом с исходным. Но в обоих случаях мыслительные операции, применяемые к знаковой форме, по способу своего образования и функционирования оказываются зависимыми от операций, применяемых к исходным объектам.

Указанные два типа связей, очевидно, не исчерпывают всех возможных генетических связей между операциями мышления и получаемыми на их основе знаниями. Выявление других видов связей—задача дальнейших исследований.

15. Содержания, выявленные в одном объекте или в ряде объектов посредством разных (по виду и типу) операций мышления, объединяются посредством объединения фиксирующих их знаковых форм. Способы объединения знаковых форм разного по типу содержания различны. Сложные знаковые формы обособляются в *формальные знания*.

Появление формальных знаний существенным образом меняет процессы выработки знаний об единичных объектах или группах их. Наряду с процессами исследования, осуществляющимися исключительно посредством содержательных операций, т. е. действий с самими объектами, появляются процессы выработки знаний, основанные на использовании уже готовых формальных структур и состоящие из чисто формальных действий по преобразованию их. Это — *процессы соотношения формальных знаний с единичными объектами* [26; II—VI].

Сложные структуры знаковой формы, возникшие на основе ряда однородных и разнородных по своему типу содержательных операций, перерабатываются затем в системы исчислений, обособляются от связи с теми или иными определенными объектами и становятся *формальными «математиками»*. Характерный пример — геометрия в ее эволюции от Евклида до Гильберта [3]. Но по существу такую же переработку претерпели арифметика, алгебра, дифференциальное исчисление, язык формул химических реакций и многое другое.

17. Обобщая все изложенное выше, можно сказать, что «содержательная», или «содержательно-генетическая», логика исследует мышление по трем основным направлениям:

А. Выявляет все возможные операции мышления; описывает лежащие в их основе типы сопоставления; устанавливает генетическую зависимость между этими операциями.

Б. Выявляет правила образования формальных исчислений, соответствующих каждому виду операций или их группам (как например, в геометрии); систематизирует и классифицирует все существующие и возможные исчисления.

В. Выявляет правила использования фрагментов этих исчислений при исследовании различных эмпирически данных сложных объектов; анализирует процессы «соотнесения», связанные с каждым из этих исчислений; исследует условия и механизмы комбинирования частей различных исчислений в одну форму знания.

На наш взгляд, разработанная в этом направлении «содержательная логика» сможет стать теоретическим основанием «логики науки», позволит выработать новые высокоэффективные методы обучения и сделает действительно возможным инженерное моделирование мышления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асмус В. Ф., Логика, М., 1947, стр. 10—11.
2. Виндельбанд В., Принципы логики. Сб. «Логика», вып. 1, М., 1913.
3. «Основания геометрии» Гильберта и их место в историческом развитии вопроса, (В книге Д. Гильберта «Основания геометрии», М.—Л., 1948).
4. Гильберт Д. и Аккерман В., Основы теоретической логики, М., 1917, стр. 21.
5. Гропп Р. О., К вопросу о марксистской диалектической логике как системе категорий. «Вопросы философии», 1959, № 1.
6. Грушин В. А., Логические и исторические приемы исследования в «Капитале» К. Маркса. «Вопросы философии», 1955, № 4.
7. Грушин В. А., Маркс и современные методы исторического исследования. «Вопросы философии», 1958, № 3.
8. Грушин В. А., Очерки логики исторического исследования, М., 1961.
9. Гуссерль Э., Логические исследования. Часть первая, СПб, 1909.
10. Зиновьев А. А., Восхождение от абстрактного к конкретному (на материале «Капитала» К. Маркса). Диссертация, М., 1954.
11. Зиновьев А. А., Логическое строение знаний о связи. «Логические исследования», М., 1959, стр. 113—124.
12. Кант И., Критика чистого разума, СПб, 1907, стр. 63.
13. Кибернетический сборник 1, М., 1960, стр. 11—108.
14. Ладенко И. С., Об отношении эквивалентности и его роли в некоторых процессах мышления. «Доклады АПН РСФСР», 1958, № 1.
15. Ладенко И. С., О процессах мышления, связанных с отношением эквивалентности, «Доклады АПН РСФСР», 1958, № 2.
16. Лукасевич Я., Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики, М., 1959, стр. 48—51.
17. Садовский В. Н. Кризис неопозитивистской «логики науки» и современная зарубежная логика. Сб. «Диалектический материализм и современный позитивизм», М., 1961.
18. Сазонов Б. В. К критике неопозитивистского анализа «естественного» языка науки. Сб. «Диалектический материализм и современный позитивизм», М., 1961.
19. Тарский А., Введение в логику и методологию дедуктивных наук, М., 1948, стр. 47.
20. Томсон Дж., Предвидимое будущее, М., 1958, стр. 161.
21. Швырев В. С., К вопросу о путях логического исследования мышления. «Доклады АПН РСФСР», 1960, № 2, стр. 69.
22. Швырев В. С., Некоторые проблемы применения символической логики к анализу естественнонаучного знания (на материале эволюции неопозитивистской «логики науки») [Доклад в этом сборнике].
23. Швырев В. С. О неопозитивистской концепции логического анализа науки. Сб. «Диалектический материализм и современный позитивизм», М., 1961.
24. Щедровицкий Г. П. «Языковое мышление» и его анализ. «Вопросы языкознания», 1957, № 1.
25. Щедровицкий Г. П. и Алексеев Н. Г. О возможных путях исследования мышления как деятельности. «Доклады АПН РСФСР», 1957, № 3.
26. Щедровицкий Г. П. О строении атрибутивного знания. Сообщения, I—VI. «Доклады АПН РСФСР», 1958, № 1, 4, 1959, № 1, 2 и 4; 1960, № 6.
27. Щедровицкий Г. П. Технология мышления. «Известия», 1 октября 1961 г., № 234.
28. Щедровицкий Г. П. О взаимоотношении формальной логики и неопозитивистской «логики науки». Сб. «Диалектический материализм и современный позитивизм», М., 1961.
29. Щедровицкий Г. П., О некоторых моментах в развитии понятий. «Вопросы философии», 1958, № 6, стр. 56—59.

30. Щедровицкий Г. П., К анализу процессов решения задач, «Доклады АПН РСФСР», 1960, № 5.
31. Щедровицкий Г. П. и Алексеев Н. Г., Принцип «параллелизма формы и содержания мышления» и его значение для традиционных логических и психологических исследований. Сообщение I-II. «Доклады АПН РСФСР», 1960, № 2, 4.
32. Щедровицкий Г. П. и Костеловский В. А. Принцип «параллелизма формы и содержания мышления» и его значение для традиционных логических и психологических исследований. Сообщение III. Основное противоречие метода формальной логики. «Доклады АПН РСФСР», 1961, № 4.
33. Щедровицкий Г. П. Принцип «параллелизма формы и содержания мышления» и его значение для традиционных логических и психологических исследований. Сообщение IV. «Принцип всеобщности» логических формул и зависимость строения знаковых форм мышления от его содержания. «Доклады АПН РСФСР», 1961, № 5.
34. Щедровицкий Г. П. и Ладенко И. С., О некоторых принципах генетического исследования мышления. «Тезисы докладов на I съезде Общества психологов», вып. I, М., 1959.
35. Carnap R., *Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit*. Bearbeitet von W. Stegmüller. Wien, 1958, стр. 30—32.
36. Hempel K., *Studies in the Logic of Confirmation*. «Mind», vol. 54, 1945.
37. Zinovev A., К problému abstractního a konkrétního poznatku, «Filosofický časopis», 1958, № 2.
38. Ogden C., and Richards I., *The meaning of meaning*. London, 1953.
39. Reichenbach H., *Elements of symbolic logic*, 1944.
40. Reichenbach H., *Theory of probability*, Los Angeles, 1949, p. 431.
41. Wright G. H., *The Logical Problem of Induction*, 1957.

Б. А. ГРУШИН

**ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ
(ЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАТЕГОРИИ В СВЕТЕ
ЗАДАЧ ИСТОРИЧЕСКОЙ НАУКИ)**

1. Современная историческая наука независимо от своего объекта имеет дело с исследованием и воспроизведением в мышлении органических (развивающихся) систем связей. При этом предметом, задачей современной исторической науки является воспроизведение ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ объекта.

Исследовать логическую структуру такой науки, построить теорию современного исторического знания — значит воспроизвести те формы мышления, те зависимости, приемы и способы исследования, с помощью которых наука решает свою задачу, воспроизводит свой предмет. С другой стороны, понятно, такое исследование форм и приемов мышления невозможно без логического анализа самого предмета науки — категории «процесс развития», без раскрытия объективной структуры того типа зависимости в объекте, который связывается наукой с понятием «развитие».

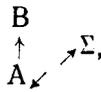
В последнее время у нас и за рубежом появилось несколько работ, посвященных рассмотрению категории «процесс развития» с этой точки зрения. Однако недостатком большинства из них является неоправданно сильный акцент на специфике тех или иных конкретных форм движения материи или даже отдельных объектов, нежелание (или неспособность?) рассматривать вопрос в общей форме: что следует понимать под процессом развития вообще? Каковы черты, характеризующие структуру, механизм всякого, любого процесса развития? Между тем только такая постановка вопроса позволяет решить ряд сложнейших проблем как в практике исторического исследования, так и при анализе методологии и логики исторической науки.

2. По определению, любая система включает в себя в качестве своих составляющих элементы, связи, зависимости. Уже одно только это обстоятельство дает основание заключить, что в объективной действительности, даже в рамках одной системы, мы встречаемся со **множеством форм, типов** процессов развития, отличающихся друг от друга по своей структуре; очевидно, одно дело — элементарные процессы, то есть процессы развития отдельных составляющих системы, другое — процессы развития сложной зависимости внутри системы или системы в целом; точно так же, по-видимому, одно дело — процессы развития элемента системы, другое — процессы развития связи и т. д. Обращение к любому конкретному историческому исследованию, например «Капиталу» К. Маркса, показывает справедливость такого заключения.

Укажем здесь на некоторые типы элементарных процессов.

I. Начнем с процессов возникновения элемента, в частности, с исследуемого Марксом процесса возникновения машины как элемента развитаго капиталистического производства. Если опустить вопрос об условиях процесса, то содержание его сводится к тому, что «средство труда из орудия **превращается** в машину» («Капитал», т. I, 1955, стр. 377. Разрядка моя.— Б. Г.). Это значит, что существует старый элемент системы, характеризующий предшествующее ее состояние—ремесленное орудие труда (А), и в ходе развития системы в целом он превращается в другой, новый элемент системы, характеризующий последующее ее состояние—машину (В), причем содержание процесса состоит именно в превращении одного элемента в другой. Маркс подчеркивает: «Орудие... не вытесняется машиной. Из карликового орудия человеческого организма оно вырастает по размерам и количеству в орудие созданного человеком механизма» (там же, стр. 393).

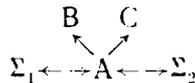
Схематически процесс превращения элемента можно изобразить как



где Σ —совокупность известных условий (изменений в структуре системы в целом), приведших к превращению А в В, знак \uparrow —знак развития, а знак $\nwarrow \nearrow$ —знак исторического взаимодействия.

II. С другой формой (типом) процесса возникновения элемента внутри системы мы сталкиваемся в случае процесса дифференциации элемента. Лингвисты таким образом характеризуют этот процесс: исходный пункт процесса—какой-либо элемент языка (мы берем простейший случай дифференциации); условия процесса—различие условий, в которые поставлен этот исходный элемент; результат процесса—два различных элемента двух родственных языков (или двух разошедшихся диалектов одного и того же языка). В сущности такое же содержание вкладывается в понятие дивергенции и биологами: развитие какой-либо биологической формы под влиянием различных условий, в которые она поставлена, в две различные биологические формы (см., например, Ч. Дарвин, Происхождение видов, гл. V).

В общем виде процесс дифференциации элемента может быть изображен как



где Σ_1 и Σ_2 —совокупности тех различных исторических условий, которые, влияя на А, видоизменяют его в одном случае в В, в другом—в С. Нетрудно видеть, что этот процесс отличается по своему типу от рассмотренного выше: вместо превращения одного элемента в другой здесь мы имеем изменение одного элемента в два (или несколько).

III. Иную структуру имеют процессы возникновения связи внутри системы. К числу их должен быть отнесен, например, процесс развития товара в деньги, или, как Маркс называет его в общем виде, процесс раздвоения и обособления сторон единого целого. В ходе развития непосредственной меновой торговли в товарное обращение происходит не простое превращение товара в деньги, но именно раздвоение товара на две его противоположные формы: товар и деньги («К критике политической экономии», 1952, стр. 119), или «раздвоение

товара на товар и золото» (там же, стр. 82). Маркс так и обозначает сущность рассматриваемого процесса: «... Противоположность между потребительной стоимостью и меновой стоимостью разделяется полярным образом между обоими членами Т—Д, так что товар противостоит золоту как потребительная стоимость..., между тем как золото противостоит товару как меновая стоимость...» (там же, стр. 81—82. Разрядка моя.— Б. Г.). И еще: «Исторический процесс расширения и углубления обмена развивает дремлющую в товарной природе противоположность между потребительной стоимостью и стоимостью. Потребность дать для оборота внешнее выражение этой противоположности ведет к возникновению самостоятельной формы товарной стоимости и не дает покоя до тех пор, пока задача эта не решается окончательно путем раздвоения товара на товар и деньги» («Капитал», т. 1, стр. 94. Разрядка моя.— Б. Г.).

Схематически этот процесс развития может быть изображен как

$$\begin{array}{ccc} A - B & & A - B \\ \uparrow & & \uparrow \\ AB, & \text{или} & AB - AB, \end{array}$$

где знак — показывает, что обособившиеся элементы системы не изолированы друг от друга, но находятся в отношении или что результатом процесса раздвоения и обособления сторон является связь обособившихся элементов. (Заметим в скобках, что указатель Σ отсутствует на схеме не случайно. Процесс возникновения денежной связи из товара является как раз классическим типом процесса имманентного, при котором высшее (Д), развиваясь из низшего (Т), не требует для своего возникновения никаких дополнительных условий свыше тех, которые являются условиями существования низшего составляющего системы¹⁾).

IV. От процессов возникновения связей (появления новых связей внутри системы) следует отличать процессы изменения уже существующих связей. Типичным примером последних является исследуемое Марксом преобразование связи «рабочий—капиталист» при переходе капиталистической системы в целом от одного ее состояния (мануфактура) к другому (крупная машинная промышленность).

Отношение между капиталистом как покупателем и рабочим как продавцом рабочей силы, совпадая с самой сущностью капиталистической системы, неизменно присутствует на всех этапах ее развития. Но содержание этого отношения по мере развития системы в целом претерпевает изменения. В условиях мануфактуры связь «рабочий—капиталист» (обозначим ее А—В) выступает как отношение видимого договора между свободными лицами (см. «Капитал», т. 1, стр. 402). В системе же крупной машинной промышленности эта связь выглядит как отношение между капиталистом, покупающим труд незрелых или полузрелых людей (детский труд), и рабочим-работодателем, продающим труд не только свой собственный, но и жены и детей (А'—В'). Выражая сущность исторического процесса возникновения А'—В', Маркс писал о том, что «машины революционизируют до основания формальное выражение капиталистического отношения, договор между рабочим и капиталистом» (там же).

¹⁾ Более подробное описание структуры процесса раздвоения и обособления сторон единого целого можно найти в нашей статье «Процесс обнаружения противоречия объекта» («Вопросы философии», 1960, № 1).

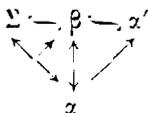
Схематически этот тип процесса можно изобразить как

$$\begin{array}{c} (A' - B') - \Sigma \\ \swarrow \searrow \\ (A - B) \end{array}$$

V. Значительно более сложным по своей структуре является процесс подчинения и преобразования связи системой, включающий в себя как возникновение новой связи внутри системы, так и преобразование старой связи, ассимилируемой этой системой. Классическое описание такого процесса мы находим у Маркса, когда он анализирует образование в пределах капиталистического способа производства таких форм капитала, как товарно-торговый и приносящий процент (см. «Теории прибавочной стоимости», т. III. Партиздат, 1932, стр. 345—346).

Коммерческая форма капитала и форма, приносящая процент, старше основной формы развитых капиталистических отношений—промышленного капитала. Поэтому промышленный капитал в процессе своего возникновения должен еще подчинить себе эти формы, преобразовать их в производные или особые свои функции. Купеческий и ростовщический капиталы, являющиеся допотопными формами капитала, продолжают существовать и в условиях развитого капиталистического производства; однако, ассимилируясь новой системой, эти формы капитала не только существенно изменяются в своих функциях (в сравнении со своими одноименными предшественниками), но и занимают теперь в системе в целом подчиненное место. С другой стороны, и это самое главное в рассматриваемом процессе, промышленный капитал (Σ) в борьбе со старинными формами торгового и приносящего процент капитала—купеческим и ростовщическим капиталами (α)—создает свои собственные, специфические формы этих капиталов: денежно-торговый и товарно-торговый капитал и кредит (β). Создание новых форм, соответствующих новым условиям и потребностям возникшего капиталистического способа производства и приходящих на смену старым, докапиталистическим формам существования капитала, и означает подчинение и преобразование этих старых форм.

Схема процесса подчинения и преобразования связи системой принимает в целом следующий вид:



где Σ обозначает всю совокупность господствующих связей внутри новой системы, а знак \curvearrowright — подчинение преобразованной связи (α') связи вновь образованной (β) и этой последней—отношению Σ .

Мы не ставим здесь перед собой задачи сколько-нибудь полно рассматривать всевозможные типы объективных процессов развития. Точно так же мы далеки от мысли, что предложенные выше схемы процессов не нуждаются в дальнейшей доработке. Но необходимо отметить, что построение моделей элементарных процессов развития, классификация типов этих процессов, рассмотрение их в отношении субординации—все это задачи, имеющие первостепенное методологическое и логическое значение. И не только в том смысле, что лишь на основе сравнительного изучения нескольких типов процессов можно выявить общие характеристики и закономерности всякого процесса развития вообще. Несовпадение по структуре рассмотренных типов процессов

является эмпирическим фактом. И если логика ставит перед собой задачу воспроизвести логическую структуру тех приемов и способов, с помощью которых осуществляется современное историческое исследование, то решить ее она сможет лишь тогда, если известны и воспроизведены в логически обобщенной форме типы самих объективных структур, подлежащих исследованию.

3. Уже самое поверхностное сопоставление выделенных типов элементарных процессов позволяет заключить о некоторых их общих чертах.

В качестве первого, крайне тривиального, но вместе с тем и очень важного соображения нужно признать, что всякий процесс может и должен быть охарактеризован прежде всего с точки зрения его составляющих — тех элементов, связей и зависимостей объекта, которые участвуют в процессе. Например, в процессе (I) такими составляющими являются элемент А, элемент В, зависимость Σ ; в процессе (IV) — связи А—В, А'—В', зависимость Σ ; в процессе (V) — связи α , α' , β , зависимость Σ и т. д. Очевидно, сложная взаимосвязь всех составляющих процесса и образует его механизм.

Два вопроса интересуют исследователя в первую очередь, когда он характеризует содержание и механизм процесса: 1) «что развивается?» и 2) «во что развивается?». И уже в связи с ответом на эти вопросы видно, что не все составляющие процесса играют в нем одинаковую роль, что среди них сразу же необходимо различить образующие процесс и условия процесса.

Первые составляющие как раз отвечают на поставленные выше вопросы. При этом образующее (или образующие) процесса, отвечающее на вопрос «что развивается?», является исходным составляющим процесса, или составляющим процесса в его исходной точке (мы будем называть его исходным пунктом процесса), а образующее, отвечающее на вопрос «во что развивается?», — конечным составляющим процесса, или составляющим процесса в его конечной точке (мы будем называть его результатом процесса). В отличие от образующих, под условиями процесса следует понимать те составляющие его механизма, которые обеспечивают превращение исходного пункта процесса в его результат. Например, в процессе (II) элемент А является исходным пунктом процесса, элементы В и С — результатом процесса, а зависимости Σ_1 и Σ_2 — его условиями; в процессе (IV) — отношение А—В — исходным пунктом процесса, отношение А'—В' — результатом процесса, а зависимость Σ — его условием и т. д.

Нетрудно видеть, что при характеристике процесса роль составляющих, которые мы обозначили в качестве образующих процесса и его условий, действительно различна. Образующие процесса являются центральными, ведущими его составляющими. Если уподобить механизм процесса совокупности разновеликих и разнонаправленных сил (взаимосвязь всех составляющих), то «отрезок прямой», связывающий «пару образующих» — исходный пункт и результат процесса, будет как раз итогом, суммой всех этих сил, кратчайшим расстройением, наиболее лаконично выражающим суть происходящих в процессе развития преобразований в объекте, и одновременно «вектором», указывающим направление этих преобразований. Не зафиксировав «пары образующих» процесса, невозможно говорить о нем, сколь полно бы при этом ни были учтены все другие его составляющие (условия).

Из этого, конечно, не следует, что составляющие-условия процесса играют несущественную роль. Под условиями, в том их виде, как они были охарактеризованы, понимаются внутренние составляющие объекта, которые, находясь в объективной связи с образующими процесса, как раз превращают исходный пункт в результат. А это значит, что без

их учета и исследования также невозможно понять механизма процесса развития, как невозможно без исследования исходного пункта и результата процесса говорить о его сущности. Нужно только отличать условия-составляющие процесса — от «конкретно-исторических условий» его протекания. Последние действительно не определяют внутреннего механизма процесса (они влияют лишь на его форму), поэтому-то исследование механизма процесса может идти и при отвлечении от них.

4. Другим необходимым моментом всякого процесса является время. (На схемах оно изображается путем вертикального, одного над другим, расположения символов, обозначающих составляющие объекта).

В течение многих веков время интересовало историков только в одном плане—в плане определения хронологической последовательности возникновения и чередования эмпирических событий и явлений. «Когда?»—таков был главный вопрос, который задавался историками при решении проблемы времени. И, отвечая на него, они прибегали к шкале абсолютного времени с единицами измерения, равными эре, столетию, году, месяцу, дню. Вся совокупность эмпирических фактов и явлений накладывалась исследователем на эту шкалу, в результате каждый из фактов получал на ней строго фиксированное место («Аристотель родился в 384 году до нашей эры», «гуситские войны XV века». «Бородинская битва состоялась 26 августа 1812 года» и т. д.).

И исторически, и в каждый данный момент задача хронологизации, фиксирования события в строго определенной и наиболее дробной временной точке является основой и начальным этапом всякого исторического исследования. Но в современной исторической науке, имеющей дело с процессами развития объекта, такое обращение с категорией времени уже не может быть единственным и тем более определяющим. Во-первых, применение наиболее дробных единиц абсолютной временной шкалы (год, месяц, день), о которых мечтает историк, к внутренним составляющим объекта оказывается исключительно затрудненным и в большинстве случаев совершенно невозможным. (Попробуйте связать с каким-либо определенным годом или тем более месяцем возникновение таких составляющих капиталистической системы, как «товар-рабочая сила», «промышленный капитал», «кредитное дело» и т. д.! Ясно, что тут временная точка возникновения явления разрастается до временного отрезка размером в несколько десятилетий, а то и столетий).

Но дело даже и не в этом. Когда исследователь приступает к воспроизведению сущности и механизма процесса развития, его, строго говоря, вообще уже перестает интересовать абсолютное время возникновения тех или иных составляющих процесса. Конечно, это не значит, что при исследовании процессов развития объекта вопрос «когда?» (в смысле абсолютного времени) совсем снимается с повестки дня. Напротив, исследователь должен ответить на этот вопрос, например, при выяснении времени возникновения составляющих объекта, принимаемых за образующие процесса, или при определении границ протекания процесса, его нижнего и верхнего временных порогов и т. д. Но это только при решении такого рода задач. В рамках же выяснения собственно сущности и механизма процесса этот вопрос не интересует исследователя. Например, при решении вопроса о сущности процесса возникновения машины из орудия труда и в рамках решения этого вопроса исследователя не интересует, когда, в какое время возникает машина. Зато теперь ему бесконечно важно знать другое, а именно, что между составляющими объекта, условно принимаемыми за «пару образующих» процесса, вообще протекло какое-то время.

В самом деле. Составляющие процесса, являющиеся его исходным пунктом и результатом, должны включать в себя не только безусловно общие моменты (которые позволяют исследователю говорить о генети-

ческом тождестве, родстве образующих процесса), но и моменты безусловно различные (которые позволяют говорить о генетическом различии образующих процесса, т. е. об изменении, процессе). Обнаружение различия в составляющих объекта, принимаемых за образующие процесса, является неперменным условием для заключения о процессе, но не единственным. Для того, чтобы говорить собственно о процессе, исследователю нужно зафиксировать не просто различие двух таких составляющих объекта, но их генетическое различие, т. е. различие во времени, различие с учетом того, что между ними протекло какое-то время.

5. Иными словами, в логике исторического исследования необходимо очень четко отличать категорию «различие» от категории «изменение». Водораздел между ними лежит как раз в факторе времени. И именно от того, «включен» или «выключен» из рассмотрения момент «протекания времени», будет зависеть (при прочих равных условиях), сможет исследователь или нет подойти к объекту с точки зрения процесса его изменения, развития.

Предположим, биолог исследует определенный вид A и имеет дело с рядом принимаемых/этим видом форм— A' , A'' , A''' . Вообще говоря, он может рассмотреть этот ряд двояким образом: во-первых, положив, что формы A' , A'' , A''' следуют друг за другом во времени, сменяют друг друга во времени; во-вторых, приняв все эти формы за данные одновременно, за существующие наряду.

Первый случай будет возможен, если исследователь рассмотрит интересующие его формы в применении к одному организму данного вида— A_1 (ряд будет выглядеть как A'_1 , A''_1 , A'''_1). Второй случай,— если он выберет несколько организмов вида— A_1 , A_2 , A_3 и т. д., причем каждый из них в данный момент времени будет зафиксирован в какой-то одной своей форме, например, индивид A_1 —в форме A'_1 , индивид A_2 —в форме A''_2 , индивид A_3 —в форме A'''_3 (ряд будет выглядеть как A'_3 , A''_1 , A'''_2). Полагая (в первом случае), что между формами A' и A'' , A'' и A''' протекло время, исследователь тем самым начинает анализировать данный ему ряд как процесс. Напротив (во втором случае), принимая формы A' , A'' , A''' за одновременные, исследователь может говорить лишь о различии A' и A'' , A'' и A''' , A' и A''' , но никак не об их изменении одной в другую.

Нетрудно видеть, что в данном случае «включение» или «выключение» в исследовании момента времени, хотя и зависит от исследователя, но определяется самой объективной данностью этих биологических форм и соответствует ей. Выбирая A_3 , A''_1 , A'''_2 , исследователь потому «выключает» здесь из рассмотрения момент времени, что еще до его анализа он включен уже в самой объективной действительности (все эти формы и объективно даны одновременно). И наоборот, выбирая для анализа формы A'_1 , A''_1 , A'''_1 , исследователь потому «включает» в рассмотрение момент времени, что уже по самому объективному положению вещей эти формы следуют друг за другом во времени.

В исторической науке не редки и другие случаи, когда «включение» или «выключение» момента времени зависит всецело от субъективного момента (задачи исследования). Именно о таком случае говорит, например, первая часть первой главы работы К. Маркса «Классовая борьба во Франции с 1848 по 1850 гг.», где рассматривается период французской истории, известный под именем июльской монархии.

Объективно этот период, насыщенный многими экономическими и политическими событиями и явлениями, длится сравнительно большой

отрезок времени—с июля 1830 по февраль 1848 года. Субъективно же, в зависимости от задачи исследования, он может быть рассмотрен двояким образом—как с учетом этого протекания времени, так и при полном абстрагировании от него. Первый случай будет иметь место, когда исследователь поставит перед собой задачу проанализировать процесс развития французского общества за этот промежуток времени. Со вторым случаем мы сталкиваемся как раз в работе Маркса. Занятый анализом развития революции 1848 года, Маркс не может не обратиться с этой целью к важнейшим событиям и явлениям периода июльской монархии. Но делает он это, абстрагируясь от течения времени и временной последовательности этих событий и явлений. Все они сжимаются им во времени в одну точку, рассматриваются как относящиеся к одному временному моменту, предшествующему тому, который непосредственно интересует исследователя. Иначе говоря, в рамках июльского периода (1830—1848 гг.) время как бы приравнивается исследователем нулю, и именно такой подход к объекту позволяет лучше всего решить задачу исследования—суммой экономических, социальных и политических событий и явлений периода июльской монархии объяснить начало, ход и общий характер революции 1848—1850 гг.

Итак, вне объективного протекания и субъективного учета времени говорить о каком-либо процессе бессмысленно. Объективно время является необходимым условием развертывания процесса (процесс не может идти, если не протекает время). Точно так же субъективно, при рассмотрении объекта, исследователь не может говорить о процессе, если не учтен момент времени, если нет знания о том, что между составляющими объекта, принимаемыми за «пару образующих» процесса, протекло какое-то время.

Но не наоборот. Субъективно, в научном исследовании время может рассматриваться и вне всякой связи с процессами развития объекта (например, в физике). Точно так же и объективно—время может протекать, причем даже в изрядных количествах, а тот или иной объект стоять в своем развитии на месте. Маркс, например, не раз говорил о некоторых периодах в жизни общества (Восток, эпоха феодализма), когда время (Маркс имел в виду, разумеется, не абсолютное время, а развитие) «останавливалось».

О нетождественности понятий «ход времени» и «процесс развития» говорит и тот факт, что в одни и те же промежутки времени различные объекты способны проходить в своем развитии различные «расстояния», или, иначе, для прохождения аналогичных «расстояний» различным объектам требуется различное время. Очевидно, что резко различная степень интенсивности, с которой развиваются, например, капиталистическая и социалистическая общественно-экономические формации, зависит прежде всего от внутренних свойств самих объективных систем—прежде всего от уровня производительных сил и характера производственных отношений, складывающихся в обществе,—время тут ни при чем. Но точно так же и вообще: развитие того или иного объекта является функцией не объективного хода времени, но жизнедеятельности самого объекта, оно—специфическое выражение преобразований, изменений, происходящих в объекте.

Каков же характер этих преобразований, изменений?

б. Начнем с вопроса: всякое ли различие во времени, всякий ли процесс является процессом *р а з в и т и я* в строгом смысле этого слова? Очевидно, ответ на него может быть только отрицательным.

Процесс изменения захватывает все стороны в жизни объекта. Меняются внутренние составляющие объекта, его существенные связи и зависимости, меняются и его внешние, непосредственно воспринимаемые стороны, его форма. Однако в отличие от категории «изменение» катего-

рия «развитие» фиксирует не любые временные различия в объекте. Собственно о развитии мы говорим применительно лишь к изменениям во внутреннем строении объекта, в его структуре (совокупность функционально связанных между собой элементов, связей и зависимостей, составляющих внутреннее строение объекта).

Но пойдём дальше. Возьмем, например, процесс преобразования связи (IV). Здесь речь идет об изменениях внутренних, структурных. Но происходит ли тут собственно процесс развития? Вообще всякое ли изменение в структуре объекта может рассматриваться в качестве процесса развития? Очевидно, также нет. В узких рамках преобразования $A \rightarrow B$ в $A' \rightarrow B'$ во внутренней структуре объекта не появляется ни одного нового структурного составляющего, тут можно говорить лишь об изменении связи старой, уже существующей.

Подойдем к вопросу с другой стороны. Когда мы имеем дело с процессами развития, мы обычно говорим о качественных изменениях в объекте. Но что такое качественное изменение, качественное различие с точки зрения логической? Как передать этот момент при логической характеристике объективной структуры процесса развития?

Появление нового в объекте?—Да. Но чего нового, какого нового? Ведь и в процессе (IV) связь $A' \rightarrow B'$ отличается от $A \rightarrow B$ рядом новых функциональных характеристик.

Под процессом развития, под качественным изменением в структуре объекта нужно понимать, очевидно, возникновение новых структурных составляющих объекта—элементов, связей и зависимостей, слагающих его структуру.

Вообще говоря, структура объекта может характеризоваться тремя моментами: количеством составляющих, порядком их расположения и характером зависимости между ними. Так, одно дело структура $A \rightarrow B$ (двучленная), другое: $A \rightarrow B \rightarrow C$ (трехчленная); одно

дело: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ (линейная структура), другое: $A \begin{array}{l} \nearrow B \\ \searrow C \end{array} \rightarrow D$ (кольцевая);

одно дело $A \rightarrow B$ (структура, где элементы «равноправны», поэтому зависимость обратима и может быть представлена как $B \rightarrow A$), другое— $A \sim B$ (необратимая зависимость, где элемент B в структуре «подчинен» элементу A). Нетрудно видеть, что все это структуры разного качества, слагающиеся из различных составляющих. Переход от структуры одного качества (характеризующейся данным количеством, порядком и характером зависимости составляющих) к структуре другого качества (характеризующейся иным количеством или порядком, или характером зависимости составляющих) и будет означать развитие объекта¹⁾.

Очевидно, самым простым случаем процесса развития будет переход объекта от простейшей структуры $A \rightarrow B$ к структуре $A \rightarrow B \rightarrow C$. Но с самого начала необходимо подчеркнуть, что суть этого перехода не состоит в одном лишь количественном росте числа составляющих. Вообще процесс развития нельзя изображать только как движение от структуры с n составляющими к структуре с $n+1$ составляющим. Во-первых, в процессе развития системы элементы структуры не только возникают, но и исчезают, отмирают, так что в каких-то определенных границах общее число составляющих развивающейся системы принципиально может оставаться постоянным (например, переход от $A \rightarrow B \rightarrow C$ к $B \rightarrow C \rightarrow D$). Во-вторых, качественное изменение структуры, появление в ней новых со-

¹⁾ Как видим, процесс развития связан не только с возникновением новых составляющих, но и с перегруппировкой и исчезновением старых составляющих. Однако проблему направленности процесса мы вынуждены теперь оставить.

ставляющих может иметь место и без увеличения числа элементов (на-

пример, переход от А—В—С—Д к $\overset{\text{В}}{\text{А—С—Д}}$). Наконец, и это самое главное, возникновение одного нового элемента в системе никогда не означает прибавление просто «одного». Ведь мы имеем дело с органической системой, а не с механическим конгломератом. И в таких условиях возникновение одного нового элемента всегда ведет к возникновению по крайней мере нескольких новых составляющих и сверх того сопровождается более или менее серьезным функциональным преобразованием массы составляющих системы вообще.

В самом деле, допустим, мы имеем структуру



Затем в ней появляется новый элемент Е. Если этот элемент не «второстепенный», а определяющий, если он возникает, так сказать, не на «краю», не на «границе» структуры, а в ее «центре» (примером такого элемента в экономической системе капитализма может быть машина), то он может привести к серьезному изменению структуры объекта в целом, например, придать ей следующий вид:



Как видим, здесь возникает несколько новых связей системы. Кроме того, уместно допустить, что с возникновением Е и новых связей А—Е, В—Е и т. д. старые элементы и связи структуры также претерпевают изменения.

7. До сих пор, характеризуя структуру процесса развития, мы говорили об отдельных составляющих объекта, участвующих в процессе, и различали среди них образующие и условия процесса. Теперь мы должны ввести более глубокое, с точки зрения понимания структуры процесса развития, понятие—«состояние объекта» (под состоянием объекта понимается объект, взятый в определенный момент его жизни, т. е. характеризующийся определенной структурой п). При этом логика исторического исследования имеет дело с процессами развития объекта, то есть с чередованием множества состояний объекта, отмечающих различные этапы, периоды, стадии его развития, поэтому она должна говорить не просто о «состоянии объекта», но об «исторических состояниях объекта» (под историческим состоянием объекта понимается состояние объекта, ограниченное во времени, то есть имеющее верхнюю и нижнюю временные границы существования, за которыми начинается другое состояние объекта, с другой структурой).

Историческое состояние объекта является главной характеристикой структуры всякого, любого процесса развития. Это само собой разумеется, когда воспроизводится процесс развития сложной органической системы в целом, например, буржуазной экономической системы, определенной звездной системы, языка в целом и т. д., когда, очевидно, что процесс развития представляет собой ряд исторических состояний системы, связанных друг с другом и сменяющих друг друга во времени. Но то же самое будет иметь место и при воспроизведении процесса развития от-

дельных составляющих системы, например, денег, отдельной звезды, элемента языка и т. д.

Понятие «состояние объекта», «историческое состояние объекта» говорит об определенном качестве структуры объекта, поэтому оно приложимо к любому развивающемуся объекту, независимо от сложности его строения. Но необходимо, чтобы объект этот был действительно развивающимся, то есть чтобы он имел подвижную, изменяющуюся структуру.

Между прочим, именно в этом пункте проходит граница, отделяющая вещи развивающиеся от неразвивающихся. Иногда приходится сталкиваться со случаями, когда категорию развития стараются применить буквально ко всему. Это неверно. В практике научного исследования эта категория столь же ограничена (несмотря на всю необъятную широту своих границ!), как и все остальные. Даже в рамках органических систем существует масса составляющих, о развитии которых—или в силу их элементарности (отсутствие внутреннего строения), или в силу неподвижности их структуры (по крайней мере, в рамках определенного исторического отрезка)—говорить бессмысленно. Но с другой стороны, если исследователь говорит о развитии объекта, то независимо от большей или меньшей сложности объекта он должен воспроизвести ряд его исторических состояний, по крайней мере, два.

Обратимся к тем элементарным процессам, которые были рассмотрены выше. Все они по своей структуре, за исключением (IV), являются последовательностью двух исторических состояний объекта, обладающих определенной структурой. Это сразу видно по отношению к (III) и (V) процессам, где и в начальном и в конечном пунктах процесса имеются несколько взаимосвязанных составляющих, то есть определенные структуры объекта (простейшую структуру составляет связь типа А—В). Так, в процессе (III) первое, исторически предшествующее состояние товарного отношения характеризуется структурой АВ—АВ, второе же, исторически последующее его состояние,—структурой А—В. Эту же мысль можно выразить другими словами: в процессе (III) связь АВ—АВ является исходным состоянием, а связь А—В—конечным состоянием исследуемого объекта (объектом исследования здесь является развивающееся товарное отношение).

Несколько сложнее обстоит дело с процессами развития отдельных элементов, в частности, с процессом (I), где и в исходном, и в конечном пунктах процесса имеется всего лишь один элемент и где поэтому говорить о какой-либо структуре, о состоянии объекта очень трудно. Можно ли тут говорить о процессе развития? Решение этого вопроса зависит всецело от характера самого рассматриваемого элемента системы, от наличия у него более или менее расчлененной структуры. Маркс, например, свободно говорит о развитии (именно о развитии) средства производства из ремесленного орудия труда в машину. И делает он это потому, что этот элемент системы, независимо от тех структур целого, куда он входит в качестве элемента, сам имеет подвижную расчлененную структуру, меняющую свое качество при переходе от одной стадии развития системы к другой.

В самом деле, элемент В (машина) состоит из таких структурных составляющих, как орудие, или рабочая машина (V_1), двигатель (V_2), связь между рабочей машиной и двигателем, передаточный механизм (V_3), связь между орудием и механизмом (V_4), и т. д. Точно так же в орудиях труда различают собственно рабочую часть (A_1), двигатель (A_2), передаточный механизм (A_3), связь между рабочим орудием и человеком (A_4) и т. д. Таким образом, и в первом, и во втором исторических состояниях исследуемый элемент имеет сложную структуру. Сов-

падая в ряде составляющих (A_1 и B_1 , A_2 и B_2 , A_3 и B_3), эти состояния вместе с тем качественно отличаются друг от друга: исторически позднейшее включает в себя новое составляющее B_4 , приходящее на смену A_4 . Этот процесс станет рельефным, если ввести другие обозначения, приняв A_1 и B_1 за K , A_2 и B_2 за L , A_3 и B_3 за M , A_4 за N , B_4 за P . Тогда процесс превращения орудия труда в машину есть процесс перехода от состояния со структурой $K-L-M-N$ к состоянию со структурой $K-L-M-P$.

Итак, процесс развития представляет собой ряд исторических состояний объекта в их связях. В простейшем случае это будет два состояния. Поэтому следует говорить о генетической паре состояний объекта («исходное состояние» и «состояние-результат»). Но, разумеется, при исследовании сложного, более или менее продолжительного процесса исследователь может и должен фиксировать не два, а множество этапов, периодов развивающегося объекта.

Мы не можем теперь касаться других вопросов, связанных с анализом и воспроизведением объективной структуры процесса развития. Но думается, что изложенные выше соображения намечают общие контуры и пути дальнейшего исследования проблемы.

В. Н. САГАТОВСКИЙ

ОТ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ К ПОНЯТИЮ

1. Диалектический материализм учит, что познать сущность явления вне генетического изучения невозможно. Это целиком относится также ко всем элементам логического мышления, в том числе и к понятию. Для того, чтобы определить специфическую функцию того или иного элемента мысли, необходимо знать те условия практической деятельности общества, которые предъявили к логическому мышлению человека определенные требования и вызвали появление соответствующей функции мысли. Если мы хотим знать типы мысли, для этого мы должны знать типы практической деятельности.

Однако введение практики как исходной основы образования понятий является важнейшей предпосылкой, но еще не решением вопроса. Правильное решение его будет зависеть и от того пути исследования, по которому мы пойдем, приняв эту предпосылку.

Изучая происхождение логической мысли из деятельности, неверно упускать из вида чувственность как необходимое посредствующее звено и сразу же начинать исследование с языковых знаков и структур.

Однако подчеркнем с самого начала, что речь идет не об отдельных актах научного познания современного человека или процессе познания в развитой теоретической науке. Бесспорно, что в этих случаях нельзя говорить о какой-то чистой чувственности, абсолютно предшествующей рациональному познанию. Мы настаиваем лишь на том, что невозможно исследовать фундамент любого мышления, и научного в том числе, отбрасывая чувственное знание. С чистой чувственности начинало человечество в истории и современный человек в детстве. Именно на этом материале и можно исследовать происхождение рационального мышления. Возможно, что для человека, занимающегося высшей математикой, не очень интересно знать, почему он понимает те далекие от чувственности мысленные образования, с которыми он оперирует. Но для педагога очень важно представлять себе тот необходимый минимум элементарных знаний, который является фундаментом, обеспечивающим усвоение более сложных элементов мысли. Поэтому наша проблематика может быть названа не метатеорией развитой науки, но скорее педагогической логикой. Это логика процесса усвоения новых знаний и взаимопонимания в этом процессе, но не теория решения научных задач.

Для того, чтобы результаты практической деятельности могли влиять на дальнейшее поведение человека, они должны быть закреплены в сознании людей. Исходными формами фиксации знания, непосредственно вплетенными в практику, являются формы чувственного познания. Логическое познание связано с практикой как своей основой, опосредовано. Непосредственной основой образования форм абстрактно-словесного знания являются формы чувствительности.

Никто никогда не составил еще понятия из одних непосредственных восприятий действительности, не переварив их предварительно в сознании.

В отличие от знаков второй сигнальной системы образы первой сигнальной системы обладают свойством наглядности, т. е. они «похожи» на отражаемый объект, имеют с ним общие элементы, в определенной степени изоморфны им. Это ясное различие и отмахиваться от него можно лишь благодаря полному игнорированию психологии как одного из источников теории познания.

Неясность в вопросе о сфере действия понятия в значительной степени вызывается неопределенностью его «нижней границы». Где кончается чувственность и где начинается логика? (То, что после перехода этой границы чувственное и логическое взаимодействуют друг с другом, насколько не снимает данного вопроса). Домарксистская философия не могла решить вопроса о происхождении логического понятийного знания. Генетическая связь понятия с формами чувственности либо принципиально отрицалась (Платон, Кант)¹⁾, либо понятие сводилось к этим формам под общей рубрикой — «идея». Последний недостаток относится как к идеалистическому эмпиризму (Беркли), так и к метафизическому материализму. Сказать, что понятие — это только более сложная комбинация ощущений — значит ничего не сказать о специфической сущности понятия, поскольку качественное отличие понятия от форм чувственного познания — бесспорный факт. Такая точка зрения оставляет лазейку для априористского взгляда, согласно которому понятийное знание имеет внеопытное, следовательно, сверхъестественное происхождение.

С точки зрения диалектического материализма между представлением и понятием существует качественное отличие, происходит скачок. Однако для того, чтобы реализовать эту правильную постановку вопроса, необходимо рассмотреть, какой вид представления является основой для перехода к понятию, а также исследовать причины, вызывающие этот скачок, условия, при которых он может произойти, характер его протекания во времени и формы, в которых он совершается. Таким образом, задачей нашей статьи является дать краткий очерк диалектики перехода от представления к понятию.

2. Представление может сопутствовать понятию: мы можем иметь понятие о лошади, и, в то же время, слово «лошадь» вызовет у каждого определенный наглядный образ. Представление может формироваться на основе понятия: можно представить человека на основе словесной характеристики его; примерами этого рода представлений служит модель в теоретической физике, наглядная интерпретация в геометрии, в определенной мере художественный образ в литературе и т. д. Но условием формирования таких последипонятийных представлений служит тот факт, что сами понятия сформированы на основе других наглядных представлений. Здесь будет идти речь только об этом последнем виде: о представлении, предшествующем понятию в качестве самостоятельной формы чувственного познания.

Об абсолютном предшествовании представления понятию можно говорить только по отношению к познанию ребенка или первобытного человека. В мышлении современного взрослого человека независимость представления от понятия может быть только относительной (т. е. может отсутствовать только понятие о данном предмете, но не понятийное мыш-

¹⁾ То, что Кант считал чувственность необходимым **материалом** для рационального познания, несколько не меняет того факта, что формы познания рассматривались им как априорные, т. е. выводимые из чувственного опыта.

ление вообще). Однако в нашем исследовании в целях простоты можно будет абстрагироваться от обратного воздействия логического познания на чувственное. Более того, такая абстракция необходима. Чтобы в дальнейшем понять соотношение чувственного и логического в современном познании, необходимо проследить генезис рационального мышления из чистой чувственности, как это имело место в филогенезе и в определенной степени в онтогенезе.

Высшим видом представления являются общие представления. В истории философии имели место попытки полного отрицания общих представлений. Наиболее ярко такой взгляд был выражен Беркли. С точки зрения Беркли, мы всегда имеем единичную «идею» данного треугольника, а представление о треугольнике вообще невозможно.

Но если общего представления о треугольнике нет, то на чем же базируется понятие о треугольнике? Почему люди понимают друг друга при произнесении слова «треугольник», если при этом в сознании каждого встает абсолютно индивидуальный и единичный образ? Беркли отрицает вообще существование понятий и считает слово сокращенным знаком, условно принятым для обозначения множества частных идей треугольников. Мы не будем останавливаться на том, что сам Беркли не сводит концов с концами²). Подчеркнем лишь то, что принимающие послышки Беркли (отрицание существования общих представлений) должны принимать и его выводы (невозможность объяснить существование понятий, крайний конвенционализм и номинализм).

Те представители современной буржуазной философии, которые, подобно Б. Расселу, принимают тезис Протагора о том, что данные опыта личны и частны, но отрицают следующий из него вывод, что все познание частно и индивидуально, напрасно пытаются избежать объятий априоризма.

Так, Мак-Кинни в статье «Опыт и действительность», утверждая, что, например, ощущение боли абсолютно субъективно, отмечает, что боль получает «объективный статус», будучи воплощенной в общей сообщаемой форме словесного выражения. «Говоря» мне больно, — пишет он, — я подвожу мои целиком частные чувственные данные, мои личные единицы сознания под общую форму боли». На вопрос: откуда берется эта общая форма, Мак-Кинни отвечает: «Я не конструирую общую форму боли или вообще что-либо кроме моих собственных единиц ощущения или сознания. Для меня эта форма уже существует. Она находится готовой как данный (кем? — В. С.) принцип для организации моего частного опыта». Пытаясь при этом «не возвращаться к Платону и Канту», Мак-Кинни вводит понятие «атомов сознания», которые первичны по отношению к физическим атомам и оформляют неорганизованный чувственный опыт³), как будто изменение терминологии может способствовать решению проблемы происхождения общего и общезначимого знания!

Можно предположить, что Мак-Кинни подразумевает, что общие формы познания даны индивиду обществом. Но это означало бы только смену субъективного идеализма на объективный. Материал общественного знания может храниться вне сознания индивида (в книгах и т. д.). Но ключ к расшифровке знаков языка общества может находиться

²) Идеалистический эмпиризм Беркли противоречив. С одной стороны, он отрицает существование всего невоспринимаемого непосредственно чувственно. С другой стороны, чтобы объяснить факт общности и общезначимости человеческого знания, Беркли допускает существование чувственно невоспринимаемого бога. Неумение вывести рациональное знание из опыта особенно ярко проявляется у Юма. Эмпиризм здесь закономерно приводит к априоризму Канта.

³) J. P. Mc-Kinneу, «Experience and Reality», *Mind*, vol LXII, № 268, Oct. 1958, p. 391, 392

только в сознании каждого отдельного человека, иначе любая книга предстанет перед нами только как набор черточек. Следовательно, исходные формы, делающие человеческое знание общим и общезначимым, действительно должны уже находиться в сознании индивида, они не могут просто быть переданными с помощью языка. И здесь есть три пути: признать эти формы априорными (субъективный идеализм), считать их находящимися в сознании некоего общественного разума, и в таком случае мышление индивида есть лишь проявление этого разума (объективный идеализм; причем субъективный идеализм закономерно переходит в объективный, от Канта — к Гегелю); попытаться все же вывести все формы знания из опыта, но этот опыт рассматривать не как биологически-личный опыт изолированного индивида, но как такой личный опыт, который является общественно-производственной деятельностью и, тем самым, перестает быть только личным. Этим путем идет диалектический материализм.

Вопрос о происхождении общего и общезначимого логического знания можно решить, только признавая существование общего в неразрывной связи с единичным в самой действительности и в человеческой деятельности и прослеживая генезис его отражения как такового, которое происходит на логической ступени познания.

Действительную природу общих представлений можно хорошо показать на примере следующего психологического эксперимента. Вокруг одинаковых круглых отверстий были нарисованы разные фигуры (треугольник, окружность, горизонтальный и вертикальный прямоугольники). Испытуемые (дети) просовывали в эти отверстия руки. Это действие сопровождалось различным подкреплением, благодаря чему были выработаны разные условные рефлексy. Так, допустим, треугольник сопровождался положительным подкреплением, а окружность — отрицательным. Таким образом у детей было выработано четкое различие этих геометрических фигур. После получения стойкого условного рефлексy части фигур были покрашены, остались лишь «сильные компоненты» этих фигур (углы треугольников, часть дуги окружности, т. е. то, что обязательно присутствует в любом треугольнике или окружности). Это несколько не отразилось на быстроте различения фигур⁴).

Единичные образы данного треугольника или данной окружности были фактически заменены образными схемами этих фигур, по которым любой треугольник можно отличить от любой окружности. При этом происходит то, что в психологии называется явлением транспозиции: сознание абстрагируется от окраски, величины и других индивидуальных особенностей предметов, остается лишь схема класса предметов, фиксирующая, например, такие черты треугольника (наличие трех углов), по которым любой треугольник может быть отличен от любого не треугольника. Такая общая образная схема и может быть названа общим представлением.

В общем представлении фиксируются не все черты предмета. Однако отбор тех черт, которые остаются, запоминаются, не случаен. Представление не просто бледнее восприятия (этот взгляд тоже идет от Беркли), в нем не просто элиминируются любые черты. В представлении фиксируются те черты, которые являются объективно общими для данного класса предметов и существенными для отнесения вновь предъявляемого предмета к тому классу, общие черты которого и а г л я д н о фиксированы в общем представлении. Таким образом, последнее выступает в качестве наглядного эталона, существующего в сознании и обеспечива-

⁴) См. Н. А. Тих, К вопросу о генезисе восприятия формы, «Материалы научного совещания по проблеме восприятия пространства и пространственных представлений», 1959. Ср. также Б. Г. Ананьев, «Психология чувственного познания», М., 1960, стр. 293—294

ющего оценку новых предметов, и, тем самым, ориентировку в окружающей действительности.

Еще И. М. Сеченов, анализируя развитие мышления ребенка, писал: «От среднего дуба, такой же ели и березы детская мысль переходит к «дереву», как единичному образу или знаку множества сходных (неоднородных предметов... Рисуя его (дерево — В. С.) правильно, — ствол внизу, ветви выше, а листья на концах ветвей, — он (ребенок — В. С.) доказывает не только умение отвлекать контур от предмета, но также различение частей и оценку их топографических отношений»⁵). Таким образом, общее представление о дереве, с одной стороны, фиксируется в виде общей схемы, присущей всему классу деревьев. В этом смысле контур, схема, форма отвлекаются от других признаков предмета. Но, с другой стороны, слово «дерево» не вызовет в сознании человека только эту схему в абсолютно чистом виде: этот каркас будет обязательно облачен в живую индивидуальную зелень березы, липы, ели, и облачение это будет разным у разных людей в зависимости от разницы в их индивидуальном опыте. В чувственном образе общая схема предметов выделяется лишь в определенной мере, не полностью; она противопоставляется другим чертам в рамках конкретного образа, не порывая с ним до конца.

Но из того, что каждое представление в сознании каждого человека имеет индивидуальные черты, отнюдь не следует отрицание общих представлений. Это говорит лишь о противоречивости, переходном характере представления, когда потребность в познании общего развивается, а чувственный образ уже не может удовлетворить ее целиком. И с точки зрения этого развития в представлении гораздо больший интерес представляет его общность, а не индивидуальность (последняя значима для психологии). Логикой же интересуется в представлении то общее, что позволяет людям узнавать предметы данного класса, отличать их от предметов других классов и адекватно понимать друг друга. Так, для логики совершенно безразлично, что слово «лошадь» вызовет в сознании одного человека образ скакуна, у другого — тяжеловоза, а у третьего — скульптуру на Аничковом мосту в Ленинграде. Важно лишь то, что все они имеют в сознании общую схему лошади, позволяющую отличать это животное от всех других предметов, осуществлять операцию отнесения к классу. В представлениях, как и в самих предметах, общее и отдельное связаны неразрывно. Но с точки зрения логики общее представление — это схема класса предметов.

Однако, если мы скажем, что общее представление является именно той формой, на основе которой образуется понятие, это будет неточным. Признавая дословесную абстракцию, т. е. возможность выделения и фиксации общего посредством образа, мы не избегаемся от вопроса, по каким признакам происходит обобщение в представлении. Если считать, что представления формируются на основе абсолютно индивидуального опыта, то пришлось бы согласиться с утверждением Хайякавы о том, что чайник Питера и чайник Джона — совершенно различные образы, поскольку формирование их происходило на основе разного опыта. А отсюда следует, что словесное знание не может опираться на несходные существенно индивидуальные представления и общезначимость его является результатом конвенции. С этим, конечно, нельзя согласиться.

⁵) Избранные философские произведения, 1947, стр. 485. Сеченов называет здесь образ знаком. И это не простая неточность. Действительно, например, топографический знак хвойного дерева является, по существу, объективацией общего представления. Знак тоже может быть «похож» на объект. Но если для образа наглядность есть необходимая черта, то для знака она случайна и, как правило, отсутствует. Наличие же ее объясняется происхождением исходных знаков из образов (например, от пиктографии через иероглифы к буквенному письму).

Общие представления действительно могут формироваться по признакам, существенным только в личном опыте. Но такие обобщения не могут служить основой для формирования понятий, поскольку они не общезначимы для других людей, не имевших соответствующего опыта.

Представления, лежащие в основе формирования понятия, должны быть не только общими, но и общезначимыми. Их общезначимость гарантируется общностью практической деятельности, которая фиксирует предметы в сознании людей строго определенными сторонами; в общей образной схеме закрепляется знание признаков предмета, существенных в определенной общей системе деятельности.

Известно, что деятельность, развитая в определенном направлении, порождает целый ряд обозначений предмета, который на первый взгляд может показаться одним и тем же. В лапландском языке более 30 слов для обозначения северного оленя. Все эти слова — не синонимы. За ними стоят общие представления, фиксирующие разные группы признаков предмета, разные типичные ситуации, в которых предмет может находиться.

Для нас, например, вполне достаточно иметь такой общий образ моржа, чтобы не спутать его с белым медведем. Но для охотников, жизнь которых зависит от успешного промысла, чрезвычайно важно четко отличать моржа на лежбище от моржа, находящегося в море. И если один эскимос говорит другому «айвых» (морж, находящийся в море), то в сознании последнего встает не определение этого животного, не понятие о его месте в биологической классификации, но четкий общий и общезначимый образ. При этом индивидуальная оболочка (размеры, оттенки окраски и т. д.) такого общего представления в данном случае абсолютно безразлична. Главное — это то, что у обоих охотников возникает образ моржа в море, который влечет за собой определенную систему ассоциаций, позволяющих обдумать (говоря точнее, сообразить) предстоящий образ действий.

Общие и общезначимые представления, отражающие необходимые условия общественно-производственной деятельности человека и формирующиеся в этой деятельности, можно назвать аксиоматическими представлениями.

Мы называем их так потому, что обоснование их общности и общезначимости лежит вне сферы логического мышления, но сами они являются непосредственной основой последнего.

Несмотря на общность и общезначимость аксиоматических представлений, их неверно было бы отождествлять с понятиями. Признаки предмета, выделяемые в аксиоматическом представлении, не вычлениваются окончательно из конкретного чувственного образа и фиксируются в сознании средствами первой сигнальной системы. Эти представления можно назвать чувственно-практическими абстракциями. Слово при этом играет коммуникационную роль. А там, где нет окончательного вычленения признаков предмета и неразрывной связи мысли и слова, нет еще и логической мысли, нет понятия. Последнее имеет место только там, где знание непосредственно может фиксироваться лишь второсигнальными знаками.

3. Можно указать две основных причины перехода от представления к понятию: коммуникативную и гносеологическую. Расширение и углубление производственной деятельности вызывает коммуникативную потребность передачи знаний о предметах, не входящих в сферу непосредственного личного опыта, и гносеологическую потребность познать непосредственно неощущаемое. Эти потребности вступают в противоречие с ограниченными возможностями формы чувственного образа и взрывают эту форму.

С расширением сферы деятельности человека возникают такие ситуации, когда нельзя назвать какой-либо предмет и тут же показать его, дать, так сказать, наглядное «определение». В такое положение попадает, например, натуралист, открывающий новую разновидность и стремящийся передать новое знание людям, не встречавшим эту разновидность в своем опыте.

Аксиоматические представления могут адекватно фиксировать только то знание, которое образуется в условиях общего опыта. Расширение сферы практической деятельности приводит к возникновению потребности в передаче косвенного опыта посредством словесных определений, опирающихся в конечном счете на общезначимый личный опыт.

Гносеологическая причина перехода от представления к понятию состоит в том, что некоторые знания принципиально не могут быть фиксированы в форме чувственного образа. Признаки, входящие в содержание таких знаний, не могут быть адекватно отражены, вычленены и выражены средствами чувственности. Так, нельзя выразить в представлении знание о скорости света или о тысячеугольнике. Невозможно с помощью представления открыть стоимость в холсте или сюртуке. Для того, чтобы сформировать и выразить эти знания, необходимо прибегнуть к второсигнальным средствам.

Если практически общезначимые признаки предмета фиксируются аксиоматическими представлениями, то в случае отсутствия непосредственного общего опыта и невозможности непосредственного чувственного отражения признаков предмета, эти признаки необходимо вычленить из чувственной конкретности и фиксировать путем общезначимого словесного определения. Переход от представления к понятию — это переход от наглядного «определения» (назвать и тут же показать, закрепить действием) к определению словесно-логическому.

4. Основным условием перехода от представления к понятию является наличие возможности дать определение предмета, фиксировав его характерные признаки в знаках второй сигнальной системы. Эта возможность, в свою очередь, обуславливается двумя моментами: во-первых, необходима достаточная степень общности определяющих знаний и, во-вторых, знания, лежащие в истоках определения, должны быть общезначимыми. В конечном счете все это зависит от уровня и характера развития практической деятельности общества.

Способность давать определения и мыслить понятиями, определенными при помощи других понятий, отнюдь не является прирожденной человеческому мышлению. На ранних ступенях развития деятельности и мышления определение дать очень трудно, поскольку узкие горизонты опыта не ставят перед мыслью такой потребности и не приводят к образованию общих знаний, окончательно вычлененных из конкретных образов и ситуаций.

Это очень хорошо показал исследователь жизни первобытных народов Ф. Боас, описывая, как бы смог индеец перевести на свой язык предложение «глаз есть орган зрения». Он не смог бы выразить отвлеченную идею глаза и ему пришлось бы сказать что-нибудь в роде «глаз этот здесь», далее, он не смог бы выразить одним термином идею «органа» и ему пришлось бы определить ее с помощью выражения вроде «орудия видения», кроме того, ему пришлось бы указать, кому принадлежит этот глаз — человеку или животному. В конце концов вся фраза приняла бы форму вроде «глаз неопределенного лица есть орудие его видения». Из подобных фактов Боас делает правильный вывод: «Тот факт, что обобщенные формы выражения не употребляются, не доказывает неспособно-

сти образовать их, но доказывает лишь то, что образ жизни народа таков, что они не нужны, но что тем не менее они развились бы по мере надобности»⁶).

Исходными общими знаниями, на которые опираются определения, будут общие представления. Здесь мы присоединяемся к точке зрения, развитой А. А. Ветровым⁷). Какое бы абстрактное понятие мы не взяли, определяя его при помощи других понятий и эти понятия снова определяя через другие понятия, мы, в конце концов, приходим к таким знаниям, которые сами по себе не будут наглядными, но определяться будут с помощью наглядных представлений, выраженных в словах. Из всего сказанного выше ясно, что эти исходные представления должны быть не только общими, но и общезначимыми, т. е. аксиоматическими.

При этом необходимо оговориться, что, называя представления корнями понятий, мы не утверждаем механического отождествления понятия с суммой представлений. Наличие общих представлений, формирующихся в условиях разного опыта, может вести к непониманию. Субъективные идеалисты спекулируют на отсутствии абсолютной общезначимости наших знаний и, как всегда, абсолютизируют момент относительности, объявляют данные чувственного опыта только и только индивидуальными, полностью лишенными общности, которая, с точки их зрения, привносится в мир словом. Б. Рассел в «Человеческом познании» утверждает, что нет, например, ничего общего в представлении о дожде у жителей северных широт и тропиков. Конечно, одно и то же слово «дождь» вызовет у одного образ моросящего дождичка, а у другого — бурного ливня. Но, во-первых, есть общее и в этих разных образах падающей с неба воды, которое вполне может быть воспринято и фиксировано чувственно, а во-вторых, с развитием общественно-производственной практики, происходит у н и ф и к а ц и я представлений. Чем больше разновидностей дождя испытывали люди, тем больше будет общность и общезначимость их представлений об этом явлении.

Прогресс человеческого общества увеличивает общность всех проявлений человеческой деятельности, связь различных видов труда, унифицирует исходные представления и способствует лучшему взаимопониманию. В связи с этим возникает чрезвычайно благодарная и обширная задача исследования системы необходимых аксиоматических представлений о тех свойствах, отношениях и предметах объективной действительности и практической деятельности, которые являются фундаментом всего человеческого знания.

5. Скачок от представления к понятию носит длительный характер. Возможность фиксировать знание о предмете с помощью определения вырабатывается не сразу. Существует целый ряд слов, за которыми уже не стоит отдельного чувственного образа и может еще не стоять определения. Знание о силе, растении, цене, случае, добре и зле и т. д. не может существовать в форме адекватного чувственного образа, но в то же время далеко не всегда при употреблении этих слов люди могут четко выделять признаки, входящие в содержание соответствующих знаний.

Знания такого типа не являются в полном смысле слова чувственными, но их нельзя назвать логическими. Знание без вычленения признаков и фиксации их в определении не может служить основой для логически доказательного вывода. Определенность и последовательность

⁶) Ф. Боас, Ум первобытного человека, 1926, стр. 83—84.

⁷) «Расчлененность формы как основное свойство понятия», «Вопросы философии», № 1, 1958.

мышления являются основными логическими закономерностями. Мысль, неопределенная сама по себе, из которой не может следовать другая определенная мысль, не удовлетворяет требованиям логики. Такую мысль нельзя назвать понятием. Это переходная форма, когда логическое еще погружено в среду чувственного, но уже начинает вырастать из нее. Способ фиксации знания в том случае, когда уже нет образа и еще нет определения, может быть назван «определением» через соотнесение. Истинного определения здесь нет, так как нельзя сказать «S есть P», но только «S соотносится с P», причем как именно соотносится, обстает еще неясным. «Определение» через соотнесение является выражением тенденции развития мысли на пути к истинному определению, шагом на этом пути.

Эту тенденцию можно хорошо проследить на примерах из языков первобытных народов. Тасманийцы выражали свои мысли таким способом: «твердый — это как камень», «длинный — это как ноги», «круглый — это как луна». Здесь мы имеем дело с попыткой определения без четко выделения определяющего признака. Такие знания не являются представлениями, в них видна попытка сформировать понятие, но самого понятия также еще нет.

На этом этапе новый объект соотносится с системой ассоциаций прежнего опыта. Слово вводится здесь для обозначения практически выделенного, но логически еще не осознанного, свойства. Практически мы отличаем твердое от нетвердого, но выразить признаки твердости в общезначимой форме еще не можем. Эту переходную форму на пути от представления к понятию можно назвать «именем»⁸⁾.

Гносеологическая функция «имени» состоит в осознании нового предмета в свете уже имеющегося опыта, логически это выражается в форме «определения» через соотнесение, а психологически подобные состояния сознания могут быть обозначены высказыванием: «Я чувствую, что это связано с тем-то».

Проследим процесс формирования понятия на примере развития знания о том, каким образом корень осуществляет свою функцию питания растения⁹⁾.

Практика может дать общее представление о корнях растений и знание о том, что корень выполняет функцию питания растения. Но для того, чтобы ответить на вопрос, как осуществляется корнем эта функция, средств живого созерцания, влеченного в практическую деятельность, недостаточно. На помощь должны прийти размышления и эксперимент. Размышление без эксперимента, характерное для античного периода, не случайно предшествовало опытным исследованиям, так как для того, чтобы не вести опыты вслепую, необходимо было построить какие-то предварительные гипотезы, установить связь нового предмета с системой уже установившихся знаний. За выполнение этой задачи первым взялся Аристотель. Он провел аналогию между корнем и ртом животных и предположил, что кончик корня поглощает питательные вещества, заготовленные в земле, точно так же, как это делает рот животного с пищей. Таким образом, была установлена связь способа питания растения с известным уже способом питания животных: корень, как орган питания получил «определение» через соотнесение: «как рот».

Ученый XIII века Альберт фон Больштедт уже понимал, что такое

⁸⁾ Здесь мы только констатируем наличие такой переходной формы. Конкретное изучение способа, которым фиксируются в сознании подобные знания, имеет огромное значение. В частности, нельзя решить проблему значения, не ответив на вопрос, как существуют в сознании значения таких слов, как «все», «это», «я» и т. д., за которыми не стоит определений и в то же время нет образов, по крайней мере таких, какие вызываются словами «стул» или «яблоко».

⁹⁾ См. К. К. Серебряков, Очерки по истории ботаники, 1941, очерк IV.

«определение» способа корневого питания носит чисто метафорический характер. Он указывал, что говорить о сходстве корня со ртом можно не потому, что они одной и той же природы или одинакового строения, а потому, что они исполняют одну и ту же роль в деле питания. Тем самым как бы была поставлена задача определить специфические особенности корневого питания, которые отличают корень от рта животных. Первым, кто поднял знание о способе корневого питания на ступень понятия, был англичанин Стефан Гельс (1677—1761 гг.). Он показал, что корневое давление виноградной лозы в 5 раз больше силы кровяного давления в артерии лошади и в 7 раз больше кровяного давления у собаки. Итак, был сделан первый шаг в определении специфики корневого питания: оказалось, что корню свойственна всасывающая сила, корневое давление, заставляющее влагу из земли подниматься вверх.

Этим корневое питание было уже конкретно отличено от способа питания животных, хотя сущность открытого признака оставалась неизвестной. Несмотря на это, мы считаем возможным назвать знания такого рода понятиями, а именно эмпирическими понятиями.

Второй характерный признак способа корневого питания был открыт швейцарским ученым Н. Соссюром (1767—1845 гг.). Им был установлен избирательный характер корневого питания. Оказалось, что корень обладает способностью выбирать из раствора многих солей только нужные ему для питания соли и притом определенной концентрации.

В результате открытий Гельса и Соссюра была дана эмпирическая характеристика способа корневого питания. При помощи характерных признаков был дан ясный и определенный ответ на вопрос, как осуществляет корень функцию питания растения: корень поглощает питательные растворы из земли при помощи корневого давления, это поглощение носит избирательный характер и производится в той части корня, которая покрыта корневыми волосками.

О первой ступени понятия — эмпирическом понятии — можно говорить в том случае, когда имеет место вычленение характерных признаков предмета и фиксация их в общезначимой форме средствами второй сигнальной системы. Принципиальное отличие фиксации признаков знаками языка от фиксации их аксиоматическими образами состоит в том, что в первом случае знание поднимается в сферу всеобщего, оно становится доступным каждому, кто знает язык, независимо от разницы в личном опыте, в то же время, как во втором случае, образы общезначимы лишь при наличии непосредственно общей деятельности. Следовательно, переход от представления к понятию — это переход от образа к определению¹⁰⁾.

¹⁰⁾ Наш взгляд на логическую природу понятия изложен в работе «Понятие как элемент и форма логического мышления», *Философские науки*, 1961, № 4.

А. К. СУХОТИН

ЗНАЧЕНИЕ ПОНЯТИЯ КАК УЗЛОВОГО ПУНКТА ПОЗНАНИЯ

В узловых пунктах вместе с сокращением накопленных знаний происходит их углубление, в связи с чем встает проблема так называемого уплотнения знаний¹⁾, которую мы предполагаем рассмотреть на уровне понятия.

На определенной ступени развития представление становится неспособным выражать потребности познания, во-первых, оно не может фиксировать результат познавательной деятельности человека как общественного существа; во-вторых, способ сохранения знаний здесь не позволяет отделять их содержание от субъекта.

Уже представление есть сокращение массы восприятий, сжимаемых в один образ. Понятие наследует эту способность. Оно не может не сокращать, иначе разум оставался бы в плену непосредственных восприятий вещей вместо того, чтобы овладеть ими. Констатируя это, В. И. Ленин писал: «Категории логики суть сокращения... «бесконечной массы» «частностей внешнего существования и деятельности»²⁾».

Ежедневно сталкиваясь с массой предметов и их свойств, человек не может удерживать в своих знаниях каждый отдельный предмет (или отношение) в его неповторимом своеобразии³⁾. Не случайно, что для познания, находящегося на низкой ступени развития как раз характерно такое не сокращенное знание. На арабском языке существует 200 названий для змеи, 500 — для льва, а верблюд имеет 5774 названия⁴⁾. Это знание — на стадии конкретной расчлененности, распыленное, раздробленное, не слившееся в одно общее знание коллектива. Мы видим здесь как бы нагромождение сведений об одном и том же предмете, констатацию его сторон, свойств, признаков вместо того, чтобы подняться до обобщенного знания, собранного в одном единственном названии. Занимающиеся исследованием первобытной культуры часто отмечают существование целого ряда слов для обозначения того же самого предмета в разных ситуациях. В. В. Бунак, например, говорит, что эскимосы «обозначают разными словами моржа, находящегося на льдине или на лежбище (нунивах), и моржа, находящегося далеко в море (айвых)»⁵⁾. Наверное, эскимосы догадываются, что это одно и то же животное, тем

1) Объем и дифференциация знания катастрофически растут, а физические возможности его усвоения отдельным индивидуумом остаются неизменными. Уплотнением мы называем особенность знаний сохранять и передавать в снятом виде все добываемое содержание, несмотря на его количественный рост и дифференциацию, способ выражать сокращенно всю полноту накопленного знания.

2) В. И. Ленин, Соч., т. 38, стр. 78.

3) Это обстоятельно показано И. М. Сеченовым в его «Элементах мысли» («Избранные философские и психологические произведения», 1947, стр. 485).

4) Т. Риббо, «Эволюция общих идей», Киев, 1898, стр. 109.

5) В. В. Бунак, «Происхождение речи по данным антропологии», Сб. «Происхождение человека и древнее расселение человечества», 1951, стр. 254—255.

не менее еще не произошло сокращения знаний так, чтобы его можно было выразить одним понятием.

Дальнейший прогресс зависел от умения передавать огромную массу знаний в сокращенном виде, накапливать где-то в одном месте весь многосторонний опыт отдельных индивидуумов.

Сокращение знаний в понятиях имеет как бы два аспекта. Оно освобождает память от необходимости сохранять все повторяющееся, однородное и производит количественное сокращение. Вместе с тем одновременно происходит качественное сокращение ряда признаков (в том числе даже и существенных), а в первую очередь частных, мелочей, излишней детализации.

В процессе познания мира человек объединяет сходные предметы в классы, большие группы и мыслит благодаря этому целыми классами, не утруждая себя тем, чтобы помнить каждый воспринимаемый предмет класса. Об этом хорошо сказал И. М. Сеченов: «где же найти десятки или сотни тысяч разных имен для суммы всех виденных берез, человеческих лиц, стульев и как совладать мысли с таким громадным материалом? По счастью, дело происходит не так. Все повторяющиеся, близко сходные впечатления регистрируются в памяти не отдельными экземплярами, а слитно... Благодаря этому в памяти человека десятки тысяч сходных образований сливаются в единицы, и вообще становится возможным сумму всего действительно запоминаемого в отношении ко всему виденному, слышанному и испытанному выражать сотнями, если все предчувственное мерить миллионами». Вначале, говорит далее Сеченов, это лишь представления, позднее они закрепляются в понятии, так что человек «мыслит дубом, березой, елью, хотя видал на своем веку эти предметы тысячи раз в разных формах»⁶). Таким образом, одно значение заменяет собой тысячи значений. Понятие берет в готовом виде и сберегает производимое представлением сокращение, но фиксирует это уже, как выражается Сеченов, с помощью «знака», «символа».

Понятия путем сокращения позволяют овладеть бесконечной массой предметов. Дело, конечно, не в том, «где найти десятки или сотни тысяч разных имен для суммы всех виденных берез», как опасается Сеченов (находили же арабы 5774 названия для одного только верблюда), а в том, что охватить, освоить предметный мир практически было бы невозможно. Понятие выступает как общий представитель всех снимков и копий данной вещи. В этом и обнаруживается количественный аспект сокращения. Характеризуя некоторые научные понятия, Ф. Энгельс писал: «Вещество, материя есть не что иное, как совокупность веществ, из которой абстрагировано это понятие; движение как таковое есть не что иное, как совокупность всех чувственно воспринимаемых форм движения; такие слова, как «материя» и «движение», суть не более, как сокращения, в которых мы охватываем, сообразно их общим свойствам, множество различных чувственно воспринимаемых вещей»⁷).

Но сокращение подобного рода, т. е. возникновение вместо огромной массы чувственно воспринимаемых предметов и явлений одной абстракции, одного единственного понятия, не исчерпывает всех возможностей понятия в сокращении знаний. Здесь мы видим лишь такое сокращение, которое способно делать и представление, т. е. сокращение именно чувственных восприятий. Понятие производит это сокращение лишь постольку, поскольку оно наследует его от представления. Само же понятие идет дальше, нежели сокращение чувственных данных.

⁶) И. М. Сеченов, *Элементы мысли*. «Избранные философские и психологические произведения». 1947. стр. 439—440. 485.

⁷) Ф. Энгельс, *Диалектика природы*. 1949. стр. 187.

Процесс сокращения не может происходить механически, как появление вместо определенной совокупности знаний о предметах класса знака или символа этих предметов. Знание об одном предмете класса отличается от знаний о другом его предмете. Отдельные предметы имеют разные признаки, свойства, и чем шире класс обобщаемых явлений, тем разнообразнее, отличнее их признаки. Если механически сократить знание о всех отдельных предметах класса до знания об одном предмете, то неизбежно будет выброшено много ценного из того, что накоплено познанием.

Понятия существуют в определениях. Понятие вне определения — скорее простое выражение для совокупности всего накопленного познанием о данном классе явлений, это как бы суммарное, хаотическое и неупорядоченное нагромождение фактов, сведений во всех их повторениях и деталях. Определение же — акт освоения этого знания, осмысление накопленного содержания. Наука всегда стремится к определениям, как сокращенному и сведенному в систему знанию. По мере развития знаний о предмете меняются и его определения, которые являются сокращенным и упорядоченным выражением всего накопленного к этому времени знания. Аналогичный взгляд на роль определения высказывает и А. В. Савинов: «Определение готовых понятий — это опять-таки познавательный и вместе с тем логический процесс. В форме определения понятия осуществляется понимание — процесс проникновения в смысл понятия, раскрытия и усвоения содержащегося в нем знания. И это не только процесс школьного усвоения основных понятий науки. В практической жизни, в научной деятельности, приступая к обсуждению какого-либо вопроса, мы нуждаемся в определении понятий, относящихся к этому вопросу. И, конечно, это не только процесс раскрытия и усвоения смысла готовых понятий, будто ничего не прибавляющих к нашим знаниям о вещах, к которым относятся определенные понятия. Процесс определения понятия включает в себе элементы выводного процесса. Определенное понятие, т. е. понятие, прошедшее логический процесс определения, — это уже понятие, дающее знание определенных отношений, в которых находится познаваемая вещь»⁸⁾.

Определение есть ограничение знания, поскольку из всей массы его выделяются какие-то определенные признаки, очень немногие, и сокращаются многие другие. «Всякое определение, — как сказал Спиноза, — есть отрицание». Выделенные признаки становятся олицетворением всего знания, они как бы представляют собой и все другие признаки, не входящие в определение. В силу этого определение является своего рода стягивающим началом понятия, вокруг которого объединяются все накопленные знания. Там, где не найден общий, т. е. определяющий признак, знание остается раздробленным, расплывчатым. Это характерно для народов, стоящих на низших ступенях развития общества. Так, Я. А. Берлин отмечает: «Особенно же трудно дается дикарю то, что мы называем обобщениями. Австралийцы располагают названиями для каждой породы дерева, растущего в их краях, но не имеют слова для обозначения «дерева» вообще; ибо они не догадываются еще, что высокий стройный эквалипт, цветущая акация и пузатое фляжское дерево — предметы однородные. Так и гавайцы не знают, что за штука такая — «цвет», хотя для каждого цвета в отдельности — синего, красного, белого, черного и т. д. — имеют наименования»⁹⁾.

Известно, что предметы обладают бесконечным количеством признаков. Определение не может фиксировать непосредственно все признаки.

⁸⁾ А. В. Савинов, Логические законы мышления, изд-во Ленинградского университета, 1958, стр. 42 (подчеркнуто нами — А. С.).

⁹⁾ Я. А. Берлин, Дикари, их быт и нравы, 1924, стр. 192.

Некоторые исследователи считают достаточным для определения, если оно выделяет признаки, которые позволяют отличать предметы. Так, П. В. Таванец пишет: «...понятие отображает не все богатство общих и особенных признаков, присущих данному множеству предметов. Оно отображает только то количество этих признаков, единство которых необходимо и достаточно для отличения данного множества предметов от всех прочих предметов действительности». Или: «...единство таких признаков, каждый из которых необходим, а все взятые вместе достаточны»¹⁰).

Понятие обладает функцией отличия, более того, некоторые простейшие понятия имеют значение только как отличительные. Но познание не останавливается на этом. Оно вскрывает и более глубокое общее.

Отличать можно по любому признаку, лишь бы он был общим для всех предметов класса. Но это не гарантирует от случайных, поверхностных обобщений, например, по наличию мочки уха у человека, белого халата у врача и др. Следовательно, если объединение в понятие произойдет вокруг поверхностного, несущественного признака, то в силу сокращения знаний очень важные признаки будут отброшены и ценное содержание может быть потеряно.

Необходимо, чтобы понятие вскрывало сущность предметов, выделяло из массы признаков такие, которые бы несли знание о важнейших главных сторонах предмета. Очевидно, есть смысл говорить о понятиях простейших, обобщающих явления по внешним, не глубоким признакам, в отличие от понятий, выражающих сущность. В данном вопросе мы согласны с точкой зрения Д. П. Горского, который различает два этапа в развитии понятия: 1-ый этап — выделение общих свойств предметов и их закрепление словом; 2-ой этап — образование научных понятий, раскрытие сущности¹¹).

В определении должны быть выделены такие признаки, которые бы несли в себе в снятом виде также и другие признаки. Поэтому при сокращении знания (за счет выделения определяющих, т. е. входящих в определение признаков) признаки, непосредственно не вошедшие в определение и определением прямо не фиксированные, не отбрасываются бесследно, а так же включаются в определение, но уже в снятом виде, опосредованно. В этом смысле мы и говорим об уплотнении, концентрации знания в понятиях.

Благодаря выделению сущности, определение становится тем центральным положением, вокруг которого группируется остальное знание. Определение снимает в себе все содержание знания. Это становится возможным в силу того, что выделенные признаки являются сгустком, концентрацией знания. Из такого определения можно вывести дедуктивно многие другие знания о предмете. Именно поэтому понятие представляет уплотнение знаний. Определение есть узел, который в свернутом виде сохраняет и передает накопленные знания. Объем знаний сокращается, но все ценное содержание благодаря процессу уплотнения сохраняется.

Мысль о понятии, как концентрации знания, высказывается рядом советских и зарубежных философов. Так, Д. П. Горский пишет: «Всякое научное понятие... является концентрацией нашего знания»¹²). Л. О. Резников отмечает, что понятие «охватывает», «обнимает» и кон-

¹⁰) П. В. Таванец, Об истинности понятия, «Вопросы философии», 1959, № 12, стр. 114—115.

¹¹) Д. П. Горский, К вопросу об образовании и развитии понятий, «Вопросы философии», 1952, № 4, стр. 75.

¹²) Д. П. Горский, Понятие как предмет изучения диалектической логики, «Вопросы философии», 1959, № 10, стр. 41.

центрирует знание об определенных признаках предметов¹³). Известный болгарский философ Т. Павлов не раз подчеркивает мысль о том, что понятие есть конденсация, концентрация знаний¹⁴).

Итак, знание, собранное понятием, группируется в сжатом, уплотненном виде вокруг определения, которое, будучи выводом, вместе с тем является и основой совокупного знания.

В связи с тем, что приходится различать понятия, вскрывающие сущность, и понятия, которые не выражают сущности, а дают лишь знание об общем, необходимо учитывать также и различие понятий по степени концентрации ими знаний. Понятия, выражающие сущность, представляют собой большую степень концентрации знания, нежели те понятия, которые выражают лишь просто общие, отличительные признаки предметов. Но безусловно, что любое понятие есть концентрация, уплотнение знаний.

Рассмотрим в свете указанного свойства концентрации знания некоторые понятия.

В плане сопоставления понятий разной степени концентрации интересно сравнить определения понятия человека Платоном и К. Марксом.

Определение «быть двуногим существом, но без перьев», конечно, позволяет отличать человека от других объектов знания, но из этих признаков невозможно вывести многих других, даже тех, довольно скудных знаний о человеке, которые были накоплены ко времени Платона, не говоря уже о современном уровне знаний, остающемся вне данного определения. Такое определение, следовательно, не является сгустком, концентрацией всего накопленного о человеке знания. Конечно, какую-то концентрацию оно дает. Однако, это ограничивается кругом внешних, поверхностных знаний, стоящих на уровне представления. Это скорее простое обобщение на основе выделения отличительных признаков. Определение К. Маркса «человек есть животное, делающее орудия труда» является действительной концентрацией, уплотнением знаний, ибо оно объединяет и несет в себе многие существенные признаки человека, такие, как признак разумного существа, признак общественного животного, признак умения говорить и др. Эти признаки выводимы из указанного определения человека. Более того, из него выводимы даже и чисто внешние признаки, например, признак прямой походки, являющийся результатом того, что человек стал трудиться и т. д. Известно, что до Маркса пытались определять человека по признаку разумности, умения мыслить и говорить, по признаку принадлежности к обществу и др. Все это верно, ибо характеризует человека и притом в существенных моментах. Но ни один из отмеченных признаков не является таким знанием, которое бы могло вобрать в себя все остальное знание и передать его в снятом виде. Если взять в качестве определения какой-либо из этих признаков, тогда многие другие знания, не будучи выводимы из него, остались бы вне определения и, следовательно, не вошли бы в понятие человека. Каждый из отмеченных признаков сам нуждается в обосновании. И лишь признак — производить орудия труда — концентрирует в себе все другие признаки, все знания о человеке.

В работе «Аграрный вопрос и «критики Маркса» В. И. Ленин, раскрывая понятие капитализма, дает такое определение, которое в уплотненном виде несет знание многочисленных признаков, свойств этого общества. Ленин анализирует взгляды буржуазного социолога Герца, который, пытаясь дать (в противоположность Марксу) свое определение капитализма, выделяет такие признаки, как свобода личности и частного оборота, наличие производства в широких размерах,

¹³) Л. О. Резников, Слово и понятие, ЛГУ, 1958, стр. 11.

¹⁴) Т. Павлов, Теория отражения, 1949, стр. 254, 385.

обладание капиталистами центральной политической властью и др. Эти признаки свойственны капитализму. Но, во-первых, будучи даны в таком виде, они представляют хаотическое нагромождение знаний, а, во-вторых, здесь нет главного признака, ибо ни один из выделенных не является определяющим для остальных, так чтобы быть сгустком знания и нести в сокращенном виде все другие признаки. Товарное производство и превращение рабочей силы в товар¹⁵⁾ — вот тот признак, из которого следуют все указанные признаки капитализма. Зная о капитализме это, мы можем вывести и признак свободы частного оборота, открываемого товарным производством, и «свободу» личности (притом именно формальную, в рамках лишь буржуазного права, как свободу рабочего от средств производства и, следовательно, возможность свободно продавать себя как товар капиталисту), и обладание капиталистами центральной властью и др.

Главный признак, входя в определение, делает его концентрацией знания о предмете исследования.

Для узлового пункта характерно систематизированное знание. В полном объеме эта задача решается на уровне теории. Понятия, однако, также располагают, хотя и малыми, средствами для этого. И было бы неверно совершенно лишать понятие способности упорядочивать знание.

До появления в 1919 году работы В. И. Ленина «Великий почин» в произведениях Маркса, Энгельса, Ленина и других марксистов были определены основные признаки класса, однако знания эти были разбросаны, не упорядочены и не сведены в одно целое. Это создавало трудности в понимании классов в процессе обучения, при хранении и передаче знаний. В. И. Ленин выделяет в определении основные признаки классов как больших групп людей, различающихся по их месту в исторически определенной системе общественного производства, по их отношению к средствам производства, по их роли в организации труда, а также по способу и размерам получения ими доли общественного богатства. Все знание о классах получило сокращенное выражение в определении, которое выступает как концентрация знания.

Вместе с тем это определение упорядочивает знания о классах, сводит их в систему. Здесь обнаруживается определенная субординация признаков.

Среди выделенных признаков отношения к средствам производства является главным. Его часто называют классообразующим, из которого вытекают все остальные признаки классов¹⁶⁾. Эти последние могут быть дедуктивно выведены из основного признака.

Неумение или нежелание выделить главный признак является источником многочисленных ошибок¹⁷⁾. Сторонники так называемой расчленительной теории видят главный признак в различии по способу получения или по количеству дохода, поэтому получающие равный доход попадают в один класс (например, фермер, рабочий, художник). С точки зрения организационной теории (например, А. Богданов), главный признак класса — участие в управлении производством. Но из этого признака нельзя вывести причин эксплуатации, отношение к собственности, роль класса в политической жизни общества.

Признак «отношение к средствам производства» определяет все другие: место класса в обществе, его долю из общественного дохода, роль в организации труда. Рассмотрим признак участия в организации труда. Кто владеет средствами производства, тот и управляет ими, тот и организует труд; если рабочий в условиях капитализма лишен средств

¹⁵⁾ См. В. И. Ленин, Соч., изд. 4, т. 5, стр. 130.

¹⁶⁾ См., например, «Основы марксистской философии», 1960, стр. 452.

¹⁷⁾ Бесспорно, здесь имеются и социальные, а не только гносеологические аспекты.

производства, то он, естественно, лишен и права организовывать труд. «Капиталист не потому является капиталистом, что он управляет промышленным предприятием, — наоборот, он становится руководителем промышленности потому, что он капиталист»¹⁸⁾, т. е. он капиталист потому, что владеет средствами производства. Признак — отношение к средствам производства — выступает как основа, скрепляющая все знания о классах в единое целое. В этом видна субординация признаков. Но каждый из признаков — тоже концентрация знания. Например, признак класса — «место в исторически определенной системе общественного производства» — несет в себе следующие, более частные признаки: классы, как историческое явление, присущее лишь определенным формам общества; место класса означает, далее, его политическое положение в обществе (т. е. господствующее или подчиненное), социальное (эксплуатирующий или эксплуатируемый), наконец, этот признак несет в себе указание на то, что классы — явление конкретно-историческое в том смысле, что каждое общество имеет свои классы (рабы и рабовладельцы, крепостные и феодалы, пролетариат и буржуазия)¹⁹⁾. Так можно развернуть любой из признаков. Следовательно, поскольку каждый признак является концентрацией знания, а с другой стороны, мы видим субординацию признаков, где отношение к средствам производства выступает как главный, стягивающий все другие признаки в единое целое, можно сказать, что определение класса, данное В. И. Лениным, является систематизацией знания, сведением его в нечто единое, что является наряду с концентрацией также очень характерным для узлового пункта. К сожалению, наука знает не так уж много подобных определений.

В связи с пониманием определения как концентрации знания представляется спорным утверждение В. И. Мальцева о том, что определение не может полностью выразить содержания понятия. «В определении, — пишет Мальцев, — воспроизводится лишь часть (большая или меньшая) содержания понятия. Определение дает указание на большее или меньшее число отличительных признаков понятия, но не может, за исключением самых простейших случаев, выразить собой все содержательные признаки, т. е. далеко не все и даже не все существенные, например, не фиксирует производных от главных признаков. Кроме того, определение не выражает субординации признаков, а дает лишь их «агрегатность», т. е. их констатацию. Как мы пытались показать, значение определений в том и состоит, чтобы с помощью минимума средств передать в свернутом, уплотненном виде огромную массу знаний. И очень хорошо, что определение не занимается дотошным перечислением буквально всех признаков. Задача его состоит в том, чтобы сокращать знание, выделяя такой признак, в котором бы отразилось остальное знание. Зачем непременно фиксировать в определении, например, производные признаки, если их можно вывести. Сокращая число признаков, мы освобождаем память, книги, речь, вообще все средства хранения и передачи знаний от излишней информации. Причем, знания становятся от этого не беднее, а глубже. Что касается вопроса о субординации признаков, то это — недостаток многих определений, но в принципе определение способно дать субординацию. Ленинское определение классов — образец такого типа определений. «Жалобу» В. И. Мальцева еще можно понять в

¹⁸⁾ К. Маркс, Капитал, т. I, 1949, стр. 339.

¹⁹⁾ Необходимо заметить, что все перечисленные частные признаки места класса в системе производства имеют указанный смысл только в свете основного признака — отношение к средствам производства. Например, класс является эксплуататорским только потому, что имеет частную собственность.

²⁰⁾ В. И. Мальцев, Проблема определения понятия, Сб. «Проблемы диалектической логики», Изд-во Московского университета, 1959, стр. 9.

смысле неисчерпаемости свойств объектов, т. е. в онтологическом аспекте, поскольку действительно определение отражает лишь ступень в абсолютном знании. Однако это совсем другая проблема. Речь идет о выражении уже добытого знания.

Формально определение может объединять знания вокруг любого признака, но в интересах прогресса науки определение должно глубоко и в то же время экономно, не растекаясь в мелочах, выражать знания и нести их другим поколениям. Критерием отбора существенных признаков, а среди них — сущности, как сгустка знаний, является практика. В. И. Ленин отмечал, что в отличие от определений формальной логики, которые ограничиваются лишь тем, что наиболее обычно и что чаще всего бросается в глаза, надо, чтобы в определение предмета вошла вся человеческая практика «...и как критерий истины и как практический определитель связи предмета с тем, что нужно человеку»²¹⁾.

Из массы признаков определение выбирает те, в которых полнее всего отражается отношение человека к предмету. Сошлемся на одно рассуждение Сеченова. Человек миллионы раз видел стул, сталкивался с ним в самых различных ситуациях, знает о стуле массу сведений. В результате вырабатывается некое общее понимание стула, в котором многие признаки опускаются, но остается, как пишет Сеченов, горизонтальное сиденье, 4 ножки под ним и вертикальная спинка кверху от сиденья. Эти признаки являются обобщенным представлением предмета, но их можно взять и как определение стула, ибо в нем схвачена сущность предмета. «В становлении и развитии этого представления,— заключает Сеченов,— участвовало всего сильнее историческое употребление стула как сиденья, его отношение к человеку»²²⁾. В определении непосредственно не фиксированы многие другие признаки стула, они опущены, сокращены. Например, высота ножек, диаметр и форма сиденья, материал, из которого сделан предмет, цвет стула, его форма и т. д. Однако эти признаки могут быть «восстановлены» из основных. Поскольку человеческая практика определила назначение стула, постольку познание фиксирует именно те признаки, которые характеризуют предмет, беря это его отношение к человеку. Все другие признаки войдут в определение уже опосредованно через основные. «Полное «определение» предмета» (используя выражение В. И. Ленина) включает все накопленное знание, определение как логическая форма понятия включает лишь главные (с точки зрения практики) признаки, в которых в концентрированном виде представлено и все остальное знание.

**

*

Как результат восхождения от конкретного к абстрактному понятие образуется путем переработки и сокращения данных чувственной ступени познания и эмпирического знания. «В понятиях и категориях, — отмечает Розенталь, — ...как бы переплавлены конкретные свойства отдельных предметов в то общее, существенное, что присуще последним, что составляет основу, сущность их бытия»²³⁾. Выделенные в определении признаки не представляют простой итог сокращения всех других признаков, а являются результатом большой познавательной деятельности, в которой произведена переоценка, переосмысление имеющегося знания, так что и сокращенные, «отброшенные» признаки входят определенной частью своего значения в новое знание.

²¹⁾ В. И. Ленин, Соч., т. 32, стр. 72.

²²⁾ И. М. Сеченов, Избранные философские и психологические сочинения, 1947, стр. 490.

²³⁾ М. М. Розенталь, О категориях материалистической диалектики, Сб. «Категории материалистической диалектики», Москва, 1956, стр. 7—8.

Допустим, имеется понятие ели, как «рода вечнозеленых деревьев из семейства сосновых». Здесь многочисленные признаки ели (как и в определении любой породы деревьев): высота, размах веток, форма хвои (листа), цвет коры и др. непосредственно не указаны. Спустимся на ступеньку ниже. Как итог переработки чувственных восприятий, понятие о ели вышло из представления. Представление еще фиксирует высоту ели, толщину ствола и т. д., но уже как средний итог, т. е. в некотором расплывчатом, «размытом» значении (по сравнению с четкими восприятиями высоты в ощущениях). В понятии же о высоте ничего не сказано. Но значит ли это, что человек, имея дело с понятием ели, совершенно ничего не знает о высоте этого дерева? Очевидно, не так. Именно пользуясь понятием, как совокупным знанием, представленным в концентрированном виде в определении, мы всегда можем «восстановить» и этот, и многие другие признаки. Когда это нужно (в целях обучения, для усвоения знаний), можно развернуть определение, указав на границы размеров, например, высоту елей, форму хвои, оттенки цвета коры у отдельных экземпляров. Но обычно мы пользуемся понятиями, не развертывая определений; было бы слишком громоздким делом изъясняться развернутыми понятиями. Понятие «дерево» снимает еще больше конкретных признаков и уплотняет в определении знания более разнообразные, чем это делают понятия отдельных пород деревьев.

Каждое понятие может быть развернуто, поскольку оно включает в себя огромную массу знаний. Естественно, чем разнообразнее, многостороннее предметы класса, тем богаче понятие, тем на большее количество знаний оно может быть развернуто. Это особенно заметно при сравнении языков народов, находящихся на низших ступенях развития с развитыми языками. У некоторых северных народов нет, например, обобщающего понятия «снег», зато есть до 40 названий конкретных видов снега («снег в сугробах», «снег на деревьях» и т. д.). Если понятие «снег» может быть развернуто в большом количестве признаков (в том числе и в этих 40 конкретных названиях снега), то, например, понятие «снег в сугробах» по сути дела можно развернуть только в знаниях о различных видах и формах сугробов.

Интересные соображения высказывает К. Бюлер²⁴). Наблюдения над детьми приводят его к выводу, что «речь (понятие и слово) извратили рисование детей». Мы часто замечаем, что рисунки детей обычно не похожи на оригиналы рисуемых предметов. Бюлер объясняет это тем, что когда ребенок начинает рисовать, например, человека, то он рисует не какого-то определенного человека, а то, что он знает о человеке. У ребенка есть понятие человека (пусть еще не научное), ребенок знает, что человек имеет два глаза и какое ему дело, если сейчас, в профиль, виден только один глаз (а в затылок — даже ни одного), он все равно рисует два глаза. Рисуя человека на лошади, дети изображают две ноги, хотя одну ногу не видно; нарисовав контур человека, ребенок привешивает одежду (подобно тому, как одевают куклу). На рисунке показано все, что может содержаться в карманах, видны даже монеты в портмоне. Это, как метко замечает Бюлер, — рентгеновский рисунок. Приведенные исследователем факты говорят о том, что понятие о предмете связано у детей с наличием ряда признаков, которые в сокращенном виде представлены в наименованиях. Примечательно, что когда ребенка просят нарисовать, например, человека, дом или дерево, то при этом признаки предмета (что у человека два глаза... и т. д.) не перечисляются и все-таки ребенок их изображает. Значит, они в преобразованном, уплотненном виде вошли в понятие ребенка о человеке и развертываются в процессе рисования.

²⁴) См. его книгу «Очерк духовного развития ребенка», Москва, 1930.

То, что у ребенка проявляется примитивно, у взрослого человека имеет совершенную форму. Наши понятия объединяют, обобщают одним словом целую гамму значений, оттенков, несут массу знаний о признаках. Напрасно некоторые буржуазные философы предлагают на этом основании устранить «универсальные» слова, которые якобы не имеют общезначимого смысла и от утраты которых язык не потеряет краткости и выразительности. Такие слова, как «вещь», «свойство», «процесс», «пространство», «функция», «класс» и др., говорит Р. Карнап, включая массу значений, представляют каждому человеку возможность вносить свой смысл в понятие, игнорируя все другие значения. Оттого мы говорим, по его мнению, на разных языках, не понимая друг друга. Однако отсутствие общих понятий значительно обедняет язык. Мы потеряли бы способность выражать знания в концентрированном виде, а это при тенденции их к дифференциации и детализации, привело бы к потере ценного содержания, поскольку охватить знания в их расчлененном виде физически невозможно.

Преобразование или снятие знания в понятиях происходит не только на пути от конкретного к абстрактному, но также посредством переосмысления содержания старых понятий и появления на этой основе новых, т. е. идя от абстрактного к конкретному. Конечно, это не чисто логический процесс: он дополняется восхождением и от конкретного к абстрактному.

Когда-то в качестве необходимого, определяющего в понятие атома входил признак неделимости. С открытием радиоактивного распада элементов атом уже утрачивает этот признак, ибо он не соответствует знаниям об атоме. Но значит ли это, что прежнее знание (признак неделимости атома) совершенно отброшено и от него ничего не осталось? Старое знание также вошло в новое понятие об атоме, но вошло уже не в прежнем абсолютном смысле, а в снятом виде. Именно сам по себе факт, что материя делима до атома — верен, если этот признак не возводит в абсолют и не утверждает большего, т. е. что «материя делима только до атома». Прежнее знание остается, следовательно, в новом, переосмысленном значении: атом — одна из ступеней делимости материи. Старое понятие об атоме было связано с признанием его неделимости, новое понятие, снимая это знание, допускает рассмотрение атома, как неделимого, лишь в границах, которые оправданы потребностями тех разделов науки, где атом выступает как целое и где не идут при исследовании материи в глубь атома. Например, в химии, как «физике атомов», а в физике как «механике молекул», т. е. где не затрагиваются ядерные процессы, превращение элементарных частиц и т. д.

С появлением новых старые понятия не обязательно исчезают; они хотя и переплавляются в новые, но часто продолжают существовать рядом с новыми, только они выражают знание меньшей степени интенсивности, поскольку уплотняют в себе знания меньшего объема, нежели новые понятия.

Возьмем ряд понятий: береза—дерево—растение—живая материя. Исторически понятия большого объема возникали на основе переосмысления содержания понятий с меньшим объемом. Для образования понятия «береза» не требуется наличия понятий «дерево», «живая материя». Чтобы отличить березу от других пород деревьев, не надо знать признака жизни, как способа существования белковых тел, как обмена веществ при постоянном самовозобновлении живого тела и др.²⁵). Но

²⁵) Конечно, есть отличие берез от других пород деревьев, тем более от трав, животных и по признаку жизни (т. е. по типу обмена веществ, биохимической структуре и т. д.). Но на ступени образования понятия «береза» эти знания были не нужны, ибо конкретно-исторические требования практики эту задачу еще не поставили.

чтобы образовать понятие «дерево», надо знать признаки березы, ели и других пород деревьев, тем более понятие «живая материя». Его нельзя вывести из знания березы как березы, т. е. из ее отличительных признаков. Необходимо охватить очень большой круг предметов (деревьев, растений вообще; животных), переосмыслить содержание знания о них и на этой основе вывести новое понятие, которое, уплотняя в себе все накопленное, создает знание более высокой степени концентрации.

Это имеет большое значение. Понятие, входя в новое, сохраняет в нем накопленное ценное содержание, но так как при этом объем знания сокращается, то человечество получает экономную форму выражения знаний. Как бы ни было сжато представлено знание, его всегда можно развернуть (при обучении, например). Но если нет нужды в развертывании, зачем же пользоваться громоздкой и неудобной формой.

**

Понятия представляют способ концентрации, уплотнения многочисленного, разрозненного знания посредством объединения и опосредованного выражения в основных признаках всего накопленного познанием содержания.

В. А. СМЕРНОВ

**НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ ИЗ СРАВНЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ
АЛГОРИФМОВ А. А. МАРКОВА И ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ
АЛГОРИТМОВ А. А. ЛЯПУНОВА**

I.

В настоящее время теория алгоритмов развивается под влиянием трех групп задач; мы имеем соответственно три тенденции в развитии теории алгоритмов:

1. Первое направление развивает теорию алгоритмов в целях теоретического обоснования; сюда относятся проблемы, встающие в символической логике и математических теориях, прежде всего проблемы возможности или невозможности алгоритмов, проблемы разрешения в символической логике, задачи самой теории алгоритмов.

2. Второе направление рассматривает теорию алгоритмов как обобщение практики программирования; хотя каждый тип машин имеет свой язык, ограниченный техническими характеристиками машины, но проблемы обмена программами, автоматизации программирования ставят специфические задачи перед теорией алгоритмов.

3. Наконец, свои требования к теории алгоритмов предъявляют поставщики задач. Они требуют разработки таких вариантов алгоритмов, которые были бы удобны для нахождения и формулировки решения встающих задач.

Каждое из перечисленных направлений вырабатывает наиболее удобное для него уточнение понятия алгоритм.

В данной статье мы сравним уточнения, вырастающие на разной основе и попытаемся проанализировать понятие алгоритма как понятие логики. Во второй части статьи будут обсуждены возможность введения в логику категории «операции» (действия) и правомерность вырастающего на этой основе расширения сферы логического. В связи с таким расширением алгоритм будет рассматриваться как особая форма мысли наряду с суждением.

В интуитивном, содержательном смысле под алгоритмом понимают общепонятное и однозначное предписание, какие и в каком порядке производить действия, чтобы получить искомый результат. Характерной особенностью алгоритма является его массовость, т. е. возможность исходить из варьируемых в известных пределах исходных данных. В таком понимании алгоритм известен в математике давно. Так говорят об алгоритме извлечения квадратного корня, алгоритме решения линейного уравнения, алгоритме выводимости в исчислении высказываний и т. д.

Но интуитивное понятие алгоритма не является рабочим. С таким понятием алгоритма мы не докажем важных теорем теории алгоритмов и вообще не создадим такой теории. Необходимо выработать строгое понятие алгоритма. Последняя задача была решена в 30-е годы на

базе развития теории доказательств и проблем, связанных с обоснованием арифметики. Причем параллельно-было выработано несколько таких понятий, которые, как было доказано, в определенном смысле эквивалентны. Прежде чем говорить об этих точных понятиях алгоритма, поставим вопрос, что значит выработать строгое понятие вообще.

Выработка точного понятия осуществима двумя путями:

1. Можно определить понятие посредством других принимаемых за точные, т. е. ввести его чисто логическими средствами на базе других строгих понятий.

2. Можно уточнить интуитивное понятие, т. е. выработать такое понятие, которое выполняло бы работу первого. Задачу замены интуитивного понятия строгим Карнап называет экспликацией¹⁾.

Рассмотрим несколько ближе, что представляет из себя экспликация, ибо выработка строгого понятия алгоритма есть именно экспликация, а не определение, как и вообще всех фундаментальных, основных понятий.

В отличие от интуитивного понятия (экспликанды) уточненное понятие (экспликаты) строится над объектами фиксированного класса. Так, любое уточнение алгоритма говорит об алгоритме над объектами определенного класса; это будут или натуральные числа (алгоритм в форме рекурсивных функций), или слова некоторого алфавита (алгоритм Маркова), или объекты ленты (машина Тьюринга) и т. д., алгоритм в интуитивном смысле понимается как алгоритм над объектами произвольных классов. Ясно, что экспликация будет оправдана, если объекты, относительно которых формулируется алгоритм (или другое понятие) в интуитивном смысле, могут быть изображены объектами выделенного класса.

Но экспликация состоит не только в этом. Необходимо, во-вторых, фиксировать элементарные предикаты над объектами этого класса или элементарные действия в случае алгоритмов и, в-третьих, задать способы образования из одних предикатов другие или допустимые последовательности действий.

Под уточненным понятием алгоритма мы будем понимать предписание произвести определенные (для каждого уточнения фиксированные) действия в определенной (для данного уточнения) последовательности над объектами фиксированного класса.

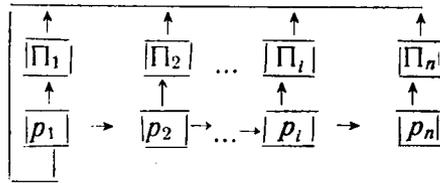
Каждое уточнение алгоритма сопровождается принципом стандартизации, который гласит: всякому алгоритму в интуитивном смысле может быть поставлен в соответствие стандартный алгоритм. Это значит:

1) объекты кодируются, действия над объектами соответствуют действия над кодами;

2) самому интуитивному алгоритму ставится в соответствие стандартный алгоритм.

Очевидно, что принципом стандартизации сопровождается не только экспликация алгоритма, но экспликация любого понятия. Принцип стандартизации не является логически доказуемой теоремой. Истинность того или иного принципа стандартизации, соответственно правомерность того или иного уточнения, доказывается всей практикой. Один за другим был предложен ряд уточнений алгоритма: общерекурсивные функции, λ —определимость (Черч, Клини), вычислимость по Тьюрингу; функции, изобразимые в формальной системе (Гедель); нор-

¹⁾ «Под экспликацией хорошо знакомого, но неточного понятия мы имеем в виду замещение его новым, точным понятием, первое называется экспликандом, последнее — экспликатом». — Карнап, «Значение и необходимость», М., 1959, стр. 36. Термин «экспликация» употреблялся еще И. Кантом («Критика чистого разума», «Учение о методе», II глава, I секция).



Сравнивая схемы алгоритмов А. А. Ляпунова со схемами нормальных алгоритмов А. А. Маркова, мы имеем:

В ляпуновских

1. После срабатывания арифметического оператора управление передается следующему или процесс обрывается.

2. Если выполняется логическое условие, то управление передается следующему оператору; если не выполняется, то какому-то фиксированному.

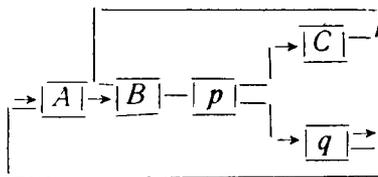
В марковских

1. После срабатывания арифметического оператора управление передается первому условию или процесс обрывается.

2. Если выполняется логическое условие, то управление передается связанному с этим условием арифметическому оператору, если не выполняется, то следующему логическому условию.

И в ляпуновских, и в марковских схемах алгоритмов имеется жесткий тип связи между операторами, причем в определенном смысле прямо противоположный. Сравнение ляпуновских и марковских схем алгоритмов ставит вопрос: будет ли корректной схема алгоритма, свободная от ограничений как ляпуновского, так и марковского типа. Мы имеем в виду схему, где управление с каждого оператора (арифметического и логического) передается не на фиксированный по своему месту оператор, а на любой другой (ясно, что условие — каждый выход связан лишь с одним входом — сохраняется).

В блок-схемах отсутствуют ограничения и марковского, и ляпуновского типа. Так блок-схема



не является схемой алгоритма ни в смысле Маркова, ни в смысле Ляпунова.

К необходимости рассмотреть схемы алгоритмов, свободные от определенных ограничений, приводит не только применение блок-схем в программировании. Чисто логический подход естественно приводит к логическим схемам алгоритмов без ограничений.

Логика до последнего времени изучала только специальные логические действия: операции над понятиями и высказываниями. Но объектом логики не являлись произвольные действия. Если логика оперирует такими категориями, как «свойство», «отношение», «объект», и соответствующими им логическими эквивалентами «одноместный предикат», «многоместный предикат», «индивидуальное постоянное», то действия, как таковые, не являются в явном виде объектом рассмотрения. Нам представляется, что такое положение должно быть изменено. При

анализе высказывания мы можем операцию (действие) рассматривать как частный случай отношения или оперировать не с действиями, а лишь с результатами действий при рассмотрении термов. Но введение действия как самостоятельной категории, несводимой к другим, необходимо для анализа таких форм мысли, как предписание (повеление, императив)³). Под предписанием или алгоритмическим императивом мы будем понимать требование выполнить определенное действие⁴). Если φ действие, то требование выполнить это действие мы будем записывать $\Rightarrow \varphi$. Помимо простых алгоритмических императивов имеются и условные. Под последним мы понимаем требование выполнить определенное действие, если выполняется определенное условие. Если условие (высказывание) обозначим P , то $P \Rightarrow \varphi$ будет условным алгоритмическим императивом.

Примером простого алгоритмического императива может служить «сложи число 2 с числом 3», условного — «если a больше b , то вычти b из a ».

Абстрагируясь от области объектов действия и от природы действий, мы имеем схему алгоритмических императивов.

Помимо элементарных, простых или условных, алгоритмических императивов мы можем иметь систему алгоритмических императивов, т. е. требование выполнить некоторую последовательность действий. Дадим строгое определение системы алгоритмических императивов (С. А. И.).

A_1, A_2, \dots, A_n — арифметические операторы
 P_1, P_2, \dots, P_m — логические операторы
 p_1, p_2, \dots, p_m —

Определим понятие строки схемы.

1. Если M и N — операторы, то

$M \Rightarrow N, \Rightarrow N, N \Rightarrow$ — строки схемы.

Строку схемы типа $M \Rightarrow N$ (M и N не пустые) назовем нормальной, типа $\Rightarrow M$ — начальной, типа $N \Rightarrow$ — заключительной.

Оператор, стоящий слева строки, выполняет функцию условия. Слева может стоять как логический, так и арифметический оператор. В случае арифметического оператора он интерпретируется как высказывание «действие A выполнено». Справа может стоять также и логический, и арифметический оператор. В случае логического оператора он интерпретируется как алгоритмический императив «проверь условие p_i ».

Неупорядочное множество строк назовем системой алгоритмических императивов⁵), если выполняются следующие условия:

1. Нет двух строк с одинаковыми левыми операторами.

2. Арифметический оператор, стоящий справа, должен встречаться и в какой-то строке справа.

3. Логический оператор, стоящий справа, должен встречаться в какой-то строке слева сам и в какой-то строке слева его отрицание.

4. Имеется одна и только одна начальная строка.

5. Должна быть, по крайней мере, одна заключительная строка.

³) Мы здесь не останавливаемся на анализе действия. Это будет сделано во второй части статьи.

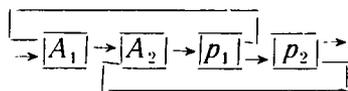
⁴) Мы говорим не просто об императиве, а об алгоритмическом императиве, чтобы зафиксировать его отличие от мысли, предписывающей достигнуть определенного результата, последнюю мы называем целеполагающим императивом. О последнем см. вторую часть статьи.

⁵) Здесь и ниже речь идет о системе схем алгоритмических императивов.

Примером С. А. И. может служить следующая система:

$$\left\{ \begin{array}{l} \implies A_1 \\ A_2 \implies p_1 \\ p_1 \implies A_1 \\ \bar{p}_1 \implies p_2 \\ p_2 \implies \cdot \\ \bar{p}_2 \implies A_2 \\ A_1 \implies A_2 \end{array} \right.$$

Этот пример удовлетворяет нашим требованиям: один и тот же оператор не встречается слева дважды, операторы, стоящие справа, встречаются и слева, причем логические в утвердительной и отрицательной формах, и, наконец, есть единственная начальная строка и есть заключительная. От нашей записи легко перейти к блок-схеме. Для этого надо совместить левые операторы с правыми, причем $\implies M$ рассматривать как вход, $N \implies$ — как выход. Наш пример тогда будет изображен:



Выход сверху из $\boxed{p_i} \rightarrow$ при p_i , выход снизу $\boxed{p_i} \rightarrow$ при \bar{p}_i .

Наоборот, легко перейти от произвольной блок-схемы с логическими и арифметическими операторами к С. А. И., при условии, что одноименные операторы, занимающие различное место в блок-схеме, будут рассматриваться как различные. 1-е условие гарантирует тем, что каждый выход соединен только с одним входом. 2-е — тем, что каждый элемент блок-схемы, имеющий вход, имеет и выход, причем логические элементы — два выхода. Наконец, 4 и 5-е условия — тем, что вся схема имеет внешний вход и по крайней мере один внешний выход.

Схема нормального алгорифма А. А. Маркова есть система алгоритмических императивов, удовлетворяющая определенным дополнительным условиям. Нормальный алгорифм А. А. Маркова — это упорядоченная последовательность формул подстановок

$$A_1 \rightarrow B_1$$

$$A_2 \rightarrow B_2$$

$$A_k \rightarrow B_k$$

Пусть p_i означает: „В слове имеется вхождение A_i “, а C_i — „подставь вместо вхождения A_i вхождение B_i “.

Алгорифм А. А. Маркова работает следующим образом:

1. Проверь, есть ли вхождение A_1 , т. е. имеет ли место p_1 , или $\implies p_1$.

2. Если да, то выполни данную формулу подстановки, т. е. $p_1 \implies C_1$, и начни процесс сначала, т. е. $C_1 \implies p_1$.

3. Если нет, то проверь следующее условие и поступай аналогично, т. е. $p_i \implies C_i$ и $p_i \implies p_{i+1}$.

Если p_k —условие последней формулы и имеет место \bar{p}_k , то оборви процесс, т. е. $p_k \implies >$.

Процесс обрывается также, если имеются строки с точкой по выполнении подстановки, т. е. вместо $A_i \rightarrow B_i$ имеем $p_i \implies B_i$ и $B_i \implies >$.

В результате любую схему нормальных алгоритмов А. А. Маркова мы можем записать на языке схем алгоритмических императивов.

Так, перевод схемы алгоритма

$$\begin{cases} A_1 \rightarrow B_1 \\ A_2 \rightarrow B_2 \\ A_3 \rightarrow B_3 \end{cases}$$

выразится следующим образом:

$$\begin{cases} \implies p_1 \\ p_1 \implies c_1 \\ p_2 \implies c_2 \\ p_3 \implies c_3 \\ \bar{p}_1 \implies p_2 \\ \bar{p}_2 \implies p_3 \\ \bar{\bar{p}}_3 \implies >. \\ c_1 \implies p_1 \\ c_2 \implies > \\ c_3 \implies p_1 \end{cases}$$

В результате можно сделать вывод, что схема нормального алгоритма А. А. Маркова есть система алгоритмических императивов, удовлетворяющая следующим дополнительным условиям:

1. Если арифметический оператор стоит в левой части строки, то или правая часть пуста (заключительная строка), или в правой части стоит фиксированный логический оператор, эквивалентный правому оператору начальной строки (по выполнении арифметического оператора управление передается на p_1 или процесс обрывается).

2. Если в левой части стоит логический оператор без отрицания, то в правой — арифметический (если условие выполнено, то управление передается на арифметический оператор).

3. Если в левой части стоит логический оператор с отрицанием, то в правой стоит логический оператор без отрицания (если условие не выполнено, то управление передается на логический оператор).

Первое условие гарантирует переход после выполнения какой-либо подстановки к начальной строке. Третье условие определяет порядок применения формул подстановок, оно упорядочивает порядок логических операторов. Второе условие есть единственное условие, при котором управление передается на арифметический оператор.

Аналогично логические схемы алгоритмов Ляпунова являются схемами алгоритмических императивов, отвечающие дополнительным условиям.

Схема алгоритмов А. А. Ляпунова представляет из себя последовательность логических и арифметических операторов. Порядок работы

следующий: начиная слева, применяют оператор, по его выполнении следующий; если логическое условие не выполнено, то управление передается на оператор, перед которым стоит тот же индекс, что и при условии. Переход к алгоритмическим схемам прост: первый оператор $c \implies$ впереди образует 1-ю строку, каждая последовательная пара операторов $c \implies$ между ними также образует строку, отрицание логического условия с соответствующим оператором, на который подается управление, также образуют строку, и, наконец, последний оператор $c \implies$ справа образует строку.

Пусть мы имеем логическую схему алгоритмов Ляпунова:

$${}^2A \quad {}^1B \quad p_{11} \quad c_{12} \quad D \quad A.$$

На языке схем алгоритмических императивов она будет изображена следующим образом (одноименные операторы индексирруем):

$$\left\{ \begin{array}{l} \implies A_1 \\ A_1 \implies B \\ B \implies p \\ p \implies c \\ c \implies D \\ D \implies A_2 \\ A_2 \implies . \\ p \implies B \\ c \implies A_1 \end{array} \right.$$

Логические схемы алгоритмов А. А. Ляпунова, изображенные в системах алгоритмических императивов, отвечают следующим дополнительным условиям:

1. Правые части множества строк с арифметическими или неотрицательными логическими условиями попарно различны (т. е. если отбросить строки с отрицаниями логических условий, то среди оставшихся строк не будет двух с одинаковыми правыми операторами).

Это условие вместе с первым условием определения С. А. И., согласно которому нет двух строк с одинаковыми левыми частями, дает возможность полностью упорядочить арифметические и логические операторы без отрицания.

2. Если слева стоит логическое условие с отрицанием, то справа стоит оператор, предшествующий (в смысле условия 1) логическому оператору.

Это условие обеспечивает, что цикл может быть осуществим только в левую сторону.

Системы алгоритмических императивов будем обозначать готическими буквами a с индексами. По имеющимся С. А. И. мы можем построить новые, являющиеся также системами алгоритмических императивов. Покажем, что композиция и разветвления С. А. И. также есть С. А. И. Каждую С. А. И. мы будем рассматривать как имеющую один вход и один выход (все возможные выходы соединяются в один).

Для двух С. А. И. a_i a_j можно построить схему, являющуюся их композицией, т. е. сначала срабатывает a_i , и к его результату применяется a_j .

Другими словами, если $\Rightarrow a_i$ и $\Rightarrow a_j$ — С. А. И., то

$$\left| \begin{array}{l} \Rightarrow a_i \\ a_i \Rightarrow a_j \\ a_j \Rightarrow \end{array} \right| \text{— С. А. И., являющаяся их композицией.}$$

Чтобы получить С. А. И. с элементарными строками, являющийся композицией, надо:

1. Поставить в соответствие одинаковым операторам в a_i и a_j новые (т. е. не встречающиеся ни в a_i , ни в a_j) логические операторы. Причем p_i и p_i будем считать за различные буквы; им сопоставляются разные операторы.

2. Заменить левые части a_i отрицаниями новых букв, левые части a_j — буквами.

3. Вместо точки заключительных строк a_i поставить правую часть начальной строки a_j , начальную строку a_j выбросить.

4. Добавить строки, где левыми частями будут операторы, встречающиеся и в a_i , и в a_j , правыми — операторы, поставленные им в соответствие.

Пример

Пусть имеются две С. А. И.

$$\left[\begin{array}{l} \rightarrow \overline{A} \rightarrow \overline{m} \rightarrow \overline{B} \rightarrow \\ \overline{A} \rightarrow \overline{m} \end{array} \right] \text{ и } \left[\begin{array}{l} \rightarrow \overline{B} \rightarrow \overline{A} \rightarrow \overline{m} \rightarrow \\ \overline{B} \rightarrow \overline{A} \end{array} \right]$$

Построить их композицию

$$\left[\begin{array}{l} \rightarrow \overline{A} \rightarrow \overline{m} \rightarrow \overline{B} \rightarrow \overline{B} \rightarrow \overline{A} \rightarrow \overline{m} \rightarrow \\ \overline{A} \rightarrow \overline{m} \end{array} \right]$$

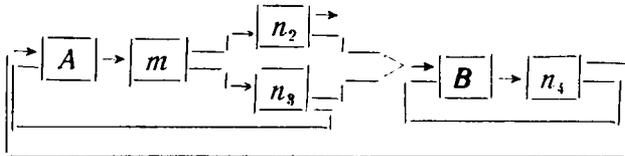
Используя введенные правила построения композиции, имеем:

$$\left| \begin{array}{l} \Rightarrow A \\ A \Rightarrow m \\ m \Rightarrow B \\ m \Rightarrow A \\ B \Rightarrow . \end{array} \right| \Rightarrow \left| \begin{array}{l} \Rightarrow B \\ B \Rightarrow A \\ A \Rightarrow m \\ m \Rightarrow . \\ \overline{m} \Rightarrow B \end{array} \right| \text{ экв } \left| \begin{array}{l} \Rightarrow A \\ A \Rightarrow n_1 \\ m \Rightarrow n_2 \\ \overline{m} \Rightarrow n_3 \\ B \Rightarrow n_4 \\ \overline{n_1} \Rightarrow m \\ \overline{n_2} \Rightarrow B \\ \overline{n_3} \Rightarrow A \\ \overline{n_4} \Rightarrow B \\ n_4 \Rightarrow A \\ n_1 \Rightarrow m \\ n_2 \Rightarrow . \\ n_3 \Rightarrow B \end{array} \right|$$

Строки $A \Rightarrow n_1, \bar{n}_1 \Rightarrow m, n_1 \Rightarrow m$ мы можем заменить строкой $A \Rightarrow m$, так как

$$\left| \begin{array}{l} A \Rightarrow n_1 \\ \bar{n}_1 \Rightarrow m \\ n_1 \Rightarrow m \end{array} \right| \text{ экв } |A \Rightarrow m|$$

Тогда искомая композиция представляется в следующей блок-схеме:



Как интерпретировать вновь введенные логические операторы n_2, n_3, n_4 ? Мы различаем операторы, чтобы отличить, например, строку $A \Rightarrow m$ первой и $A \Rightarrow m$ второй С. А. И.; дело в том, что в первой A применяется к результату B , во второй — к результату A . Операторы n_2, n_3, n_4 проверяют информацию о том, результат какого оператора перерабатывает данный оператор. В нашем случае:

$n_2(x) \equiv n_3(x) \equiv x$ есть результат применения оператора A к результату оператора B , $n_4(x) \equiv x$ есть результат применения оператора B . Дадим интерпретацию нашим С. А. И. и их композиции.

Пусть:

A означает — прибавить 2 $A(x) = x + 2,$

B означает — прибавить 3 $B(x) = x + 3,$

$m(x) - x$ не делится на 3,

$\overline{m(x)} - x$ делится на 3

Посмотрим, как работают наши две С. А. И. и их композиция. Пусть $x = 5$.

Тогда $a_1(5) = 10$

$$\left| \begin{array}{l} A(5) = 7 \\ m(7) - \text{ист.} \\ B(7) = 10 \end{array} \right|$$

$a_2(10) = 20$

$$\left| \begin{array}{l} B(10) = 13 \\ A(13) = 15 \\ m(15) = \text{лож.} \\ B(15) = 18 \\ A(18) = 20 \\ m(20) - \text{ист.} \end{array} \right|$$

Композиция работает:

$A(5) = 7$
$m(7) — \text{ист.}$
$n_2(7) — \text{лож.}$
$B(7) = 10$
$n_4(10) — \text{лож.}$
$B(10) = 13$
$n_4(13) — \text{ист.}$
$A(13) = 15$
$m(15) — \text{лож.}$
$n_3(15) — \text{ист.}$
$B(15) = 18$
$A(18) = 20$
$m(20) — \text{ист.}$
$n_2(20) — \text{ист.}$

Рассмотрим теперь такую операцию как повторение С. А. И.

Повторением мы называем предписание применять С. А. И. до тех пор, пока результат не будет удовлетворять условию m . Пусть $\Rightarrow a$ С. А. И. Тогда искомая С. А. И. получится, если мы заменим точку буквой m и добавим строку $\bar{m} \Rightarrow A_i$, где A_i — правая часть начальной строки $\Rightarrow a$ и строку $m \Rightarrow$.

Например:

$\Rightarrow A$	условие P
$A \Rightarrow m$	$\Rightarrow A$
$m \Rightarrow B$	$A \Rightarrow m$
$\bar{m} \Rightarrow A$	$m \Rightarrow B$
$B \Rightarrow$	$\bar{m} \Rightarrow A$
	$B \Rightarrow P$
	$\bar{P} \Rightarrow A$
	$P \Rightarrow$

Повторить С. А. И. n число раз (n — цикл).

Также подключим оператор P . Он работает следующим образом:

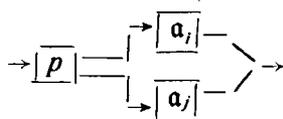
1. Ведет счет воздействиям.
2. На воздействие, кратное n , подает управление через верхнюю строку; в противном случае — через нижнюю.

Мы будем оператор цикла рассматривать как логический оператор. Тогда цикл сводится к повторению с условием.

Разветвление двух С.А.И. есть С.А.И.

Пусть p — условие, α_i и α_j — системы алгоритмов. Имеется С. А. И. такая, что если p выполнено, то работает α_i , а если выполнено \bar{p} ,

то— a_j , т. е. по условию p и С. А. И, a_i и a_j надо построить схему алгоритмического императива типа



Разветвление символически будем записывать $p(a_i, a_j)$; на первом месте стоит запись алгоритма, работающего, если имеет место P , на втором месте — если имеет место \bar{p} .

Система алгоритмических императивов, являющаяся разветвлением С.А.И., по условию p , строится следующим образом: 1. Проводятся те же преобразования, которые сформулированы в 1, 2, 4 пунктах правил для образования композиции. Вместо пункта 3-го выполняются следующие операции 3¹. Вместо пустого места начальной строки 1-й С. А. И. ставится буква p (если она отлична от всех букв, входящих в оба алгоритма, если нет, то предварительно переименовывается), вместо начальной строки 2-й С. А. И. — \bar{p} ; затем добавляется строка $\implies p$.

Покажем это на примере.

Пусть a_i и a_j имеют тот же вид, что и в примере построения композиции.

После переименований

a_i будет иметь вид

a_j будет иметь вид

$$\left. \begin{array}{l} \implies A \\ \bar{n}_1 \implies m \\ \bar{n}_2 \implies B \\ \bar{n}_3 \implies A \\ \bar{n}_4 \implies . \end{array} \right\} \quad (I)$$

$$\left. \begin{array}{l} \implies B \\ n_4 \implies A \\ n_1 \implies m \\ n_2 \implies . \\ n_3 \implies B \end{array} \right\} \quad (II)$$

Согласно правилу 3', вместо $\implies A$ имеем $p \implies A$, вместо $\implies B - \bar{p} \implies B$.

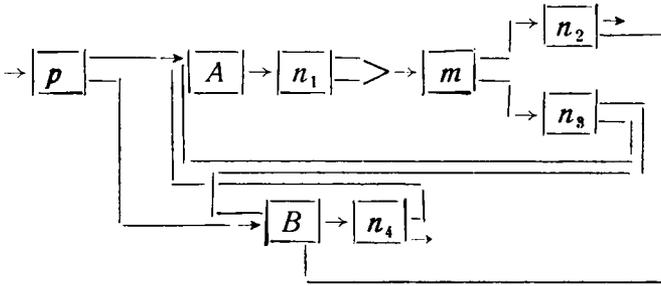
Искомая схема разветвления будет

$$\left. \begin{array}{l} \implies p \\ p \implies A \\ \bar{n}_1 \implies m \\ \bar{n}_2 \implies B \\ \bar{n}_3 \implies A \\ \bar{n}_4 \implies . \\ \bar{p} \implies B \\ n_4 \implies A \\ n_1 \implies m \\ n_2 \implies . \\ n_3 \implies B \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{(согласно правилу 3')} \\ \\ \text{переименованный } a_i \text{ с заменой } \implies A \text{ на } p \implies A \\ \\ \text{переименованный } a_j \text{ с заменой } \implies B \text{ на } \bar{p} \implies B \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} A \Rightarrow n_1 \\ m \Rightarrow n_2 \\ \bar{m} \Rightarrow n_3 \\ B \Rightarrow n_4 \end{array} \right\}$$

строки, определяющие переименование одинаковых операторов.

[. Та же схема может быть представлена следующей блок-схемой:



n_2, n_3, n_4 интерпретируются так же, как и в случае композиции. Пусть все операторы имеют то же значение, которое указано на стр. 135, условие $p(x)$ означает: x — четно.

Тогда $p(a_i, a_j)$ значит: если входное число четно, то примени a_i , если нет, то a_j .

Пусть $x = 3$.

Тогда $p(3) - л$ работает a_j
 $a_j(3) = 8$

Пусть $x = 4$.

Тогда $p(4) - и$ работает a_i
 $a_i(4) = 11$

$$\left. \begin{array}{l} B(3) = 6 \\ A(6) = 8 \\ m(8) - и \end{array} \right\}$$

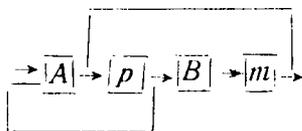
$$\left. \begin{array}{l} A(4) = 6 \\ m(6) - л \\ A(6) = 8 \\ m(8) = 4 \\ B(8) = 11 \end{array} \right\}$$

Схема разветвления будет работать

$$p(a_i, a_j)(3) = 8 \quad \left. \begin{array}{l} p(3) = A \\ B(3) = 6 \\ n_4(6) = и \\ A(6) = 8 \\ m(8) = и \\ n_2(8) = и \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} p(4) = и \\ A(4) = 6 \\ m(6) - л \\ n_3(6) - л \\ A(6) = 8 \\ m(8) - и \\ n_2(8) - л \\ B(8) = 11 \\ n_4(11) - и \end{array} \right\}$$

$$p(a_i, a_j)(4) = 11.$$

Очевидно, что не всякая С. А. И. может быть представлена или как композиция, или как разветвление, или как повторение (или быть элементарной). Так, С. А. И., записанная на языке блок-схем, типа



не может быть разложена ни на композицию, ни на разветвление двух других, ни рассмотрена как повторение.

Представляет интерес найти такие операции над С. А. И., чтобы каждая С. А. И. была бы или элементарной, или раскладывалась бы на элементарные с помощью этих операций. Тогда можно было бы дать на базе этих операций индуктивное определение С. А. И. Затем установить систему соотношений, позволяющую аксиоматически ввести понятие эквивалентности С. А. И. В качестве примера можно привести соотношения:

$$(MN)K = M(NK) \text{ — ассоциативность композиции,}$$

$$p(MK, NK) = p(M, N)K \text{ — дистрибутивность}$$

и т. д. (\cdot — знак композиции, $P(S, T)$ — запись разветвления).

Введенное понятие С. А. И. носит непосредственно логический характер. Но эквивалентность С. А. И. обычным уточнением алгоритмов позволяет утверждать, что понятие алгоритма — в любом уточнении — имеет общелогическую природу.

Понятие С. А. И. позволяет также установить связь между нормальными алгорифмами А. А. Маркова и логическими схемами алгоритмов А. А. Ляпунова и тем самым сблизить уточнения, выросшие, с одной стороны, на базе задач обоснования математики, и, с другой, — на базе практики программирования.

II

Вернемся к задаче, поставленной при введении понятия системы алгоритмических императивов, именно к задаче введения действия как логического понятия. Введение «действия» в логику необходимо не только для объяснения такой формы мысли, как предписание, алгоритмический императив, но и ряда других. Разберем кратко, но систематически, с каких аспектов может изучаться действие в логике.

I. Рассматривая действия, мы можем вычленить:

- 1) само действие;
- 2) субъект действия, т. е. действующий предмет;
- 3) объекты действия — предметы, на которые направлено действие;
- 4) результат действия.

Результатом действия могут быть или объекты (Π_1) или действия объектов, на которые направлено первоначальное действие (Π_2).

Π_1

Рассмотрим прежде всего случай, когда результатом действия на объекты является объект.

A. Здесь мы можем абстрагироваться от субъекта действия и рассматривать лишь действие в его отношении к объектам действия и результату. В этом случае действие может рассматриваться как некоторая функция, где объекты действия являются ее аргументами, а значением функции — результаты действия.

Понятие функции является более широким, чем понятие предиката (свойства, отношения)⁶⁾. Под функцией $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ от n ар-

⁶⁾ А. Тарский считает, наоборот, понятие отношения более широким, чем понятие функция. «Введение в логику и методологию дедуктивных наук».

гументов мы понимаем соответствие, в силу которого каждой упорядоченной n -ке (x_1, x_2, \dots, x_n) объектов, где $x_1 \in X_1, x_2 \in X_2, \dots, x_n \in X_n$, отвечает единственный объект Y некоторого множества Y . Множества X_1, X_2, \dots, X_n мы называем областями определения функции, множество Y — областью значения.

Предикат есть функция, областью значения которой являются предложения.

Необходимо различать саму функцию и общее значение функции. Так, « $x + y$ », где x и y — числа, если мы рассматриваем его как значение функции, « $+$ » есть указатель некоторых чисел, при замене переменных постоянными, обозначающий вполне определенное число. Мы можем рассматривать и саму функцию « $+$ ». Например, говоря, что « $+$ » симметрична, мы имеем в виду саму функцию.

Общее значение функции мы будем называть переменным термом и обозначать « $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ». Конкретное значение функции будем называть постоянным термом и обозначать « $f(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ».

Саму функцию мы будем обозначать или с помощью λ -оператора или иным в конкретных случаях указанным способом. Например, операцию сложения мы обозначим « $\lambda_x \lambda_y (x + y)$ ».

В зависимости от области определения и области значения выделяются различные типы функций:

а) Функции, областью определения которых является индивидуальная (индивидуумная) область. Каждая функция φ_i имеет свою область значения U_i . При этом область значения φ_i не является множеством предложений, а есть некоторое множество объектов. Области значения различных функций могут совпадать друг с другом и являться частью области определения.

Последний случай, когда область значения включается в область определения, является наиболее простым и наиболее изученным. Арифметические функции — функции, сопоставляющие числам числа же, — типичный пример функции этого рода.

в) Функции, областью определения которых является не индивидуальная область, а область значения некоторой функции типа (а), область значения которой отлична от области определения. Областью значения функции типа (в) является опять-таки некоторая область объектов.

Поступая аналогичным образом, мы можем ввести целую иерархию подобных функций.

с) Функции, областью определения которых является индивидуальная область, областью значения — множество предложений. Функции этого рода мы назовем предикатами над областью индивидуумов или пропозициональными функциями.

д) Аналогично для функций, областью определения которых являются области значения некоторых функций.

е) Функции, областью определения которых есть предложения, а область значения — объекты. Эти функции назовем характеристическими.

f) Функции, областью определения и областью значения которых суть предложения. Эти функции назовем пропозициональными связками.

Функции типа (а), (в) назовем объектными, типа (е) — характеристическими, типа (с), (д), (f) — пропозициональными (причем типа (с), (д) — предикатами, (f) — логическими связками).

Здесь не учтены возможные типы объектов и соответственно типы объектных и пропозициональных функций.

Наконец, рассматривая сами функции как объекты (и области определения и области значения), мы можем расширить запас типов функций.

Обычно ни объектные функции, ни предикаты не рассматривались как объекты. Оперируют обычно не с самими функциями, а лишь с общими значениями функций.

Многообразие функций можно представить следующей таблицей:

Область значения Область определения	Объекты	Предложения
1. Объекты	Объектные функции	Пропозициональные функции (предикаты)
2. Предложения	Характеристические функции	Пропозициональные функции (логические связи)

Общее значение двух функций есть переменный терм, равенство общих значений — предикат.

Предложены различные экспликации понятия функции и тем самым действия. Нас интересуют экспликации, основанные не на теоретико-множественной базе, а такие, которые кладут в основу конструктивные принципы. Само понятие функции вводится с помощью индуктивных определений. К подобным экспликациям надо отнести: экспликацию, представленную формализмом рекурсивных функций; экспликацию в форме λ — конверсий и посредством комбинаторной логики. Эти уточнения занимают (по крайней мере должны занимать) место, не уступающее месту в логике теории отношений.

В. Введение понятия действия и построение исчисления действий приводит к возможности рассмотрения наряду с суждением (высказыванием) и такой формы мысли, как алгоритмический императив, т. е. предписание выполнить определенные действия в определенной последовательности относительно данных объектов. Это понятие было подробно рассмотрено в первой части статьи.

С. От алгоритмических императивов и систем алгоритмических императивов необходимо отличать целеполагающие императивы. Под последними мы имеем в виду предписания достигнуть указываемого результата. Примеры: «Построй равнобедренный треугольник», «Найти наибольший общий делитель чисел a и b », «Построй объект, удовлетворяющий таким-то и таким-то требованиям».

По внешнему виду алгоритмические императивы и целеполагающие сходны друг с другом. Но между ними разница принципиальная. Во-первых, требуется выполнить указанное действие, во-вторых, добиться определенного результата, определенной цели. Целеполагающие императивы иногда называют проблемами.

Это тоже самостоятельный вид мысли, требующий своего анализа. При построении научных теорий целеполагающие императивы занимают определенное место. Так, в геометрии, особенно в ее первоначальном виде, большую роль играют задачи на построения, т. е. предписания добиться определенного результата.

Если алгоритмические предписания сделались в определенной степени объектом изучения (теория алгоритмов), то участь проблем более жалка. Между проблемами и алгоритмическими предписаниями имеется определенная связь. Мы говорим, что проблема (целеполагающий императив) алгоритмически разрешима, если существует такая С. А. И., реализация которой приводит к достижению указанного результата.

II₂

Рассмотрим теперь случаи, когда результатом действия φ на объект S есть действие f этого объекта. S есть объект действия φ и

субъект действия f . В этом случае мы сам объект будем рассматривать как реализацию некоторой функции, аргументами которой являются действия на объект S , а значениями действия S .

В общем случае в результате воздействия на S мы имеем не только некоторое действие этого объекта-субъекта S , но и изменение самого S . Другими словами, наш объект-субъект S будет находиться в различных состояниях S_1, S_2, \dots, S_n . причем каждое состояние есть реализация некоторой определенной функции.

Действие субъекта-объекта S и его состояние определяется воздействием на S и состоянием S в момент этого воздействия, т. е. поведение субъекта-объекта описывается некоторой функцией ψ , аргументом которой является воздействие-состояние, значением — действие-состояние.

$$\psi(\varphi_i S_k) = f_m S_n.$$

Так, например, функция ψ может быть задана таблицей

		Состояние		
		S_1	S_2	S_3
Действие	φ_1	$f_1 S_2$	$f_2 S_2$	$f_1 S_2$
	φ_2	$f_3 S_1$	$f_1 S_3$	$f_1 S_1$

или

$\varphi_i S_i$	$\psi(\varphi_i S_i)$
$\varphi_1 S_1$	$f_1 S_2$
$\varphi_1 S_2$	$f_2 S_2$
$\varphi_1 S_3$	$f_1 S_2$
$\varphi_2 S_1$	$f_3 S_1$
$\varphi_2 S_2$	$f_1 S_3$
$\varphi_2 S_3$	$f_1 S_1$

Материальную вещь, реализующую функцию ψ , мы будем называть кибернетической машиной. Если машина может находиться только в одном состоянии, то ее поведение в настоящем не зависит от предыдущего поведения и предыдущих воздействий:

$$f_i = \psi(\varphi_i) \text{ или } f = S(\varphi).$$

Если у нас имеется m различных дискретных воздействий на S и действие системы S зависит от одного предыдущего воздействия, то S должна иметь $m+1$ различных состояний. Вообще, если мы имеем m различных воздействий и действие S зависит от n предыдущих шагов, то система S должна иметь $m^n + m^{n-1} + \dots + m + 1$ различных состояний ($i = \sum_0^n m^n$). Если, например, имеется 3 возможных воздействия на S и действие S зависит от 3-х предыдущих шагов, то система S должна иметь $3^3 + 3^2 + 3^1 + 3^0 = 40$ различных состояний.

В число возможных воздействий мы включаем и отсутствие воздействия как частный случай, так же как в число возможных действий системы S мы включаем и нулевое действие, т. е. отсутствие действия. Это дает возможность распространить понятие кибернетической машины и на автоматически работающие (т. е. такие, процесс в которых протекает без внешнего воздействия, самостийно).

Машина в указанном выше смысле эквивалентна машине Тьюринга.

Рассмотрение действия в его отношении к объектам и результату действия, а также в отношении к субъекту действия дало возможность ввести такие понятия, как:

- 1) алгоритмический императив;
- 2) целеполагающий императив;
- 3) кибернетическая машина как субъект действия.

Не выясняя взаимоотношений всех этих понятий, мы подчеркиваем, что их можно использовать при анализе научных теорий.

Мы прежде всего различаем: операции над объектами теории и операции над предложениями и понятиями теории. В зависимости от того, допускаются ли операции над объектами или допускаются операции только над предложениями теории мы имеем различные виды научных теорий (генетическая — в первом, аксиоматическая — во втором).

ЛИТЕРАТУРА

Марков А. А. Теория алгоритмов, Труды математического института АН СССР, т. 42, М., 1954.

Ляпунов А. А. О логических схемах программ, Проблемы кибернетики, вып. 1, М., 1958.

Калужний Л. А. Об алгоритмизации математических задач, Проблемы кибернетики, вып. 2, М., 1959.

Клини С. К. Введение в метаматематику, ИЛ, М., 1957.

Смирнов В. А. Генетический метод построения научной теории. Философские проблемы современной формальной логики, М., 1962.

А. А. ЗИНОВЬЕВ

ОБОБЩЕНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ КВАНТОРОВ В МНОГОЗНАЧНОЙ ЛОГИКЕ ПРЕДИКАТОВ

В данном сообщении мы рассмотрим обоснование возможности обобщения классических кванторов, являющееся условием проникновения идей многозначной логики в область логики предикатов. При этом мы будем опираться на работу Россера и Тёркетта [1] и дадим здесь более четкую и систематическую формулировку тех соображений, которые изложены автором в работе [2].

Классические кванторы будем обозначать символами \forall (все, для всех) и \exists (существует), а их отрицания — символами $N\forall$ (не все, не для всех) и $N\exists$ (не существует). Среди прочих свойств классические кванторы и их отрицания обладают следующими свойствами: 1) они превращают высказывания в двузначные (то есть высказывание со всеми связанными переменными является либо истинным, либо ложным); 2) каждый из них связывает только одну переменную.

Второе из этих свойств определяется самим смыслом классических кванторов и их отрицаний. Если высказывание x содержит несколько свободных переменных a^1, \dots, a^m , то требуется особый квантор для связывания каждой из них;

$$(\forall a^1) \dots (\forall a^m)x, (\forall a^1) \dots (N\forall a^m)x, (\exists a^1) \dots (\forall a^m)x$$

и т. п. Вопрос о том, чем обусловлено это свойство, лишен смысла: просто классические кванторы изобретены людьми именно такими. И если имеются или мыслимы какие-то другие знаки, обладающие способностью связывать по две и более переменные, то это уже не классические кванторы.

Что касается первого из упомянутых свойств классических кванторов, то оно, как увидим ниже, есть следствие некоторой гипотезы или, во всяком случае, может быть представлено как следствие такой гипотезы. Однако, независимо от того, как мы понимаем это свойство (включаем его в смысл самих кванторов или берем как следствие какой-то гипотезы), в самом понятии «классический квантор» мы его принимаем как необходимое. Эта условность учитывает то, что на уровне привычного оперирования кванторами двузначный характер выражений „все“, „существует“, „не все“ и „не существует“ представляется чем-то само собой разумеющимся, каким-то природным их качеством.

Уже из того, что сказано, можно сделать вывод: первое и второе свойства классических кванторов не связаны друг с другом. Ниже мы увидим, что возможны многозначные кванторы, связывающие по одной переменной, и двузначные кванторы, связывающие по две и

более переменных. Это обстоятельство точно так же подтверждает только что сформулированное утверждение.

Конечно, можно было бы с понятием „классический квантор“ связывать только одно из указанных выше свойств. Но это уже дело договоренности. Принципиального значения это не имеет. Например, если классическим называть всякие двузначные кванторы, в том числе связывающие по две и более переменные, то обобщение их будет, естественно, рассматриваться лишь по линии числа значений истинности; но при этом, надо думать, придется рассмотреть и обобщение кванторов, связывающих более одной переменной; значит должны быть предварительно рассмотрены кванторы такого рода, куда бы они не зачислялись (в число классических или обобщенных, неклассических). Мы, повторяем, называем здесь классическими кванторы, связывающие по одной переменной и превращающие высказывания в двузначные.

Возможно ли, спрашивается, осуществить обобщение классических кванторов таким образом, чтобы обобщенные кванторы могли превращать высказывания в многозначные (не только в двузначные, но и в трех и более значные) и могли связывать каждый более одной переменной? Оказывается, это вполне возможно. Рассмотрим сначала обобщение классических кванторов по линии числа значений истинности высказываний. Значения истинности будем обозначать так: 1) если имеется в виду двузначная логика, то 1 обозначает истинность, а 2—ложность; 2) если имеется в виду n -значная логика, где $n \geq 2$, то значения истинности суть $1, 2, \dots, n$; причем, 1 соответствует истинности, а n соответствует ложности.

Пусть x есть высказывание, содержащее одну единственную свободную переменную a . Пусть x^1, x^2, \dots суть высказывания, образующиеся в результате подстановки на место переменной a в x всевозможных значений этой переменной. Классические кванторы можно интерпретировать так: $(\forall a)x = \max(x^1, x^2, \dots)$, $(\exists a)x = \min(x^1, x^2, \dots)$. Другими словами, квантор общности здесь интерпретируется как конъюнкция, а квантор существования — как дизъюнкция высказываний x^1, x^2, \dots . Это вполне совпадает с интуитивным пониманием условий истинности $(\forall a)x$ и $(\exists a)x$: первое истинно, если истинны все x^1, x^2, \dots , и ложно, если ложно хотя бы одно из x^1, x^2, \dots ; второе истинно, если истинно хотя бы одно из x^1, x^2, \dots , и ложно, если ложны все x^1, x^2, \dots .

Поскольку множество значений переменной a разбивается на два дополняющие друг друга подмножества, такие, что подстановка значений из одного из них дает истинные, а подстановка значений из другого — ложные высказывания, кванторы \forall и \exists (и их отрицания) двузначны. Именно эта гипотеза о делении множества значений переменных на два дополняющие друг друга подмножества явно или неявно лежит в основе классических кванторов.

Но множество значений a можно разбить на n ($n \geq 2$) исключаящих друг друга подмножеств, так что подстановка их будет придавать x одно из $1, 2, \dots, n$ значений истинности по принципу: если данное значение a принадлежит к подмножеству i значений a , то высказывание x^i , образуемое в результате подстановки этого значения на место переменной a в x , имеет значение истинности i . Этот принцип есть, конечно, соглашение, как и деление множества значений a на два подмножества, соответствующие истинности и ложности высказываний. И тот факт, что в последнем случае соглашение выступало как исторически стихийный процесс, не меняет сути дела.

Сохраняя интерпретацию $(\forall a)x$ и $(\exists a)x$ соответственно как $\max(x^1, x^2, \dots)$ и $\min(x^1, x^2, \dots)$, мы даем \forall и \exists n -значную интерпре-

тацию, если множество значений a разбиваем на n подмножеств, соответствующих значениям истинности $1, \dots, n$. Двухзначная интерпретация оказывается лишь частным случаем n -значной. Например, пусть значения a разбиты на три подмножества; пусть подстановка значений из одного из них дает истинные, из другого — неопределенные, из третьего — ложные высказывания; пусть первое и второе подмножества не являются пустыми, а третье — пусто; в таком случае $(\forall a)x = \max(x^1, x^2, \dots) = 2$, то есть неопределенно, $(\exists a)x = \min(x^1, x^2, \dots) = 1$; если N есть отрицание в смысле трехзначной логики Лукасевича, то $(N\forall a)x = 2$, $(N\exists a)x = 2$.

Выше мы представили двухзначные \forall и \exists просто как частный случай n -значных. Но можно пойти другим путем: определить n -значные \forall и \exists (отметим их звездочкой) через двухзначные. Это определение будет выглядеть так: 1) $(\forall^* a)x = i$, если $(\exists a)x = i$ и $(\forall a)x \leq i$; 2) $(\exists^* a)x = i$, если $(\exists a)x = i$ и $(\forall a)x \geq i$; $1 \leq i \leq n$. При этом двухзначные кванторы остаются частным случаем n -значных в том смысле, что эти определения сохраняют силу и для $n=2$. Но при этом \forall^* и \exists^* совпадут соответственно с \forall и \exists : 1) $(\forall^* a)x = 1$, если $(\exists a)x = 1$ и $(\forall a)x = 1$; $(\forall^* a)x = 2$, если $(\exists a)x = 2$ и $(\forall a)x = 1$ или 2; 2) $(\exists^* a)x = 1$, если $(\exists a)x = 1$ и $(\forall a)x = 1$ или 2; $(\exists^* a)x = 2$, если $(\exists a)x = 2$ и $(\forall a)x = 2$,

Выше мы исходили из интуитивного, привычного понимания кванторов „все“ и „существует“, то есть предполагали их интерпретацию как $\max(x^1, x^2, \dots)$ и $\min(x^1, x^2, \dots)$. Такая интерпретация опирается на гипотезу о делении множества значений переменной. И введенные гипотезы о n -членном делении автоматически, можно сказать, превращают эти кванторы в n -значные. Но можно пойти другим путем: постулировать то, что выражения $(\forall a)x$ и $(\exists a)x$ могут принимать значения $1, \dots, n$ и определить их отношения; деление же множества значений переменной a на n подмножеств (в частности, на два) будет следствием интерпретации значений $1, \dots, n$, как результата подстановок значений a в x .

Между классическими кванторами и их отрицаниями имеют место, например, следующие соотношения: 1) $(\forall a)x = (N\exists a)Nx$; 2) $(\exists a)x = (N\forall a)Nx$; 3) $(N\forall a)x = 2 - (\forall a)x + 1$; 4) $(N\exists a)x = 2 - (\exists a)x + 1$; 5) если $(\forall a)x = 1$, то $(\forall a)Nx = 2$; если $(\forall a)x = 2$, то $(\forall a)Nx = 1$ или 2; 6) если $(\exists a)x = 1$, то $(\exists a)Nx = 1$ или 2; если $(\exists a)x = 2$, то $(\exists a)Nx = 1$; 7) если $(\forall a)x = 1$, то $(N\forall a)Nx = 1$; если $(\forall a)x = 2$, то $(N\forall a)Nx = 1$ или 2; 8) если $(\exists a)x = 1$, то $(N\exists a)Nx = 1$ или 2, если $(\exists a)x = 2$, то $(N\exists a)Nx = 2$. Аналогичные отношения можно установить между обобщенными \forall^* и \exists^* . Эти отношения будут, вместе с тем, обобщением отношений 1—8. Например, возможны такие отношения между кванторами \forall^* и \exists^* и их отрицаниями: 1) $(\forall^* a)x = (N\exists^* a)Nx$; 2) $(\exists^* a)x = (N\forall^* a)Nx$; 3) $(N\forall^* a)x = n - (\forall^* a)x + 1$; 4) $(N\exists^* a)x = n - (\exists^* a)x + 1$; 5) если $(\forall^* a)x = 1$, то $(\forall^* a)Nx = n$; если $(\forall^* a)x = 2$, то $(\forall^* a)Nx = n$ или $(n-1)$;...; если $(\forall^* a)x = n$, то $(\forall^* a)Nx = n$ или $(n-1)$ или... или 1; 6) если $(\exists^* a)x = 1$, то $(\exists^* a)Nx = 1$ или 2 или...или n ; если $(\exists^* a)x = 2$, то $(\exists^* a)Nx = 1$ или 2 или...или $(n-1)$;...; если $(\exists^* a)x = n$, то $(\exists^* a)Nx = 1$; 7) если $(\forall^* a)x = 1$, то $(\exists^* a)x = 1$; если $(\forall^* a)x = 2$, то $(\exists^* a)x = 1$ или 2;...; если $(\forall^* a)x = n$, то $(\exists^* a)x = 1$ или 2 или...или n ; 8) если $(\exists^* a)x = 1$, то $(\forall^* a)x = 1$ или 2...или n ; если $(\exists^* a)x = 2$, то $(\forall^* a)x = 2$ или...или n ;...; если $(\exists^* a)x = n$, то $(\forall^* a)x = n$. Эти отношения не являются единственно возможными. Например, вместо пунктов 3 и 4 можно принять такие: 3) $(N\forall^* a)x = (\forall^* a)x + 1$, если $(\forall^* a)x < n$, и $(N\forall^* a)x = 1$, если $(\forall^* a)x = n$; 4) аналогично для $(N\exists^* a)x$.

Надо сказать, что и интерпретация $(\forall a)x$ и $(\exists a)x$, как $\max(x^1, x^2, \dots)$ и $\min(x^1, x^2, \dots)$, не является единственно возможной. В частности,

$(\exists a)x$ можно определить так: $(\exists a)x = i$, если $x^1 = x^2 = \dots = i$, где $1 \leq i \leq n$; $(\exists a)x = 1$, если значения истинности по крайней мере двух различных высказываний из x^1, x^2, \dots не равны.

Перейдем к вопросу о связывании нескольких переменных сразу одним квантором. При этом мы имеем в виду не случаи, когда берется фактически одна переменная (двойка, тройка и т. п. переменные), а именно несколько переменных. Например, в случае „Существует тройка чисел a, b, c таких, что $a+b > c$ “ квантор „существует“ связывает не три переменные a, b и c , а одну „тройка чисел a, b, c “; здесь имеются три переменных, если приведенное высказывание означает: $(\exists a)(\exists b)(\exists c)(a+b > c)$, где a, b и c суть числа.

Рассмотрим два гипотетических примера, прежде чем сделать общий вывод о связывании нескольких переменных сразу одним квантором. Пусть x есть высказывание, содержащее только две свободные переменные a и b . Очевидно, возможны высказывания $(\forall a)(\forall b)x$, $(\forall a)(\exists b)x$, $(\exists a)(\forall b)x$ и т. п. Аналогично для трех и более переменных. Поскольку условия истинности для таких высказываний определены, принципиально допустимо введение посредством определений особых знаков, выполняющих функции кванторов, например, $T^1(a, b, x) = (\forall a)(\forall b)x$ или для m переменных $T^1(a^1, \dots, a^m, x) = (\forall a^1) \dots (\forall a^m)x$; $T^2(a, b, x) = (\forall a)(\exists b)x$ или $T^2(a^1, \dots, a^m, x) = (\forall a^1) \dots (\forall a^{m-1})(\exists a^m)x$ и т. п. Очевидно, что знаки T^1, T^2, \dots связывают каждый сразу по две и более переменных. Можно определить также отрицания T^1, T^2, \dots или выяснить условия истинности высказываний с их отрицаниями, исходя из имеющихся определений. Обращаем внимание на то, что кванторы \forall и \exists здесь могут быть многозначными, а не только двузначными.

В приведенном примере знаки T выступают как сокращенное обозначение наборов кванторов \forall и \exists и их отрицаний. Элемент обобщения здесь состоит в том, что предполагается $m \geq 1$, в частности $m = 1$. Но при этом так или иначе в определяющей части будут фигурировать кванторы \forall и \exists (последние могут быть многозначными, если предполагается $n > 2$). Так что если, для одной переменной возможно определение кванторов, где в определяющей части отсутствует ссылка на классические кванторы, то здесь по самой сути дела предполагается ссылка на их или их обобщение.

Возьмем другой пример. Пусть x и y суть высказывания, содержащие свободные переменные a и b . Определим условия истинности высказывания $T(a, b, x, y)$, дав тем самым определение знака T , следующим образом: 1) $T(a, b, x, y) = 1$, если $(\forall a)(\exists b)(Cxy = 2)$, где Cxy есть n -значная импликация, в частности — импликация в смысле n -значного обобщения трехзначной логики Лукасевича; 2) $T(a, b, x, y) = 2$, если $(\forall a)(\forall b)(Kxy = 1)$, где Kxy есть n -значная конъюнкция; 3) $T(a, b, x, y) = 3$, если $(\forall a)(N\exists b)(Kxy = 3)$; 4) $T(a, b, x, y) = 4$ в остальных случаях. Определенный таким образом T будет связывать более одной переменной (и более одного высказывания), а также превращать высказывание в n -значное. Аналогично можно определить и другие формы T . Например, возможно такое определение: 1) $T(a, b, x, y) = i$, если $(\forall a)(\forall b)(Cxy = i + 1)$; 2) $T(a, b, x, y) = n$ в остальных случаях. Мы здесь не говорим о достоинствах и недостатках приведенных определений для каких-либо целей. Нам важно здесь просто проиллюстрировать их возможность.

В приведенном примере знаки T выступают уже не только как сокращенное обозначение наборов кванторов \forall и \exists (или их отрицаний), но наборов этих кванторов для определенных связей высказываний. И этот случай, конечно, представляет больший теоретический

интерес, так как введение сокращений, указанных в первом примере, особой проблемы не представляет.

Легко видеть, что обобщенные кванторы в определениях, иллюстрации которых приводились, выступают как сокращенное (по определению) обозначение условий истинности высказываний, содержащих переменные. Собственно говоря, таковы и классические кванторы. Но здесь эта сторона дела остается неявной в силу того, что смысл классических кванторов очевиден. Тогда как обобщенные кванторы (для случая двух и более переменных и для трех и более значений истинности) имеют смысл лишь в силу определений и такой очевидностью не обладают. Заметим, между прочим, что классический случай можно рассматривать как частный: $T^1(a, x) = (\forall a)x$, $T^2(a, x) = (\exists a)x$.

В приведенных примерах кванторы, обобщающие классические по линии числа связанных переменных, определяют через кванторы, связывающие по одной переменной каждый. Можно ли этого избежать? Допустим, что да. Возьмем некоторое высказывание z , содержащее m свободных переменных и принимающее n значений истинности в зависимости от значений переменных ($m \geq 1$, $n \geq 2$). Введем знак T такой, что включение его в z превращает его в определенное высказывание, т. е. определяет условия истинности z аналогично классическим кванторам. За счет чего это может быть достигнуто, если исключить ссылки на \forall , \exists и их отрицания? Во-первых, за счет указания на взаимоотношения высказываний внутри z , т. е. за счет ссылок на функции исчисления высказываний. Например, пусть в состав z входят высказывания u и v ; в составе определения T возможен такой фрагмент: $Tz = \kappa$ ($1 \leq \kappa \leq n$), если $F^i(u, v) = l$ ($1 \leq l \leq n$), где F^i функция исчисления высказываний. Этим путем можно определить, когда T_z принимает каждое из значений истинности $1, \dots, n$.

Но при этом возникает альтернатива: либо высказывания, через связи которых определяется T (в примере — u и v), не содержат свободных переменных, и тогда T будет указывать на то, что значения истинности T_z не зависят от свободных переменных, т. е. что таковых в высказывании нет (или при этом будут неявно предполагаться любые значения переменных), либо они содержат свободные переменные и тогда встает вопрос об условиях их истинности (в примере — встает вопрос, когда $F^i(u, v) = l$, если u или v оба содержат свободные переменные?). Здесь опять-таки либо придется указать некоторую область значений переменных, либо связывать их кванторами. В конечном итоге придется рано или поздно обратиться к кванторам, связывающим по одной переменной.

Мы только что назвали в качестве одной из возможностей указание на некоторую область значений переменных. Если учесть, что это нужно сделать для каждого из возможных $1, \dots, n$ значений истинности, то речь, очевидно, идет о классификации значений переменных. Так что поставленная выше задача определения T может быть решена, во-вторых, за счет того, что T будет выражать классификацию значений переменных. Но это выходит за рамки логики, не является логически стандартным способом связывания переменных, по самому смыслу не совпадает с функциями кванторов. Ссылка на классификацию значений переменных уместна при интерпретации n -значности высказываний с кванторами, но сама по себе не есть определение этих кванторов. Эти кванторы должны быть как-то определены (поскольку их смысл не очевиден) прежде, чем интерпретировать их n -значность как показатель деления множества значений переменных на n подмножеств.

Мы рассмотрели кванторы в их функции связывания переменных. Но суть дела с логической точки зрения заключается не просто в иллюстрации возможности введения обобщенных кванторов, а в во введении таких кванторов, для которых можно было решать задачи, аналогичные задачам исчисления высказываний. Другими словами, суть дела заключается в построении логики предикатов, удовлетворяющей определенным логическим требованиям (как это сделано, например, в работе [1]).

ЛИТЕРАТУРА

- Rosser J. B. and Turquette A. R. Many-valued logics. Amsterdam, 1952.
Зиновьев А. А., Философские проблемы многозначной логики. Москва, 1960.
-

Л. Н. МАЛКОВ

О ПОНЯТИИ «ТЕХНИКА»

Бурно протекающий в наше время научно-технический прогресс сопровождается возникновением множества новых терминов, наполнением новым содержанием ранее существовавших терминов. Научно-техническую терминологию нельзя считать вполне ясной и четкой. К ее недостаткам относится, с одной стороны, многозначность, а с другой стороны — синонимия терминов. Такое положение «нередко приводит к практическим ошибкам и способствует созданию шатких и ошибочных построений...»¹⁾.

Еще в 1933 г. при Академии наук СССР была создана специальная научная организация, занимающаяся вопросами терминологии, — Комитет технической терминологии. Комитет много сделал для научного определения технических понятий, но он не дал понятия самой техники. Между тем в литературе можно встретить самые разнообразные определения техники, а многозначность термина «техника» служит одним из источников ошибочных и искажающих истину толкований социальных аспектов технического прогресса, определений источников и движущих сил развития техники. Следовательно, для историка техники, экономиста или философа, занимающихся изучением процессов, связанных с техническим прогрессом, требуется точное определение понятия «техника». В докладе делается попытка найти такое определение.

**

Этимология термина «техника» уводит нас в античность, когда он заключал в себе понятие искусства, мастерства. Часто и в наше время понятие техника употребляется именно в таком смысле: мы говорим о технике танца, технике шахматной игры и т. д., и т. п. Такое понимание слова «техника» необходимо сразу же устранить. Нашему рассмотрению подлежит понятие техники как одного из элементов материально-производственной деятельности человека. Рассмотрим некоторые из имеющихся определений.

Примерно одинаковые определения техники даются в дореволюционных русских словарях: в «Большой энциклопедии» под редакцией Южакова (т. 18, стр. 398) и в «Энциклопедическом словаре» Граната (т. 41, стр. 658). Здесь техника определяется как «совокупность приемов» (Южаков) или как «совокупность... навыков, приемов, умений и знаний» (Гранат), то есть сводится к идеальным субъективным факторам.

Подобное характерно и для современной буржуазной социологии. Так, например, в «Философском словаре», изданном в Нью-Йорке в 1955 г., техника определяется как «совокупность принципов или рацио-

¹⁾ Руководство по разработке и упорядочению научно-технической терминологии, АН СССР, М., 1952, стр. 3.

нальный метод, включенный в производство предмета или достижения цели: знание таких принципов или методов»¹⁾).

Встречаются определения, искажающие понятие техники и в других плоскостях. Примером могут служить четыре определения техники, данные немецким философом Д. Бринкменом на Международном философском конгрессе в Брюсселе в 1953 г.: 1) «применение естественных наук», 2) «средство для достижения экономических целей», 3) «система средств, цель которых нейтральна», 4) «желание человека быть могущественным»²⁾.

В книге Н. Винера «Кибернетика» техника определяется как «собрание механических рабов для выполнения нужной человечеству работы»³⁾. Такое утверждение рабской зависимости техники от человечества может послужить основой для самых антинаучных и реакционных выводов. Ведь рабы рано или поздно восстают против рабства, и от «механических рабов» этого также можно ожидать. Так именно рассуждает, например, английский социолог Клейтер в книге «Эра роботов».

В книге «Техника и философ», вышедшей в Париже в 1958 г., П. Дюкассе пытается доказать невозможность дать единое определение техники. Но в то же время он вводит понятия «материальной техники» (машины) и «нематериальной техники» (технические методы человека), причем подчиняет «материальную технику» «нематериальной». Приведенный небольшой обзор показывает, что для определений техники в буржуазной социологии характерна абстрактность, идеализм, игнорирование материальной сущности техники.

Встречается, как это ни странно, нечто подобное и в нашей советской литературе. Можно сослаться, в качестве примера, на «Словарь иностранных слов» (1949, стр. 642), где в определение техники включены «навыки производства». С достаточным основанием может быть названо путаным определение, данное в «Словаре русского языка» (1949, стр. 842). А совсем недавно в понятие «техника» внес дополнительную путаницу А. И. Каценелинбойген в журнале «Философские науки», № 4, 1959 г. Он определяет технику как «овеществленный результат и средства производственного процесса», предлагает включать в технику свойства продуктов, технологию и даже предмет труда⁴⁾.

В соответствующей статье Большой советской энциклопедии дается весьма лаконичное определение: «Техника — средства труда, развивающиеся в системе общественного производства»⁵⁾. Достаточность и точность такого определения вызывают сомнения, но об этом несколько ниже. Но в статье, кроме этого, говорится: «Термин «техника» служит для обозначения совокупности отношений человека к природе в процессе производства с включением в это понятие не только средств труда, но и процесса воздействия средств труда на предмет труда»⁶⁾.

Такое толкование, как и определение А. И. Каценелинбойгена, вызывает необходимость разобраться в соотношении понятия «техника» с близким к нему понятием «технология». Это соотношение рассматривалось нашими учеными, например профессором А. А. Зворыкиным, являющимся одним из лучших знатоков истории техники, давно занимающимся разработкой научного определения техники. А. А. Зворыкин в ряде работ указывает на необходимость различать понятия «техника» и

¹⁾ Цит. по книге Г. В. Осипова «Техника и общественный прогресс». М., 1959, стр. 77.

²⁾ Там же, стр. 76–77.

³⁾ Н. Винер, Кибернетика, 1958, стр. 43.

⁴⁾ См. А. И. Каценелинбойген, Технический прогресс и его влияние на культурно-технический уровень рабочих. «Философские науки», 1959, № 4, стр. 15.

⁵⁾ Большая советская энциклопедия, т. 42, стр. 382.

⁶⁾ Там же.

«технология», считает понятие «технология» более широким, чем понятие «техника».

«Средства труда, — пишет проф. Зворыкин, — взятые в связи с целесообразной деятельностью и с объектом труда, характеризуют более широкое явление, для которого более подходит термин «технология»¹⁾).

«Определяя понятие техники, — говорится в другой работе Зворыкина, — нередко отождествляют с нею технологию или во всяком случае включают технологию в технику. Это неверно...»²⁾).

Много ценнейших указаний по вопросу о технологии имеется в произведениях К. Маркса, особенно в «Капитале», в некоторых письмах, в тетрадях конспектов по технологии. «Технология, — говорится в «Капитале», — раскрывает активное отношение человека к природе, непосредственный процесс производства его жизни, а вместе с тем и его общественных условий жизни и простирающихся из них духовных представлений»³⁾. А в письме к Энгельсу от 28 января 1863 г. Маркс включает в понятие технологии и математические законы и сами технические реальности. Вот эти широко известные слова Маркса: «С технологией у меня та же история, что и с языком. Математические законы я понимаю, а простейшая техническая реальность, связанная с наглядным представлением, дается мне труднее, чем самому большому тупице»⁴⁾).

Приведенные здесь, да и многие другие высказывания Маркса, позволяют считать, что он применял понятие «технология» в самом широком смысле. Маркс понимал, очевидно, под технологией науку как о самих средствах труда, так и, прежде всего, о процессах их связи, их взаимодействия с предметами труда. В таком широком толковании технология включает в себя технику, но никак не наоборот, вопреки БСЭ, Каценелнбойгену и др. Что же касается технологии в более узком смысле этого понятия, то есть технологии практической, технологии производственных процессов, то она может быть условно включена в технику. При изучении истории техники, при исследовании закономерностей ее развития не следует избегать такого «включения» или, точнее, нераздельного рассмотрения технологии с техникой. Как можно говорить, например, о доменной печи или о горном комбайне без одновременного рассмотрения тех производственных операций, или процессов, звеньями которых они являются. Но это не исключает, а предполагает необходимость строгого научного разграничения понятий «техника» и «технология», признания большей широты последнего из этих понятий.

Для определения понятия «техника» следует, далее, установить, к какой группе явлений относится техника, можно ли ее считать одним из явлений общественной жизни. Против такого понимания техники иногда возражают и ссылаются при этом на Маркса. К. Маркс говорит в 13 главе I тома «Капитала» об «естественной технологии», об образовании «растительных и животных органов, которые играют роль орудий производства в жизни животных и растений». Но вслед за этим Маркс указывает на особое значение «производственных органов общественного человека... Этого материального базиса каждой особой общественной организации...»⁵⁾. Маркс сравнивает, таким образом, некоторые растительные и животные органы с орудиями производства, но выделяет последние из области явлений природы и относит их к общественному человеку, к материальному базису общества.

1) История техники, выпуск 1, 1953, стр. 34.

2) А. А. Зворыкин, О некоторых вопросах истории техники. «Вопросы философии», 1953, № 6, стр. 34.

3) К. Маркс, Капитал, т. 1, 1952, стр. 378, прим. 89.

4) К. Маркс и Ф. Энгельс, Избранные письма, 1947, стр. 136.

5) К. Маркс, Капитал, т. 1, 1952, стр. 378, прим. 89.

Но относя орудия производства и технику вообще к явлениям общественной жизни, мы не должны упускать из вида неразрывную связь, существующую между техникой и природой. Иначе, как из предметов природы не могут возникнуть орудия производства. Природа, земля, по выражению Маркса, являются «первоначальным арсеналом средств труда». Именно из этой кладовой, из этого арсенала черпает человек орудия своей производственной деятельности.

«Предмет, данный самой природой, — пишет Маркс в «Капитале», — становится органом его деятельности, органом, который он присоединяет к органам своего тела, удлиняя таким образом, вопреки библии, естественные размеры последнего»¹). Но предмет природы становится органом человеческой деятельности не прямо и непосредственно, не в чистом природном виде, а лишь в результате его обработки человеческим трудом. Камень, поднятый с земли и используемый для разбивания ореха, коренным образом отличается от осколка камня, полученного в результате его раздавливания другим камнем и используемого для осклабления шкуры убитого животного. Первый еще не является орудием человеческой деятельности, второй — является. Именно такие предметы природы, профильтрованные, преобразованные человеческим трудом и превращенные в орудия трудовой деятельности, должны быть включены в понятие «техника».

Кроме предметов природы, в процессе человеческой деятельности используются и силы природы: сила падающей воды, сила ветра, энергия солнечной радиации и т. д. Но силы природы не овеществляются человеческим трудом, а лишь обуздываются им и используются для преобразования предметов природы. Существенно различны, на наш взгляд, в этом отношении вода, вращающая ротор гидротурбины, и вода, размывающая и транспортирующая уголь в гидрошахте; воздух, используемый в ветродвигателе, и воздух, работающий в отбойном молотке или прижимающий тормозную колодку. В первом случае вода и воздух остаются стихийными силами природы, поставленными трудом на службу человеку, и не являются техникой. Во втором случае вода и воздух являются предметами природы, преобразованными человеческим трудом и превращенными в орудия труда. В этом случае они вполне подходят под понятие «техника», становятся элементами техники. Таким образом, мы можем сказать: природа — мать техники, а труд — ее отец! И эту генетическую связь техники с природой не следует терять из вида.

Можно ли, однако, исчерпать понятие «техника» совокупностью орудий труда, орудий производства, создаваемых трудом из предметов самой природы? Такое отождествление встречается в некоторых определениях техники, но его нельзя признать правильным. Орудия производства, механические средства труда Маркс называет «костной и мускульной системой производства». Они безусловно являются главным элементом техники. Но техника современна, а тем более техника будущего совершенно невозможна без таких средств труда, которые Маркс называл «сосудистой системой производства»²). Сюда относятся различного рода сосуды для хранения предметов труда (бункеры, цистерны, газгольдеры, бочки, баллоны и т. д.), сюда относятся и различные сооружения для транспортировки материалов и энергии (трубопроводы, линии электропередачи и т. д.). Выходит, что техника включает в себя не только орудия труда, но и другие средства труда. Но можно ли на этом основании поставить знак равенства между техникой и средствами труда? Отождествление этих двух понятий характерно для многих определений техники. Так, например, в курсе «Истории техники» Белькинда и др.

¹) К. Маркс, Капитал, т. I, 1952, стр. 186.

²) См. К. Маркс, Капитал, т. I, стр. 187.

имеется такое определение: «Техника есть совокупность средств труда, создаваемых человеком на основе познания законов природы для того, чтобы направлять энергию природы на ее вещество с целью производства материальных благ»¹⁾).

Близко примыкает к этому определению техники, данное в недавно вышедшей, очень интересной и полезной книге Г. В. Осипова «Техника и общественный прогресс». Вот это определение: «Техника есть вся совокупность средств труда, создаваемых человеком на основе познания свойств и законов природы для удовлетворения определенных материальных потребностей, совокупность средств труда, находящихся в конкретно-исторической системе общественного производства»²⁾).

Отождествляется со средствами труда техника и в Большой советской энциклопедии. Правда, там указывается на наличие более широкого понимания средств труда и приводится соответствующая цитата из «Капитала». Но именно это, данное Марксом определение средств труда и говорит о том, что никак нельзя отождествлять с ними технику. Приведем полностью эту цитату: «Кроме тех вещей, — пишет Маркс, — посредством которых труд воздействует на предмет труда и которые поэтому так или иначе служат проводниками его деятельности, в более широком смысле к средствам труда относятся все материальные условия, необходимые для того, чтобы процесс мог вообще совершаться. Прямо они не входят в него, но без них он или совершенно невозможен, или может происходить лишь в несовершенном виде. Такого рода всеобщим средством труда является опять-таки земля, потому что она дает рабочему *locus standi* (место, на котором он стоит), а его процессу — сферу действия (*field of employment*). Примером этого же рода средств труда, но уже предварительно подвергшихся процессу труда, могут служить рабочие здания, каналы, дороги и т. д.»³⁾.

Таким образом, если мы будем определять технику как совокупность средств труда, то нам придется назвать именем «техника» не только здания, каналы, дороги, но и землю!

Следовательно, понятие «техника» уже, чем понятие «средства труда», хотя и шире понятия «орудия труда», «орудия производства».

Тем более нельзя смешивать технику со средствами производства. Это еще более широкое понятие, так как средства производства представляют собой совокупность средств и предметов труда.

Очень важно, наконец, для определения техники выяснить ее отношение к производительным силам общества. Это отношение видно совершенно отчетливо и ясно: техника входит в состав средств труда, используемых людьми для производства материальных благ и является, таким образом, одной из составных частей производительных сил общества.

Во всех рассмотренных связях и отношениях совершенно правильным и четким является определение, данное в «Кратком экономическом словаре». «Техника — совокупность орудий и других средств труда, посредством которых общество добывает и перерабатывает продукты природы для удовлетворения своих потребностей, одна из составных частей производительных сил общества»⁴⁾).

Это определение можно было бы принять, но оно не указывает на родственную связь техники с природой, на происхождение самой техники, на динамическое взаимодействие техники и природы. Кроме того, здесь утверждается, что техника используется обществом для удовлет-

¹⁾ А. Д. Белькинд, П. Я. Конфедератов, Я. А. Штернберг, История техники, 1956, стр. 12.

²⁾ Г. В. Осипов, Техника и общественный прогресс, 1959, стр. 95.

³⁾ К. Маркс, Капитал, 1952, стр. 187.

⁴⁾ Краткий экономический словарь, 1959, стр. 333.

ворения его потребностей, а это по меньшей мере не совсем точно, если иметь в виду антагонистические формации.

Все вышеизложенное позволяет предложить следующее развернутое определение техники:

Техника есть совокупность предметов природы, преобразованных человеческим трудом и направляемых на предметы и силы природы с целью их подчинения и использования. Техника является одним из элементов производительных сил общества. В состав техники входят орудия производства, а также другие средства труда, через которые человек воздействует на предмет труда.

И. С. АВРААМОВ, А. П. ИНЕШИН

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Введение

В настоящее время происходит широкое использование технической логики в теории и практике систем автоматического управления.

Развитие дискретных систем управления привело к развитию научных методов логики и в особенности логических исчислений, дающих возможность производить синтез систем автоматического управления.

Современные автоматические устройства, управляющие сложными производственными процессами, должны работать либо по жесткой программе, заданной человеком, либо сами должны частично или полностью вырабатывать программу работы, производя управление по оптимальному режиму.

В настоящее время происходит первый этап комплексной автоматизации, когда на автоматическое и программное управление переводятся наиболее важные участки производства или механизмов, дающие наибольший экономический эффект, улучшение условий труда и т. д. Такая избирательная автоматизация должна производиться как часть комплексной автоматизации.

Современные механизмы, как правило, уже имеют непрерывные системы автоматического регулирования, которые улучшают характеристики системы, делают управление более тонким и производительным. В большинстве случаев управление такими системами производится либо человеком, либо посредством жесткой программы, заложенной в структуру схемы или в отдельное устройство, где она может изменяться по мере надобности.

Однако системы управления с жесткой программой уже в настоящее время не удовлетворяют требованиям повышения производительности труда. Современные системы автоматического управления должны строиться по принципу самонастраивающихся и самосовершенствующихся систем с развивающейся внутренней памятью. Такие системы для конкретных случаев производят управление точнее, быстрее и эффективнее человека, поскольку они могут учесть большее количество разнообразных факторов, изменяющихся в процессе управления данным механизмом, а также могут использовать информацию о работе соседних механизмов и всего производственного цикла в целом.

На последних этапах комплексной автоматизации управление всем производственным циклом будет производиться универсальными цифровыми вычислительными машинами, в то время как управление отдельными механизмами будет производиться специализированными вычислительными устройствами. Такие вычислительные устройства должны сочетать простоту, исключительную надежность и эффективность управ-

слительное устройство должно осуществить переход на ползучую скорость и, не доходя до точки точного останова, подать команду «Стоп». По условиям технологии расположение точек точного останова может изменяться, поэтому вычислительное устройство должно измерять путь в относительных отрезках, не связанных с масштабом пути. Этим требованиям удовлетворяет система измерения пути бесконтактным фотоэлектрическим датчиком, установленным на механизме. Для транспортных механизмов вдоль пути пробега механизма в точках точного останова установлены штыри. При прохождении штыря механизмом срабатывает фотоэлектрический датчик и посылает импульс в вычислительное устрой-

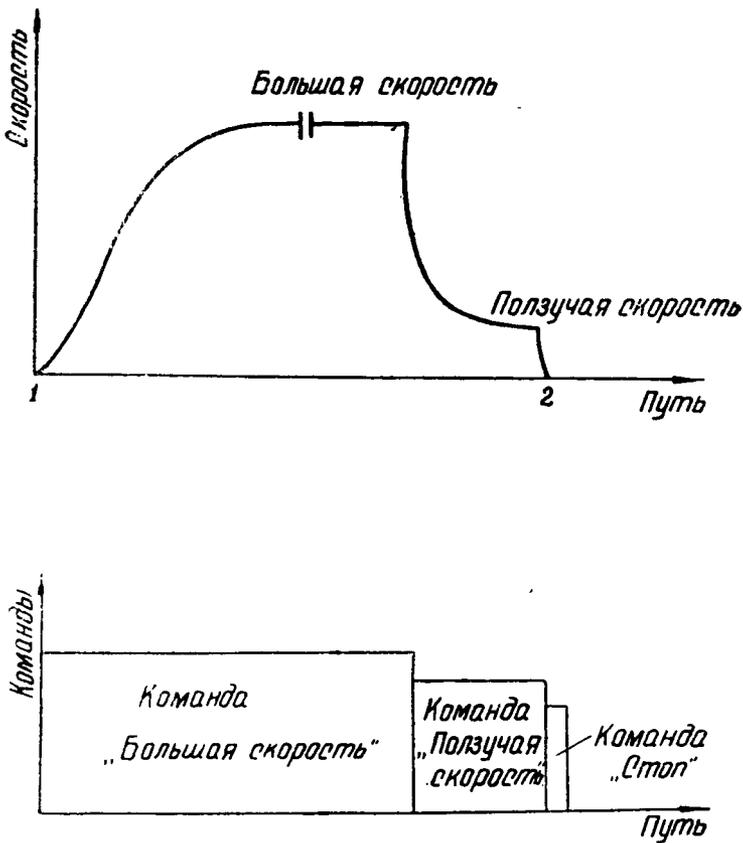


Рис. 2. График движения механизма при автоматическом управлении.

ство. Таким образом, измерение пути сводится к подсчету штырей, которые могут быть установлены в нужных местах. Осуществление обратной связи по механизму исключает ошибки измерения пути, возникающие вследствие буксования и юза, что происходило бы, если датчик обратной связи был бы связан непосредственно с исполнительным двигателем механизма. Для механизмов, в которых буксование и юз отсутствуют (нажимное устройство прокатного стана) датчик обратной связи устанавливается на валу двигателя.

Информация о пройденном пути с помощью датчика обратной связи считывается в запоминающее устройство текущего положения механизма и хранится там, как координата текущего положения. Запоминающее

устройство текущего положения представляет собой двоичный реверсивный счетчик. Настройка счетчика на операции суммирования или вычитания, в зависимости от направления движения механизма, производится ячейкой знака, управляемой, в свою очередь, воспринимающими элементами «Вперед» и «Назад».

Такой способ обеспечивает правильное считывание информации по текущему положению механизма также и при ручном управлении, что обеспечивает подготовку необходимых данных для последующей автоматической работы.

Координата точки точного останова, закодированная в виде команды полуавтоматического управления, после расшифровки дешифратором поступает на считывающее устройство и далее в запоминающее устройство координат точек точного останова.

Считывающее устройство представляет собой диодную сетку, которая в соответствии с принятым кодом точек точного останова распределяет импульс команды на соответствующие входы триггерных ячеек запоминающего устройства координат точек точного останова механизма. Информация о текущем и заданном положении механизма поступает в вычислительное устройство, в котором в результате сравнения координат текущего и заданного положения вырабатываются команды «Вперед» или «Назад» и «Стоп». Команды «Большая» или «Ползучая» скорости вырабатываются в результате сравнения оставшегося пути с заданной уставкой перехода на ползучую скорость. Вычислительное устройство является устройством логического действия и состоит из логических элементов «или», «и», «нет».

На пульте управления командо-аппараты полуавтоматического и программного управления соединяются со схемой шифратора последовательно через нулевое положение командо-аппаратов ручного управления. Такое соединение обеспечивает отдельную передачу команд ручного полуавтоматического и программного управления, причем команды ручного управления могут быть переданы в любой момент, а команды полуавтоматического и программного управления только при предварительной установке на нуль командо-аппаратов ручного управления.

Такая блокировка дает возможность отдельного управления механизмом либо командо-аппаратами ручного управления, либо системой полуавтоматического или программного управления.

При передаче команды полуавтоматического и программного управления срабатывает устройство фиксации этой команды, которое подключает выход вычислительного устройства к тому же блоку воспринимающих элементов, одновременно преобразуя потенциальную форму выработанной команды в импульсную.

Рассмотренная система спроектирована для 8 точек точного останова, поэтому в качестве запоминающих устройств использовались трехразрядные триггерные счетчики, работающие на двоичном рефлексном коде.

Синтез вычислительного устройства производился матричным методом [1]. На рис. 3 представлена матрица, с помощью которой производился синтез узлов вычислительного устройства, вырабатывающих команды: «Стоп», «Ползучая скорость» (при уставке перехода на ползучую скорость в единицу пути), «Вперед» и «Назад». Команда «Большая скорость» вырабатывалась как инверсия команды «Ползучая скорость» и блокировалась с командой «Стоп».

Матрицы составляются на основе известной работы двоичных счетчиков для всех комбинаций их состояний, число которых соответствует числу всех клеток матрицы. Клетки матрицы для данной команды по-

мечаются. Далее записываются в символической форме состояния помеченных клеток матрицы в функции переменных разрядов счетчиков.

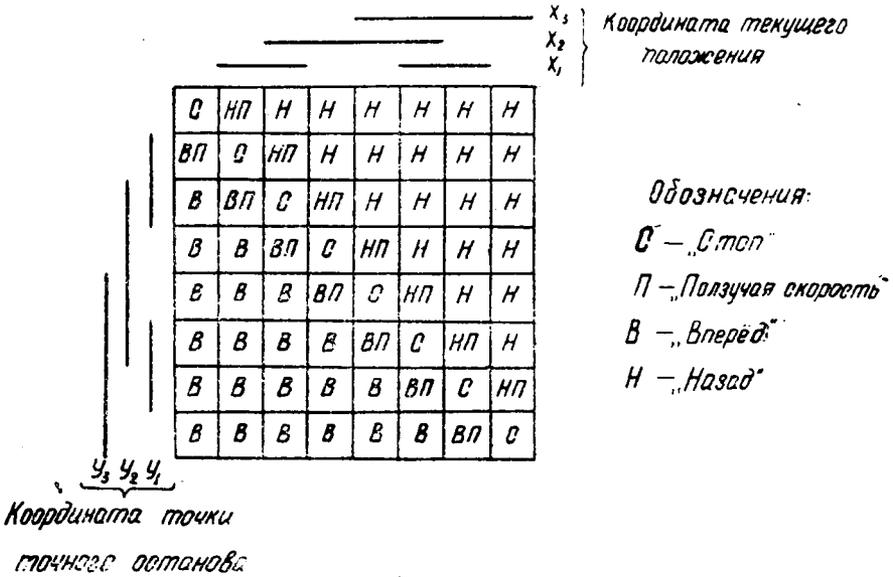


Рис. 3. Матрица, с помощью которой производится синтез узлов вычислительного устройства.

Например, для схемы выработки команды «Стоп» записываем:

$$\begin{aligned}
 & + \overline{y_1} \cdot \overline{y_2} \cdot \overline{y_3} \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \\
 & + y_1 \cdot \overline{y_2} \cdot \overline{y_3} \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \\
 & + y_1 \cdot y_2 \cdot \overline{y_3} \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \\
 & + \overline{y_1} \cdot y_2 \cdot \overline{y_3} \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \\
 & + \overline{y_1} \cdot y_2 \cdot y_3 \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \\
 & + y_1 \cdot y_2 \cdot y_3 \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \\
 & + y_1 \cdot \overline{y_2} \cdot y_3 \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} \\
 & + \overline{y_1} \cdot \overline{y_2} \cdot y_3 \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} = \overline{y_3} \cdot \overline{x_3} [\overline{y_2} \cdot \overline{x_2} (y_1 \overline{x_1} + \overline{y_1} \cdot \overline{x_1}) + \\
 & + y_2 \cdot x_2 (y_1 \overline{x_1} + \overline{y_1} \cdot \overline{x_1})] + y_3 \cdot x_3 [\overline{y_2} \cdot \overline{x_2} (y_1 \overline{x_1} + \overline{y_1} \cdot \overline{x_1}) + y_2 \cdot x_2 (y_1 \overline{x_1} + \overline{y_1} \cdot \overline{x_1})] = \\
 & = (y_1 \overline{x_1} + \overline{y_1} \cdot \overline{x_1}) (y_2 \overline{x_2} + \overline{y_2} \cdot \overline{x_2}) (y_3 \overline{x_3} + \overline{y_3} \cdot \overline{x_3}). \tag{1}
 \end{aligned}$$

В результате минимизации получены поразрядные схемы двойных вентилей, соединенные в схему совпадения.

На рис. 4 и 5 показаны логическая и принципиальная схемы узла выработки команды «Стоп», соответствующая уравнению (1).

Синтез и минимизация узлов схем выработки команд «Ползучая скорость», «Вперед» и «Назад» производится аналогичным способом.

Поскольку задача минимизации решается без особенностей элементов, из которых реализуется схема, то для обеспечения надежной работы необходимо производиться учет их. Применяемые полупроводниковые

диоды и триоды, а также ферриты имеют следующие особенности, которые необходимо учитывать при проектировании:

1. Ограниченная нагрузочная способность элементов особенно характерна для пассивных схем. Поэтому следует избегать многоступенчатых диодных схем или необходимо прибегать к восстановлению сигнала с помощью дополнительных усилителей. Эта особенность учтена в схеме выработки команды «Стоп» (рис. 5), где выходная схема совпадения выполнена на полупроводниковых триодах.

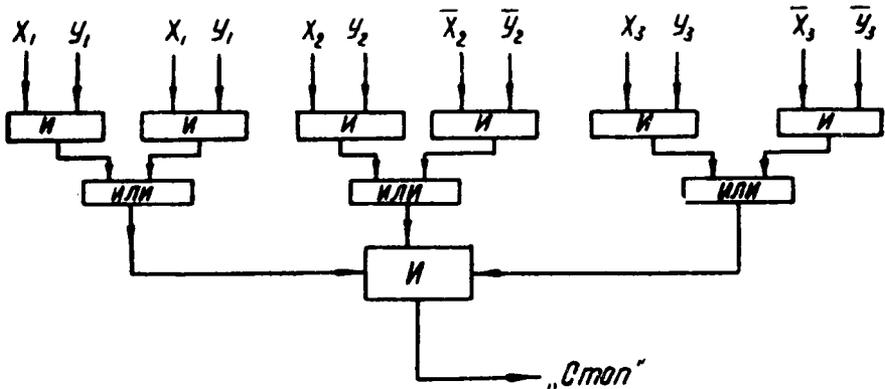


Рис. 4. Логическая схема узла выработки команды «Стоп».

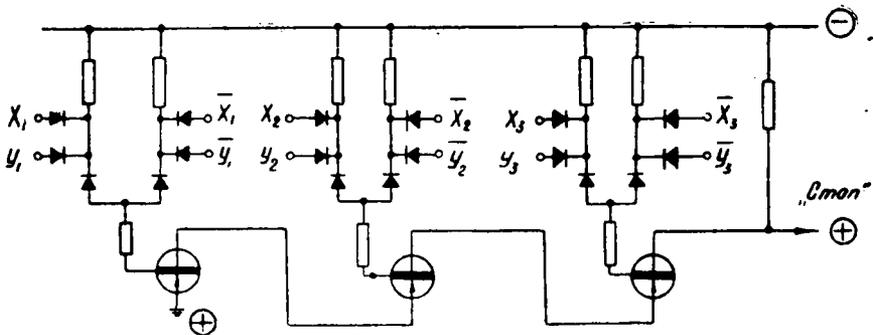


Рис. 5. Принципиальная схема узла выработки команды «Стоп».

2. Каждый логический элемент создает определенное запаздывание, особенно характерное для ферромагнитных элементов, что может привести к возникновению ложных сигналов, если не предусмотреть специальных элементов задержки уравнивающих величины запаздывания в различных ветвях логической схемы.

Использование технической логики для целей повышения надежности схем

Минимизация схем с учетом особенностей элементов является необходимым первоначальным этапом повышения надежности работы схемы. Техническая логика используется также для анализа надежности работы устройств, в этом случае она называется вероятностной логикой.

Любой элемент схемы статически подвержен возможности отказа в работе, поэтому выход элемента из строя должен рассматриваться, как возможный вариант работы схемы. Поскольку схема содержит несколь-

ко разновидностей элементов, каждая из которых имеет примерно определенный запас надежности, оцениваемый по статическим данным их эксплуатации, то синтез схем целесообразно вести из условия минимума использования ненадежных элементов. Как известно, полупроводниковые диоды имеют гораздо большую степень надежности, чем триоды, а поэтому следует шире применять диодные схемы, в частности диодно-трансформаторные схемы, обладающие по сравнению с диодно-реостатными меньшим коэффициентом затухания сигнала. Элементы схем, содержащие триоды, принято называть активными (триггерные ячейки, различные типы мультивибраторов, усилителей и т. д.); элементы, не содержащие триодов, — пассивными (диодные логические элементы и прочее).

В первую очередь необходимо повышать надежность активных элементов. Задача синтеза надежных схем из ненадежных элементов может решаться путем включения в схемы избыточных элементов, применяя при этом методы технической логики.

Увеличение избыточности схем может идти следующими путями:

- 1) развитие в схемах обратных связей и специальных схем контроля, поиска и устранения повреждений;
- 2) включение в схемы избыточных дублирующих элементов и узлов схем.

В качестве избыточных элементов желательно использовать более надежные пассивные элементы, увеличение числа которых улучшает условия работы активных элементов.

Синтез надежных схем также должен производиться с учетом особенностей элементов, путем правильного выбора режима их работы (переход от обычного двоичного кода к рефлексному; замена емкостных связей реостатными; включение элементов, восстанавливающих нормальный уровень сигнала, введением стабилизирующих связей и т. д.).

От специализированных вычислительных устройств, предназначенных для работы в производственных условиях, характеризующихся непрерывной работой, высоким уровнем помех, вибрацией, повышенной температурой и т. д., главным образом требуется обеспечение высокой надежности.

Важной и широко распространенной составной частью вычислительных устройств являются различные пересчетные схемы, как правило, работающие с пониженной скоростью счета.

Обычные двоичные счетчики, представляющие собой последовательную цепочку триггерных ячеек, связанных между собой емкостными связями, предназначены для счета быстрых импульсов и предъявляют повышенные требования к крутизне фронта переходящего сигнала. Работа таких счетчиков зависит от переходных процессов при последовательном поразрядном переносе сигнала; триггерные ячейки не имеют дополнительных стабилизирующих связей, что делает их чувствительными к импульсным помехам.

Для работы в стационарном режиме при счете периодических импульсов разработана схема кольцевого счетчика [2], в которой наряду с импульсами информации подаются вспомогательные синхронизирующие импульсы. Работа схемы в значительной степени не зависит от формы входных импульсов, но схема отличается сложностью, предназначена для очень точной работы с жесткой синхронизацией и не имеет дополнительных стабилизирующих связей для защиты от импульсных помех.

Счетные цепочки повышенной надежности описаны в [3] и являются бесконтактным аналогом релейных счетных устройств. В рассматриваемых счетчиках между триггерными ячейками используются реостатные связи на постоянном токе, что устраняет различные зависимости, связанные с частотой и формой поступающих импульсов, а также сохра-

няет положительные качества релейных схем, что позволяет рассматривать счетную цепочку как чисто переключающееся устройство. Счетные цепочки В. Н. Родина построены по типу переключателя фиксатора и по существу еще не приспособлены для двоичного счета, а также не имеют дополнительных элементов защиты от импульсных помех. Построение счетных цепочек большой емкости ограничивается мощностью используемых триодов.

Рассмотренным вариантам счетных устройств присущи следующие основные недостатки: сложность устройства и ненадежность работы при высоком уровне импульсных помех.

Для работы в специализированных вычислительных устройствах промышленного назначения нами была разработана схема двоичного счетчика, предназначенная для счета медленных импульсов при высоком уровне импульсных промышленных помех. Такой счетчик используется в схеме следящей системы для механизмов с точной остановкой, представленной на рис. 1.

Рассмотрим синтез нереверсивного счетчика емкостью в три двоичных разряда. Если работа обычного двоичного счетчика, работающего по обычной двоичной системе, связана с переполнением разрядов и переносом импульса сигнала, то для повышения надежности работу двоичного счетчика необходимо строить на основе рефлексного двоичного кода. Так как при поступлении импульса сигнала каждый раз срабатывает одна триггерная ячейка, то это дает возможность произвести переключение ячейки в функции состояния остальных ячеек. Простейшая логическая схема контроля работы счетчика по принципу «Чет-нечет», контролирующая для обычного счетчика лишь работу триггерной ячейки первого разряда, в случае рефлексного счетчика позволит контролировать все его состояния, то есть работу всех триггерных ячеек.

Для повышения надежности работы рефлексного счетчика связи между триггерными ячейками, используемые для управления ими, следует сделать реостатными. Это позволит увеличить длительность сигнала, воздействующего на переключаемую ячейку до времени, равного периоду поступающих импульсов.

Для преобразования импульсной формы сигнала в потенциальную, необходимую для нормальной работы счетчика на реостатных связях, применяется воспринимающий элемент. В качестве воспринимающего элемента может быть использована обычная триггерная ячейка со счет-

Таблица 1

Сигнал С	Поразрядные состояния счетчика		
	x_3	x_2	x_1
0	0	0	0
1	0	0	1
0	0	1	1
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1
0	1	0	1
1	1	0	0

ным входом или релейное устройство, преобразующее входные импульсы в уровни напряжения сигнала и его инверсии.

Применение в качестве воспринимающего элемента устройства релейного действия, обладающего определенной инерционностью и способного отделять полезный импульс от помехи, осуществляет защиту входа счетчика от импульсных помех.

В таблице 1 записана работа трехразрядного рефлексного счетчика. С помощью таблицы записываем условия включения и отключения триггерных ячеек:

$$x_1 = c \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + c \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (2)$$

$$\bar{x}_1 = c \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 + c \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3, \quad (3)$$

$$x_2 = \bar{c} \cdot x_1 \cdot \bar{x}_3, \quad (4)$$

$$\bar{x}_2 = \bar{c} \cdot x_1 \cdot x_3, \quad (5)$$

$$x_3 = \bar{c} \cdot \bar{x}_1 \cdot x_2, \quad (6)$$

$$\bar{x}_3 = \bar{c} \cdot x_1 \cdot \bar{x}_2. \quad (7)$$

На рис. 6 и 7 представлены логическая и принципиальная схемы счетчика, составленные согласно полученным логическим уравнениям (2, 3, 4, 5, 6, 7).

Для защиты триггерных ячеек от импульсных помех, проникающих в счетчик с его нагрузки, каждая триггерная ячейка имеет дополнительную стабилизирующую связь в виде емкости «С», включенной между базами триодов триггера и выполняющую роль гибкой отрицательной обратной связи.

Величина емкости «С» определяется экспериментально и зависит от частоты импульсов счета. По данным испытания следящей системы дискретного действия величина емкости «С» составляла 1,0 мкф при частоте импульсов датчика обратной связи порядка нескольких десятков герц.

Синтез трехразрядного реверсивного счетчика производится на основании таблицы его состояний (табл. 2).

С помощью табл. 2 записываем условия включения и отключения триггерных ячеек для обоих направлений счета:

$$x_1 = c \cdot b \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + c \cdot b \cdot x_2 \cdot x_3 + \bar{c} \cdot n \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + \bar{c} \cdot n \cdot x_2 \cdot x_3, \quad (8)$$

$$\bar{x}_1 = c \cdot b \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 + c \cdot b \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 + \bar{c} \cdot n \cdot x_2 \cdot x_3 + \bar{c} \cdot n \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3, \quad (9)$$

$$x_2 = \bar{c} \cdot b \cdot x_1 \cdot \bar{x}_3 + c \cdot n \cdot x_1 \cdot x_3, \quad (10)$$

$$\bar{x}_2 = \bar{c} \cdot b \cdot x_1 \cdot x_3 + c \cdot n \cdot x_1 \cdot \bar{x}_3, \quad (11)$$

$$x_3 = \bar{c} \cdot b \cdot \bar{x}_1 \cdot x_2 + c \cdot n \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2, \quad (12)$$

$$\bar{x}_3 = \bar{c} \cdot b \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 + c \cdot n \cdot \bar{x}_1 \cdot x_2. \quad (13)$$

Логическая схема представлена на рис. 8.

Из произведенного синтеза схем трехразрядных рефлексных реверсивного и нереверсивного счетчиков следует, что при увеличении числа разрядов сложность схемы значительно возрастает, поскольку для переключения каждой ячейки требуются обратные связи со всеми остальными ячейками. Поэтому счетчики большой емкости следует строить из

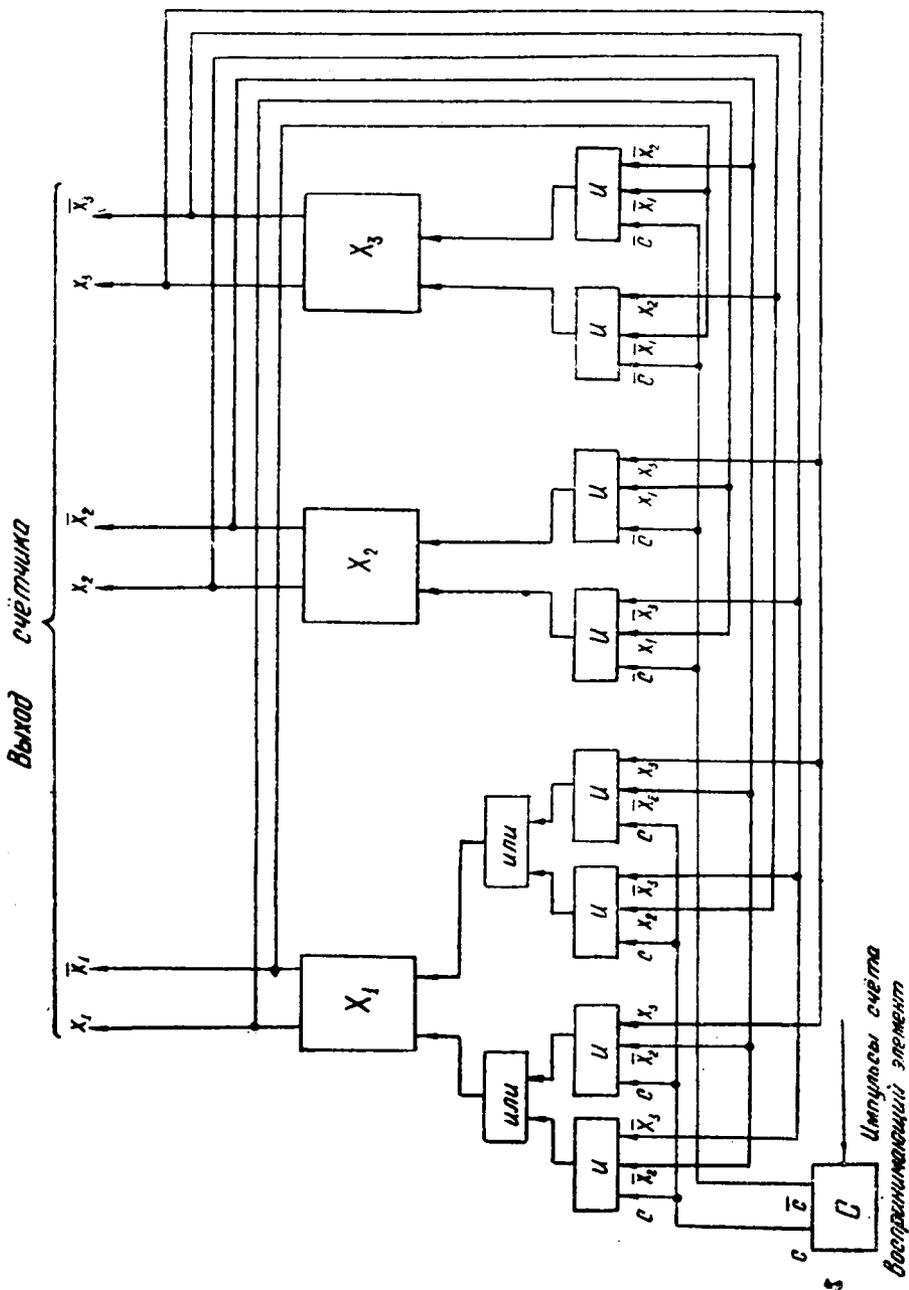
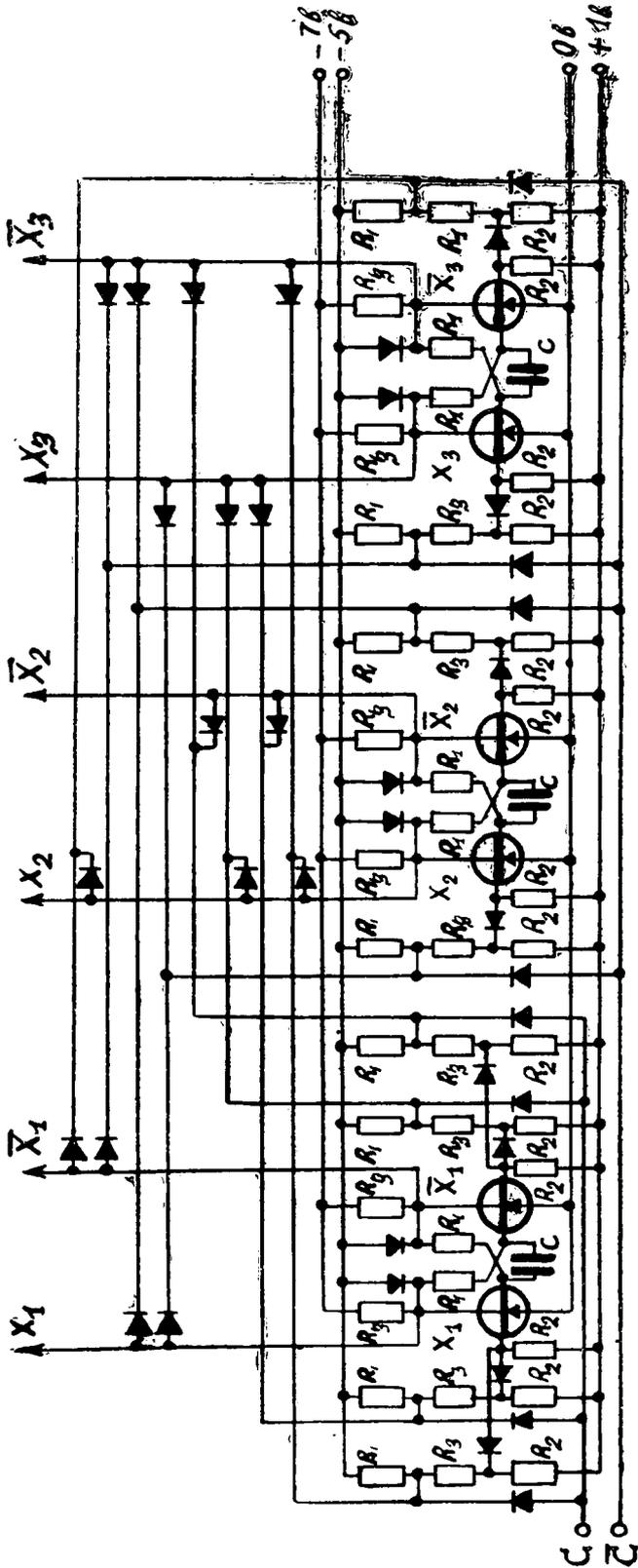


Рис. 6. Логическая схема трехразрядного рефлексного неперевснвного счѣтника.



Диоды: Д2Е; триоды П1А ($\beta = 20 \div 40$); $R_1 = 91 \text{ к}$; $R_2 = 51 \text{ к}$; $R_3 = 24 \text{ к}$; $C = 0,1 \div 1,0 \text{ мкф}$;

Рис. 7. Принципиальная схема трехразрядного рефлексного неперевсяного счетчика.

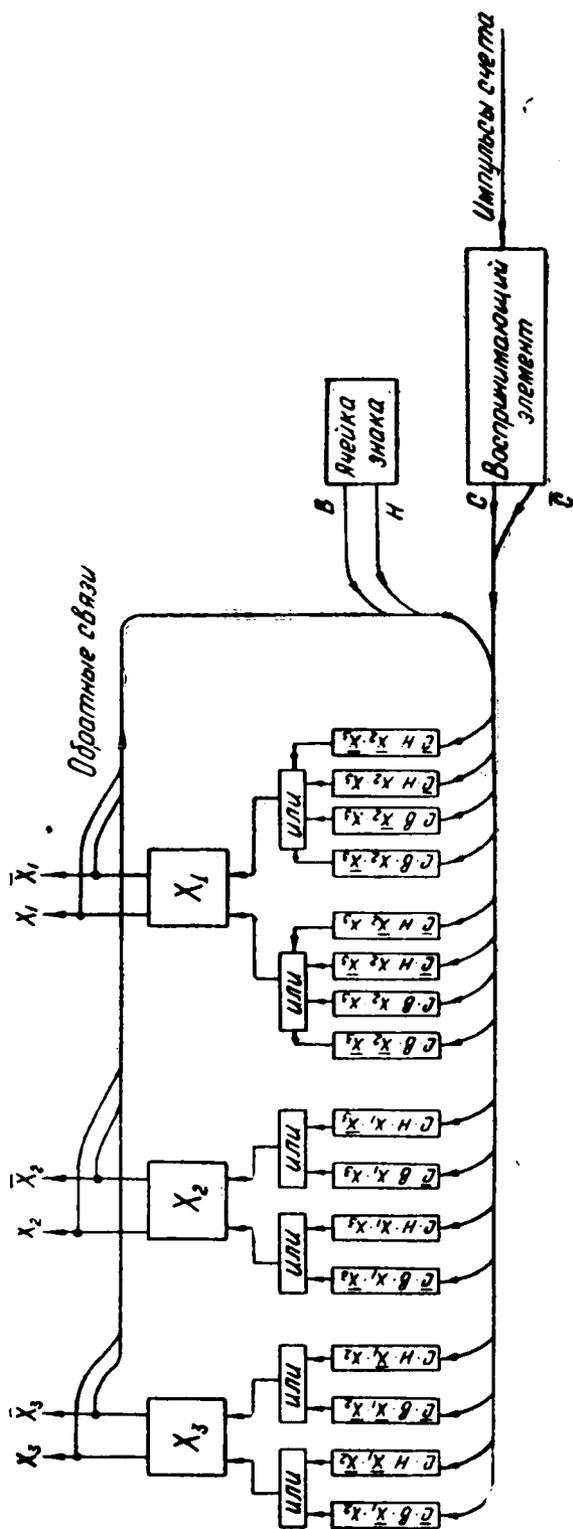


Рис. 8. Логическая схема трехразрядного реверсивного рефлексного сетчика на остататных связях.

Таблица 2

№№ пп	Сигнал	Направление счета		Поразрядные состояния счетчика		
		вперед (сумма)	назад (разность)	x ₃	x ₂	x ₁
		с	в			
1	0	1	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	1
3	0	1	0	0	1	1
4	1	1	0	0	1	0
5	0	1	0	1	1	0
6	1	1	0	1	1	1
7	0	1	0	1	0	1
8	1	1	0	1	0	0
9	0	1	0	0	0	0
10	1	0	1	1	0	0
11	0	0	1	1	0	1
12	1	0	1	1	1	1
13	0	0	1	1	1	0
14	1	0	1	0	1	0
15	0	0	1	0	1	1
16	1	0	1	0	0	1
17	0	0	1	0	0	0

последовательно соединенных групп счетчиков меньшей емкости. Наименьшее число элементов будет при группах, состоящих из двух разрядных счетчиков. Второй разряд каждой группы является воспринимающим элементом для последующей группы. На рис. 9 показана логическая схема счетчика большой емкости, составленная из групп двухразрядных счетчиков. В общем виде емкость такого счетчика определяется уравнением (14).

$$N = 2^{\binom{n}{2}}, \quad (14)$$

где N — емкость счетчика, n — количество триггерных разрядов.

Кроме изложенных способов повышения надежности работы схем на основе развитых обратных связей и увеличения числа пассивных элементов, известен способ дублирования узлов и схем в целом [4]. Особенность указанного способа заключается в том, что входные сигналы направляются одновременно в несколько тождественных схем. Выходные сигналы направляются в общее устройство, которое выдает результат, соответствующий большинству сигналов схем. Однако такой способ повышения надежности является исключительно сложным.

Используя метод дублирования для увеличения надежности, целесообразнее производить дублирование не схем и отдельных узлов, а самих ненадежных элементов. Необходимо учитывать конкретные причины и проявления неисправностей, не допуская искажения принятых уровней сигнала. При этом в переключающихся схемах с реостатными связями, где сигнал, подаваемый на элемент, имеет потенциальную форму и вырабатывается независимо от состояния переключаемого элемента, при помощи логической схемы можно производить сравнение входного и выходного сигналов. Логическая схема в результате сравнения

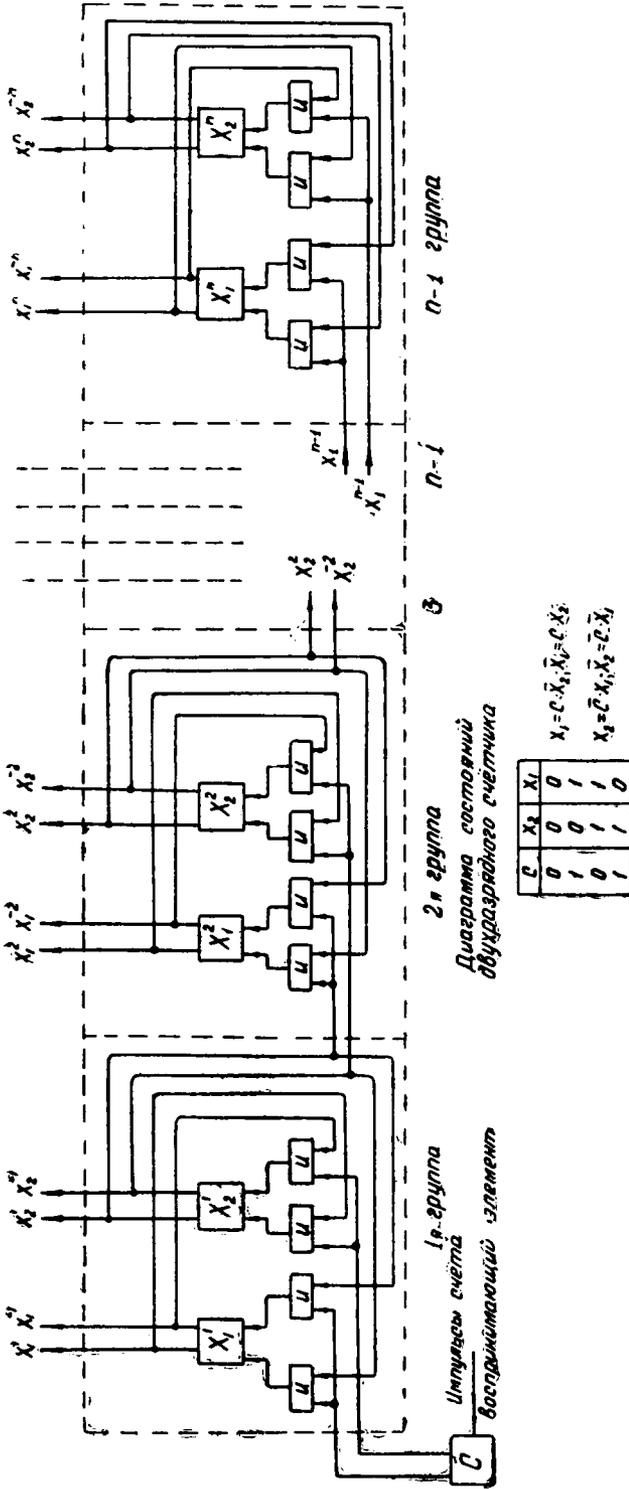


Рис. 9. Логическая схема перевернутого рефлексного счётчика большой ёмкости, образованного n последовательным соединением двухразрядных счётчиков на реостатных связях.

может производить контроль правильности работы элемента и компенсировать его неисправность в случае, если элемент выдает неверный, но достаточно высокий уровень сигнала.

Заключение

1. Используя методы технической логики, нами была разработана следящая система дискретного действия для автоматического и программного управления механизмами, связанными с перемещением и точной остановкой во многих технологических точках.

2. Разработанная система управления, не связанная с масштабом пути, допускает произвольное расположение и изменение точек точного останова, исключает ошибку, возникающую при буксовании и юзе.

Указанная система выполнена на полупроводниковых приборах.

3. С помощью технической логики разработана надежная схема счетного устройства. Надежность работы достигнута использованием рефлексного кода, развитием обратных связей на постоянном токе и введением стабилизирующих связей, защищающих триггерные ячейки от импульсных помех.

4. Разработанные схемы испытаны в лабораторных условиях, показали достаточно надежную работу и рекомендуются для промышленного внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. З а к р е в с к и й, Визуально-матричный метод минимизации булевых функций, Автом. и телемехан., № 3, 1960.

2. Синтез электронных вычислительных и управляющих схем. Под редакцией В. И. Шестакова, Изд. ИЛ, 1954.

3. В. Н. Р о д и н, Бесконтактные счетные цепочки с совмещением функций счета и совпадения. Промышленная телемеханика под редакцией А. М. Гаврилова, Изд. АН СССР, 1960.

4. Д. ж. Н е й м а н, Вероятностная логика и синтез надежных организмов из ненадежных компонент, Автоматы, Сборник статей под редакцией К. Э. Шеннона и Дж. Маккарти, Изд. ИЛ, 1956.

А. Д. ЗАКРЕВСКИЙ, Ф. П. ТАРАСЕНКО

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ТЕОРИИ РЕЛЕЙНЫХ СХЕМ

§ 1. Введение

Применение теории информации к некоторым проблемам дискретной автоматики может идти по двум направлениям.

Во-первых, всякую релейную схему можно рассматривать как преобразователь информации. С этой точки зрения цифровые вычислительные машины, например, характеризуются тем, какие количества информации за один такт могут быть (или должны быть) введены и выведены из машины, какова информационная емкость запоминающего устройства, какова пропускная способность (быстродействие) машины и ее частей и т. п. Такой подход может дать некоторые оценки, полезные при проектировании машины, но в принципиальном отношении он дает мало нового. Некоторые особенности такого описания цифровых устройств будут обсуждены в § 2.

Второй путь информационного описания цифровых автоматических систем основывается на том, чтобы рассматривать их как носителей информации. Говоря конкретнее, структуру системы можно рассматривать как сигнал, несущий информацию о функциональных свойствах автомата. Такая точка зрения оказывается весьма плодотворной. Начать с того, что она позволяет ввести энтропийный критерий сложности автомата — гораздо более общий критерий, нежели, например, «число контактов», которым можно пользоваться лишь при сравнении схем из контактных электромагнитных реле. Другим непосредственным и важным следствием такого подхода является то, что он позволяет отнести проблему создания функционально-устойчивых автоматов к классу проблем передачи информации без потерь при наличии помех, искажающих сигнал. Некоторые результаты рассмотрения сигнальных свойств структуры цифровых автоматов приводятся в § 4.

Конкретизируем класс цифровых автоматов, о которых ниже пойдет речь. Во-первых, будем иметь в виду лишь системы из элементов, оперирующих с сигналами, квантованными на два уровня. Далее, будем считать, что любые изменения значений входных и выходных переменных систем, а также изменение состояния самой системы происходят скачком через равные T (или кратные им) интервалы времени, называемые тактами работы; известно, что такая синхронизация облегчает устранение неоднозначности в поведении системы, причиной которой служат переходные процессы.

Укажем теперь точный смысл употребляемых ниже понятий, связанных с указанными цифровыми автоматами. Если между n входными и m выходными переменными устройства существует (при двоичной интерпретации переменных и после затухания переходных процессов) связь,

определяемая некоторой системой булевых функций, то такое устройство называется логической схемой, или логическим (n, m) -полусником. В таких схемах набор значений m выходных переменных полностью определяется заданием набора значений n входных переменных в тот же такт работы схемы. В отличие от этого, если в сложной системе из логических схем имеются обратные связи (которые могут, в частности, обладать задержкой на один или более тактов), то, очевидно, набор значений выходных переменных в данный такт уже не будет определяться полностью набором значений входных переменных. Система приобретает новые свойства, отличающие ее от логического многополусника; теперь необходимо рассматривать связь временных последовательностей входных и выходных переменных в целом. Будем для краткости называть такие схемы релейными схемами. Систему математических соотношений, связывающих входные и выходные переменные схемы, будем называть оператором схемы. Оператор схемы определяет ее функциональные свойства; в случае логической схемы это — система рекуррентных логических соотношений. Всякий оператор реализуется схемой некоторой конкретной структуры. Задать структуру схемы — это значит задать операторы всех элементов, определить связи между элементами и указать входные и выходные переменные схемы.

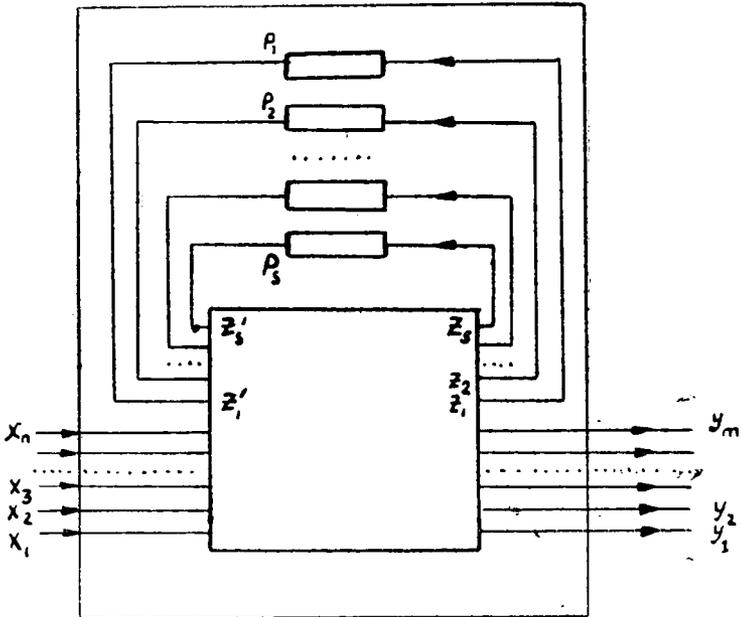


Рис. 1.

Можно показать (см., например, [1]), что весьма обширный класс релейных схем с петлями обратной связи может быть представлен эквивалентной минимальной структурной схемой (рис. 1). Введение собственных переменных $\{Z'\}$ позволяет (в совокупности с входными переменными $\{X\}$ и выходными переменными $\{Y\}$) полностью описать поведение и свойства релейной схемы. Если число двоичных переменных в множествах $\{X\}$, $\{Z\}$ и $\{Y\}$ равно соответственно n , s и m , то такую схему будем в дальнейшем называть (n, s, m) -схемой.

§ 2. Информационные характеристики релейных схем

Поскольку входные и выходные переменные релейной схемы несут некую информацию, естественно отнести такие схемы к числу преобразователей информации и рассмотреть информационные характеристики этих преобразователей.

К числу информационных характеристик релейной схемы прежде всего относятся: количества информации, которые за один такт могут быть введены и выведены; способность схемы хранить информацию; производные от этих величин характеристики быстродействия схемы и т. п.

Считая, что входные переменные статистически независимы и их возможные значения равновероятны, получаем, что максимальное количество информации, которое может быть введено за один такт в релейную (n, s, m) -схему, равно n бит. Удобно называть эту величину входным сечением S_i схемы. Аналогично определяется выходное сечение S_0 схемы, выражаемое числом в m бит. Если длина одного такта работы схемы равна T , то пропускные способности входа и выхода схемы определяются соответственно как $C_i = S_i/T = n/T$ и $C_0 = S_0/T = m/T$. Информационная емкость релейной схемы выра-

зится как $Q = \sum_{i=1}^s p_i$, где p_i —время задержки (в тактах) в цепи обратной связи по i -й собственной переменной.

Уместно подчеркнуть, что выходное сечение S_0 схемы является лишь грубой информационной характеристикой, так как предположение о статистической независимости и равновероятности значений выходных переменных выполняется лишь в очень частных случаях. В соответствии с общими положениями теории информации, релейная схема не может выдать большее количество информации, чем поступившее на ее вход, тогда как вполне возможны случаи $m > n$. Очевидно, что обычно, а тем более при $m > n$, условие независимости выходных переменных не выполняется. Более того, если релейная схема производит необратимое преобразование выходной последовательности значений переменных, происходит неизбежная потеря информации.

Иногда полезно количественно охарактеризовать потери информации при обработке входного сигнала некоторой логической или релейной схемой. В качестве такой характеристики можно взять так называемый коэффициент потерь q , определив его как

$$q = \lim_{t \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{H(Y_t)}{H(X_t)} \right). \quad (1)$$

В этой формуле X_t —множество возможных последовательностей входных переменных; t —длина последовательности, выраженная в тактах; Y_t —множество выходных последовательностей; $H(X_t)$ и $H(Y_t)$ —энтропии соответствующих множеств. Для логических (n, m) -полюсников, не имеющих петель обратной связи, достаточно рассмотреть отношение энтропий на один символ (т. е. положить в (1) $t=1$).

Использование коэффициента потерь и связанных с ним характеристик позволит в конкретных случаях более углубленно проводить сравнение релейных схем. Следует, однако, указать, что коэффициент потерь не является рафинированной характеристикой схемы: его величина зависит в общем случае не только от структуры схемы, но и от параметров входного сигнала.

Эта особенность проявляется уже при рассмотрении простейших логических (2,1)-полюсников. Рассмотрим, например, (2,1)-полюсник, осуществляющий конъюнкцию (схема „И“). Очевидно, энтропия выходной последовательности Y будет определяться не только структурой схемы, и даже не только в совокупности с энтропиями входных последовательностей X' и X'' , но иногда и конкретным видом входных последовательностей. Например, если энтропия $H(X') = 0$, т. е. на первый вход схемы подается вполне определенная последовательность, то этим еще не определяется $H(Y)$: если X' состоит только из нулей, то $H(Y) = 0$, так как Y тоже будет состоять только из нулей; если X' состоит только из единиц, то $H(Y) = H(X'')$, так как $Y \equiv X''$; наконец, если X' — любая заданная последовательность единиц и нулей, то $H(Y) \leq H(X'')$. Во всех этих случаях $H(X') = 0$.

С другой стороны, если X' и X'' обе характеризуются только энтропиями $H(X')$ и $H(X'')$, то, в силу общих положений теории информации, $H(Y) \leq H(X') + H(X'')$. Конкретная величина $H(Y)$ определяется, если известны вероятности единицы в X' и X'' . Например, если вероятности единицы в X' и X'' одинаковы и равны p , то зависимости $H(X)$ и $H(Y)$ от p представлены на рис. 2. Зависимость коэффициента потерь q от p для этого случая характеризуется графиком рис. 3. Симметрично относительно вертикали, проходящей через $p = 0,5$, идут аналогичные графики для схемы „ИЛИ“ с двумя входами.

Таким образом, теоретико-информационное описание релейных схем как преобразователей информации может служить вспомогательным средством при решении некоторых задач теории таких схем, давать удобные числовые оценки для сравнения некоторых качеств практических схем; однако трудно ожидать, чтобы такой подход дал принципиально новые результаты.

§ 3. Энтропийное сравнение различных представлений релейных схем

В последнее время важнейшим методом изучения сложных релейных схем становится их исследование с помощью автоматических цифровых электронных машин. При увеличении числа внешних и собственных переменных схемы одним из центральных вопросов становится вопрос о компактном представлении схемы в машине. В связи с этим целесообразно сравнить различные излагаемые в литературе способы представления матричных схем по их компактности. Очевидно, имея в виду перспективу машинного исследования схемы, следует отдать предпочтение тому способу ее представления в машине, который требует наименьшего объема соответствующих запоминающих устройств (конечно, если это не влечет чрезмерного усложнения алгоритма исследования).

Вопрос об отыскании наиболее компактного представления релейной схемы пока можно считать открытым; ограничимся здесь сравнением некоторых методов, изложенных в литературе [1], [2], [3]. Поскольку величина энтропии заданного представления, выраженная в битах, численно равна числу двоичных элементов памяти, необходимых для однозначного задания этого представления в машине, то вопрос о сравнении методов представления по их компактности сводится к сравнению энтропий этих представлений.

Рассмотрим сначала представление релейной схемы с помощью матрицы реакций (Y -матрицы) и матрицы переходов (Z -матрицы), развиваемое в [1]. Совместная энтропия Z - и Y -матриц, полностью представляющих оператор преобразования информации релейной (n, s, m) -схемой A_{nsm} , определяется выражением

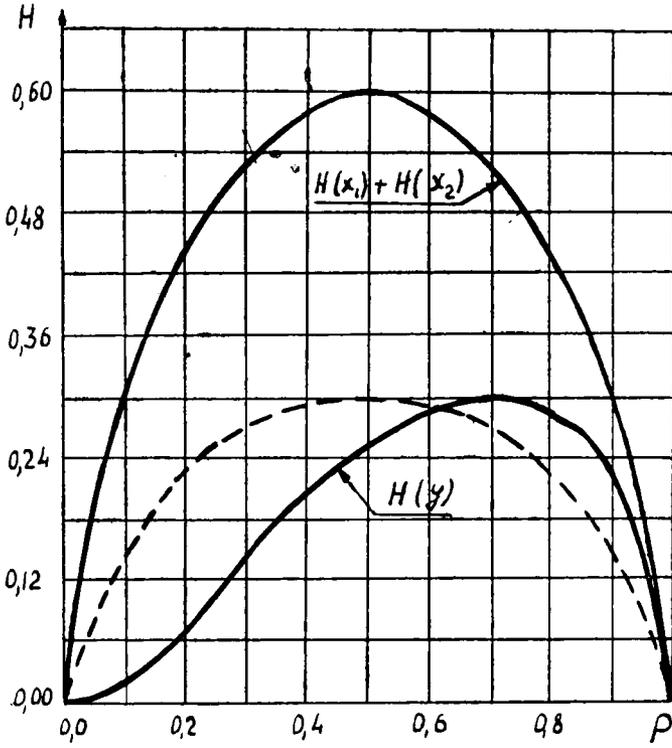


Рис. 2.

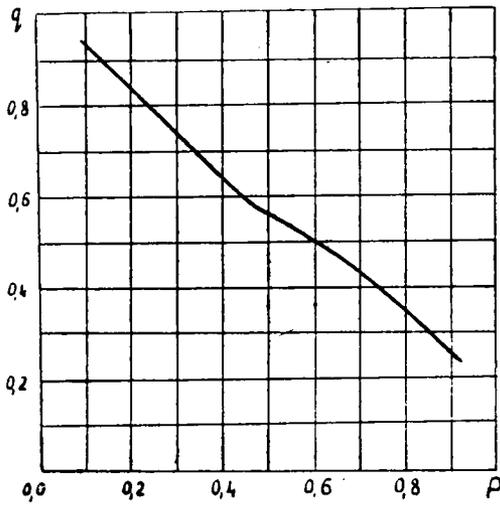


Рис. 3.

$$H((Z), (Y)) = H(Z) + H(Y) = (s+m) \cdot 2^{n+s}. \quad (2)$$

Существует множество пар Z - и Y -матриц, представляющих один и тот же оператор схемы: поведение представляемых ими релейных схем будет неотличимо при любых реализациях X -последовательности. Естественно назвать такие пары матриц эквивалентными. Наличие эквивалентных пар матриц говорит об избыточности рассматриваемого представления оператора релейной (n, s, m) -схемы A_{nsm} .

Для оценки компактности матричного представления оператора удобно сравнить энтропии этого представления и самого оператора.

Очевидно, что

$$H(A_{nsm}) < H((Y), (Z)) = (s+m) \cdot 2^{n+s}. \quad (3)$$

Однако в общем случае определение энтропии оператора A_{nsm} представляет сложную задачу, поэтому ограничимся нахождением нижней грани для $H(A_{nsm})$. Для этого выделим из множества всех пар Z - и Y -матриц подмножество пар, у которых при $(m \geq s)$

$$Z_{oj} = Y_{oj} = j + 1 \pmod{2^s}. \quad (4)$$

Можно показать [1], что любые две пары $(Z)_1 (Y)_1$ и $(Z)_2 (Y)_2$ этого подмножества неэквивалентны. Очевидно, энтропия выделенного подмножества пар Z - и Y -матриц определяет нижний предел энтропии оператора A_{nsm}

$$(s+m) 2^{n+s} - (s+m) 2^s \leq H(A_{nsm}) < (s+m) 2^{n+s}. \quad (5)$$

Определив коэффициент компактности представления как

$$K = \frac{H((Z), (Y))}{H(A_{nsm})}, \quad (6)$$

получаем, что для рассматриваемого представления

$$K > \frac{2^n}{2^n - 1}. \quad (7)$$

Сравним по компактности рассматриваемый метод представления Z -матриц с методом, развитым М. Л. Цетлиным [2], Д. Д. Ауфенкампом и Р. Е. Хоном [3]. По последнему методу Z -матрицы (матрицы состояний по Цетлину, матрицы соединений по Хону и Ауфенкамп) содержат $2^s \cdot 2^s$ элементов Z_{ij} , которыми служат булевы функции от n переменных, представляющие условия перехода из состояния i в состояние j . Энтропия булевой функции n переменных равна 2^n , поэтому энтропия матриц равна $2^n \cdot 2^{2s}$. Отношение этой величины к энтропии, рассматриваемой в [1] матрицы переходов равно

$$\frac{2^n \cdot 2^{2s}}{2^n \cdot 2^s \cdot s} = \frac{2^s}{s}. \quad (8)$$

Отсюда следует, что при представлении той же информации об условиях смены состояний релейной схемы с s собственными переменными по методу [1] требуется в $2^s/s$ раз меньшая информационная емкость, чем необходимая для пользования методом [2,3]. Высокая компактность первого метода является его немаловажным преимуществом.

§ 4. Структура релейной схемы как носитель информации о функциональном назначении схемы

Одной из наиболее важных проблем теории релейных схем, безусловно, является проблема надежности, которая становится все более острой с возрастанием сложности автоматических устройств. Среди других аспектов этой проблемы (диагностические тесты, резервирование элементов и пр.) весьма существенной является задача создания надежных систем из ненадежных элементов (при некоторых ограничениях на вероятности выхода из строя отдельных элементов).

Основная идея, позволяющая применить методы теории информации для решения этой задачи, состоит в том, чтобы рассматривать структуру схемы как сигнал, несущий информацию о функциональном поведении схемы. Выход из строя элемента схемы можно сопоставить с искажением отдельного символа в дискретном сигнале. Требование сохранения функциональных свойств схемы при выходе из строя элемента при такой интерпретации отождествляется с требованием сохранения полезной информации при наличии помех.

Очевидный способ сохранения информации при наличии помех состоит во введении избыточности в сигнал. Наиболее интересным моментом является отыскание такого способа введения избыточности, который требовал бы минимально необходимого числа дополнительных элементов. Этот вопрос весьма интенсивно исследовался в теории кодирования, поэтому естественно попытаться обобщить результаты этой теории на рассматриваемый случай.

Начнем с наиболее простой задачи синтеза функционально устойчивой схемы, реализующей одну булеву функцию, при следующих условиях: 1) выход из строя отдельного элемента структуры в течение избранного интервала времени является событием независимым и обладающим достаточно малой вероятностью, 2) вероятность выхода из строя за избранный интервал времени более чем одного элемента пренебрежимо мала, 3) выход из строя одного элемента структуры отражается только на одном из значений реализуемой булевой функции (этому требованию в значительной степени удовлетворяют матричные схемы), 4) по истечении избранного интервала времени имеется возможность заменить неисправный элемент исправным.

Легко усмотреть аналогию между этими условиями и условиями применимости кода Хэмминга [4]; остается уточнить способ внесения избыточности в матричную структуру схемы.

Будем считать, что двоичными кодами номеров элементов булевых матриц являются соответствующие им совокупности значений двоичных аргументов. В таком случае значение i -го контрольного символа для любой булевой функции определяется как сумма по модулю два всех элементов матрицы, соответствующих единичному значению i -го аргумента.

Если значения контрольных символов могут сохраняться без искажений в течение избранного интервала времени, то обычная процедура позволит найти вышедший из строя элемент: необходимо вычислить новые значения контрольных символов и сложить их по модулю два с запомненными; полученная совокупность двоичных символов и будет являться двоичным кодом номера искаженного элемента матрицы.

Обратимся к более общей проблеме синтеза функционально-устойчивого логического (n, m) -полюсника. В наиболее общем виде эта проблема не рассматривалась и представляется весьма сложной. Здесь мы ограничимся частным, но важным случаем, в котором решение доводится до конца [5].

Связь между входными и выходными переменными x_i и y_j (n, m) -полюсника представляется системой булевых функций:

$$y_j = f_j(x_0, x_1, \dots, x_{n-1}), \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (9)$$

задаваемых своими значениями $f_{j0}, f_{j1}, f_{j2}, \dots$, соответствующими наборам значений аргументов $(0, 0, \dots, 0)$, $(1, 0, \dots, 0)$, $(0, 1, 0, \dots, 0)$ и т. д. (пусть соответствие определяется обыкновенным позиционным двоичным кодом).

Нарушение структуры многополюсника может привести к изменению любого из значений функций f_j ; поэтому будем считать все эти значения функциями времени: $f_{j0}(t), f_{j1}(t), f_{j2}(t), \dots$. Основное ограничение, которое мы наложим для упрощения, состоит в требовании, чтобы все функции f_j реализовались независимо; при этом (n, m) -полюсник структурно разлагается на m $(n, 1)$ -полюсников. Смысл этого требования сводится к тому, чтобы выход из строя одного элемента структуры мог привести к искажению не более чем одной из функций f_j . Кроме того, будем вести рассмотрение при следующих дополнительных условиях: а) вероятность выхода из строя более чем одного элемента за время Δt пренебрежимо мала; б) по истечении интервала времени Δt производится замена $(n, 1)$ -полюсника, в котором обнаружена неисправность.

Таким образом, задача сводится к определению номера вышедшего из строя $(n, 1)$ -полюсника. Найдем формальным путем структуру системы, обеспечивающей свою функциональную устойчивость в течение Δt и выдающей информацию о вышедшем из строя $(n, 1)$ -полюснике.

Номер R искаженной функции и реализующего ее $(n, 1)$ -полюсника представим значением функции

$$R = \sum_{j=1}^m \left\{ \bigvee_{k=0}^{2^n-1} [f_{jk}(t) \neq f_{jk}(t - \Delta t)] \right\} \cdot j, \quad (10)$$

разлагаемой на следующую систему булевых функций:

$$\alpha_i(R) = \sum_{j=1}^m \left\{ \bigvee_{k=0}^{2^n-1} [f_{jk}(t) \neq f_{jk}(t - \Delta t)] \right\} \cdot \alpha_i(j), \quad (11)$$

$$i = 1, 2, \dots, s.$$

Здесь $\alpha_i(R)$ —значение i -го разряда позиционного двоичного кода натурального числа R , а

$$\log_2(m+1) \leq s < \log_2(m+1) + 1.$$

Благодаря условию а) и двоичности переменных, операторы несравнения \neq и сложения по модулю два \oplus , а также операторы Σ , \oplus и V эквивалентны. Поэтому после ряда преобразований из (11) можно получить

$$\alpha_i(R) = \bigvee_{k=0}^{2^n-1} \left\{ \left[\bigoplus_{j=1}^m f_{jk}(t) \alpha_i(j) \right] \oplus \left[\bigoplus_{j=1}^m f_{jk}(t - \Delta t) \alpha_i(j) \right] \right\}, \quad (12)$$

$$i = 1, 2, \dots, s.$$

При условии

$$\bigoplus_{j=1}^m f_{jk}(t - \Delta t) \alpha_i(j) = 0,$$

$$i = 1, 2, \dots, s, \quad (13)$$

$$\kappa = 0, 1, 2, \dots, 2^n - 1,$$

из (12) следует

$$\alpha_i(R) = \bigoplus_{\kappa=0}^{2^n-1} \left[\bigoplus_{j=1}^m f_{j\kappa}(t) \alpha_i(j) \right], \quad (14)$$

$$i = 1, 2, \dots, s$$

т. е. номер неисправной схемы представляется как функция текущих значений выходных переменных (n, m) -полюсника.

Для выполнения условия (13) достаточно положить

$$f_{2^{l-1}\kappa}(t - \Delta t) = \bigoplus_{j=2^{l-1}} f_{j\kappa}(t - \Delta t) \alpha_l(j) \quad (15)$$

при всех значениях l и κ . Очевидно, что (15) эквивалентно выражению

$$f_{2^{l-1}}(t - \Delta t) = \bigoplus_{j=2^{l-1}} f_j(t - \Delta t) \alpha_l(j), \quad (16)$$

$$l = 1, 2, \dots, s.$$

Таким образом, необходимо s булевых функций системы (9) выразить через остальные, на которые не накладывается каких-либо ограничений. Функции (16) назовем **избыточными**. Избыточные функции, добавленные к любой системе булевых функций и реализованные наряду с ними, сообщают свойство функциональной устойчивости многополюснику, описываемому этой системой.

Если зафиксировать значения входных переменных (n, m) -полюсника, то система функций заменяется совокупностью двоичных символов, выдаваемых схемой; тогда из полученных результатов следует код Хэмминга для обнаружения и исправления одиночной ошибки в последовательности двоичных символов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Закревский, Матричный метод синтеза релейных схем, кандидатская диссертация, Томск, ТГУ, 1960.
2. М. Л. Цетлин, О непримитивных схемах, Проблемы кибернетики, выпуск 1, ГИФМЛ, 1958, 23—45.
3. D. D. Aufenkamp, F. E. Hohn, Ana Lysis of sequential machines, IRE Trans. 1957, EC-6, № 4; EC-7, № 4.
4. R. W. Hamming, Error-detecting and error-correcting codes, BSTJ, 1950, 29, № 2, 147—160.
5. А. Д. Закревский, Метод синтеза функционально-устойчивых автоматов, ДАН СССР, 1959, 129, № 4, 729—731.

Ю. Н. ПЕЧЕРСКИЙ, А. А. УТКИН

ПРОГРАММИРОВАНИЕ АНАЛИЗА РЕЛЕЙНЫХ СХЕМ

Релейные схемы в современной технике используются во все возрастающей степени для выполнения самых разнообразных функций. Такие различные по своему применению устройства, как система релейной защиты, электрический замок, современная универсальная вычислительная машина и огромное количество других устройств содержат в своей основе релейные схемы.

Проектирование релейных схем в качестве необходимых элементов включает анализ и синтез.

В задачу анализа входит определение функциональных свойств релейной схемы по ее структуре.

Задача синтеза релейной схемы сводится к определению по заданным для схемы условиям работы необходимого состава ее элементов и связей между ними.

Рассмотрим реальную физическую схему, имеющую n входных полюсов и m выходных полюсов, состояния которых определяются некоторыми физическими переменными.

Назовем такую схему логической (логическим (n, m) -полюсником) при удовлетворении следующим требованиям [2]:

1. Диапазон значений входных и выходных физических переменных разбивается на k непересекающихся промежутков, каждый из которых ставится в соответствие одному из значений k -значной дискретной переменной. Между физическими переменными и системой k -значных логических переменных наводится взаимно-однозначное соответствие.

2. Выходные логические переменные суть функции входных логических переменных:

$$y_i = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

где f — функция k -значной логики.

3. Значения выходных логических переменных в момент времени t не зависят от значений входных переменных в предшествовавшие моменты времени (схема перерабатывает информацию без запоминания).

Элементом логической схемы назовем часть логической схемы, неразложимую на две или более самостоятельные логические схемы.

Оператор элемента выражается логической функцией, которую он реализует, и определяет его функциональные свойства. Оператором логической схемы является система логических функций.

Множество элементов, заданных их операторами и составляющих логическую схему, вместе с описанием связей между элементами и перечислением входных и выходных переменных образует **структуру** схемы.

Анализ логической схемы заключается в переходе от структуры схемы к ее оператору.

Рассмотрим теперь логическую схему, имеющую $n + s$ входных полюсов и $m + s$ выходных полюсов, описываемую системой логических функций:

$$y_r = y_r(x_1, x_2, \dots, x_{n+s}), \quad r = 1, 2, \dots, m + s. \quad (1)$$

Введем в схему обратные связи, соединив выходные полюсы схемы $m + 1, m + 2, \dots, m + s$ с ее входными полюсами $n + 1, n + 2, \dots, n + s$ при помощи элементов задержки (рис. 1). Значения выходных переменных

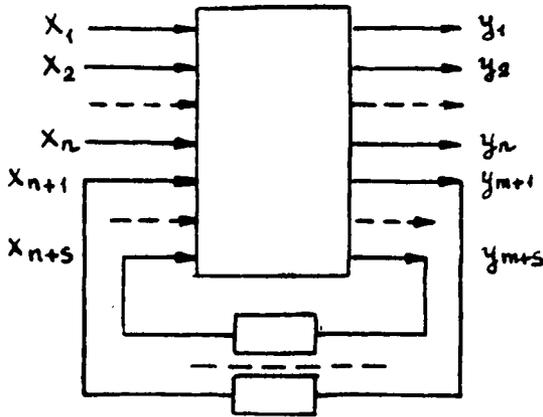


Рис. 1.

элементов задержки в момент времени t (обозначим их z) совпадают с их входными переменными в момент времени $t - 1$ (обозначим их z'). При исследовании таких схем обычно используется дискретная шкала времени.

Введение петель обратной связи придает логической схеме качественно новые свойства. Теперь схема способна «запоминать» часть перерабатываемой информации. Назовем такую схему **релейной**. Значения выходных переменных релейной схемы уже не определяются полностью значениями ее входных переменных в текущий момент времени.

Приняв во внимание принятые обозначения, перепишем (1) в виде

$$y_r = y_r(x_1, x_2, \dots, x_n, z_1, z_2, \dots, z_s), \quad (2)$$

$$z'_g = z'_g(x_1, x_2, \dots, x_n, z_1, z_2, \dots, z_s). \quad (3)$$

Назовем выходные переменные элементов задержки собственными переменными релейной схемы, а их набор — состоянием релейной схемы в момент времени t .

Задачей анализа релейной схемы является отыскание системы функций (2), что соответствует нахождению матрицы реакций, и системы функций (3), что соответствует нахождению матрицы переходов [2, 6]. Совокупность этих матриц полностью определяет поведение релейной схемы во времени.

Процесс анализа релейных схем может быть автоматизирован. Попытки, сделанные в этом направлении, сводились к построению специализированных машин для анализа релейных схем [3, 4, 5, 7].

Другой путь состоит в использовании универсальных цифровых вычислительных машин (УЦВМ) для автоматизации процесса анализа релейных схем.

Представим структуру логической и релейной схем в форме, удобной для реализации применяемого алгоритма анализа этих схем. В дальнейшем будем рассматривать схемы, описываемые функциями двузначной логики.

Дадим структурное описание логической схемы.

1. Входным переменным логической схемы x_1, x_2, \dots, x_n присвоим номера $1, 2, \dots, n$, соответственно.

2. Элементам схемы присвоим номера $n+1, n+2, \dots, n+q$. Будем считать, что элемент схемы реализует одну булеву функцию от k переменных ($k=1, 2, \dots, n$) и представляется в виде $(k, 1)$ -полюсника.

3. Выходным переменным схемы y_1, y_2, \dots, y_m поставим в соответствие номера j_1, j_2, \dots, j_m тех элементов схемы, выходы которых совпадают с выходами (n, m) -полюсника.

4. Элемент схемы $(k, 1)$ -полюсник) будем задавать булевой функцией от k его входных переменных, определив тем самым оператор элемента:

$$\varphi_j = \varphi_j(f_{i_1}^j, f_{i_2}^j, \dots, f_{i_k}^j).$$

Переменные $f_{i_1}^j, f_{i_2}^j, \dots, f_{i_k}^j$ являются функциями от n входных переменных логической схемы

$$f_{i_l}^j = f_{i_l}^j(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad l = 1, 2, \dots, k.$$

5. Связь каждого отдельного элемента с остальными элементами схемы зададим перечнем его входных переменных

$$\{i\}_j = (i_1^j, i_2^j, \dots, i_k^j), \quad i_l^j = 1, 2, \dots, n+q.$$

Кратко резюмируя вышеизложенное, запишем, что структурное описание логической схемы включает:

1. Систему булевых функций

$$f_j = x_j, \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$\varphi_j = \varphi_j(f_{i_1}^j, f_{i_2}^j, \dots, f_{i_k}^j), \quad j = n+1, n+2, \dots, n+q$$

2. Перечни входных переменных элементов схемы

$$\{i\}_j = (i_1, i_2, \dots, i_k)_j$$

3. Перечень выходных переменных схемы

$$\{y\} = (j_1, j_2, \dots, j_m)$$

(4)

В качестве примера приводится структурное описание логической схемы, изображенной на рис. 2.

$$1. \quad f_1 = x_1$$

$$f_2 = x_2$$

$$f_3 = x_3$$

$$f_4 = x_4$$

$$f_5 = x_5$$

$$\varphi_6 = \varphi_6(f_{i_1^6}, f_{i_2^6})$$

$$\varphi_7 = \varphi_7(f_{i_1^7}, f_{i_2^7}, f_{i_3^7})$$

$$\varphi_8 = \varphi_8(f_{i_1^8}, f_{i_2^8}, f_{i_3^8}, f_{i_4^8})$$

$$\varphi_9 = \varphi_9(f_{i_1^9}, f_{i_2^9}, f_{i_3^9})$$

$$\varphi_{10} = \varphi_{10}(f_{i_1^{10}}, f_{i_2^{10}})$$

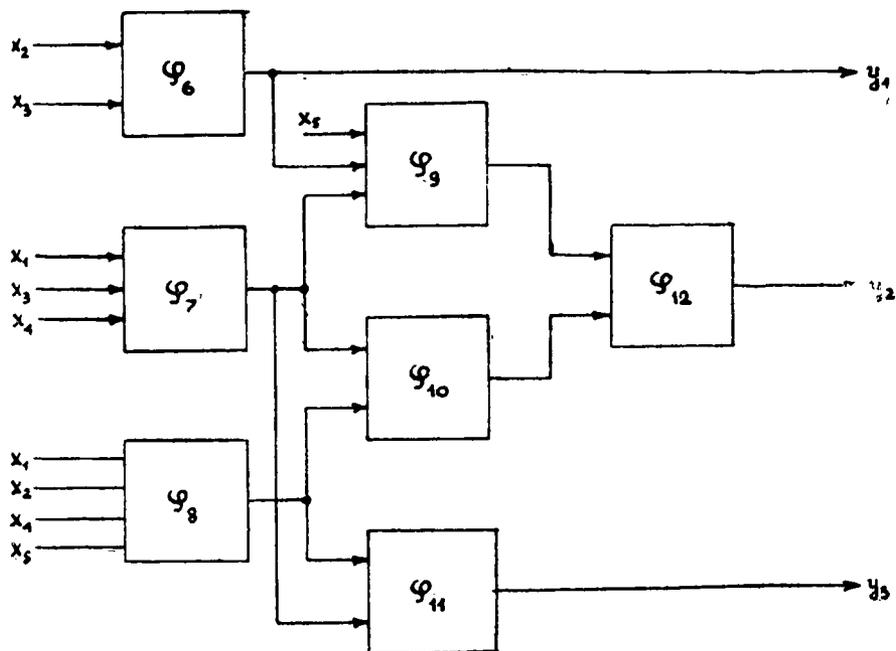


Рис. 2.

$$\varphi_{11} = \varphi_{11}(f_{i_1^{11}}, f_{i_2^{11}})$$

$$\varphi_{12} = \varphi_{12}(f_{i_1^{12}}, f_{i_2^{12}})$$

2. $\{i\}_6 = (2, 3)$

$$\{i\}_7 = (1, 3, 4)$$

$$\{i\}_8 = (1, 2, 4, 5)$$

$$\{i\}_9 = (5, 6, 7)$$

$$\{i\}_{10} = (7, 8)$$

$$\{i\}_{11} = (8, 7)$$

$$\{i\}_{12} = (9, 10)$$

3. $\{y\} = (6, 12, 11)$

Структурное описание релейной схемы включает:

1. Систему булевых функций.
2. Перечни входных переменных элементов.
3. Перечни выходных переменных схемы.
4. Перечень собственных переменных схемы.

(5)

Например, структурное описание релейной схемы, изображенной на рис. 3, имеет следующий вид:

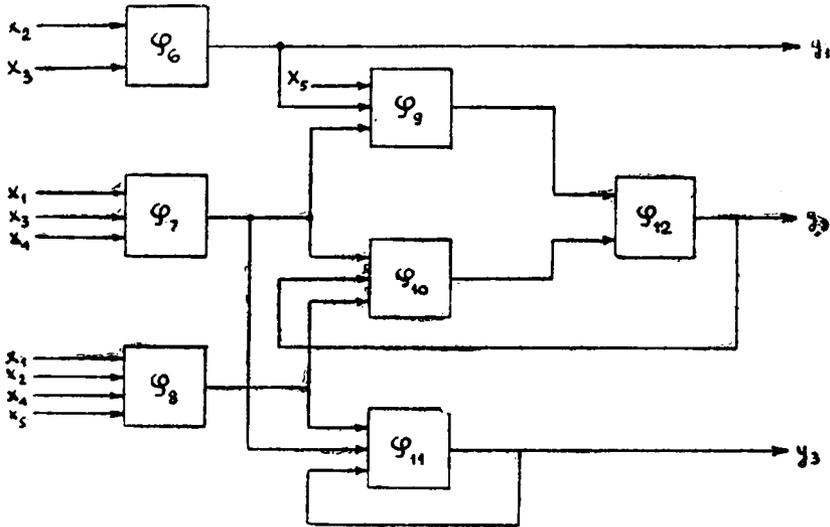


Рис. 3.

$$1. f_1 = x_1$$

$$f_2 = x_2$$

$$f_3 = x_3$$

$$f_4 = x_4$$

$$f_5 = x_5$$

$$\varphi_6 = \varphi_6(f_{i_1^6}, f_{i_2^6})$$

$$\varphi_7 = \varphi_7(f_{i_1^7}, f_{i_2^7}, f_{i_3^7})$$

$$\varphi_8 = \varphi_8(f_{i_1^8}, f_{i_2^8}, f_{i_3^8}, f_{i_4^8})$$

$$\varphi_9 = \varphi_9(f_{i_1^9}, f_{i_2^9}, f_{i_3^9})$$

$$\varphi_{10} = \varphi_{10}(f_{i_1^{10}}, f_{i_2^{10}}, f_{i_3^{10}})$$

$$\varphi_{11} = \varphi_{11}(f_{i_1^{11}}, f_{i_2^{11}}, f_{i_3^{11}})$$

$$\varphi_{12} = \varphi_{12}(f_{i_1^{12}}, f_{i_2^{12}})$$

элемент в $(f_{i_1}^j, f_{i_2}^j, \dots, f_{i_k}^j)$ пространстве, соответствующий этому набору.

2. Если значение выделенного в $(f_{i_1}^j, f_{i_2}^j, \dots, f_{i_k}^j)$ -пространстве элемента равно единице, определяемый элемент матрицы $\Phi_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$ принимает единичное значение, если же оно равно нулю—нулевое значение.

Изложенное иллюстрируется примером на рис. 4.

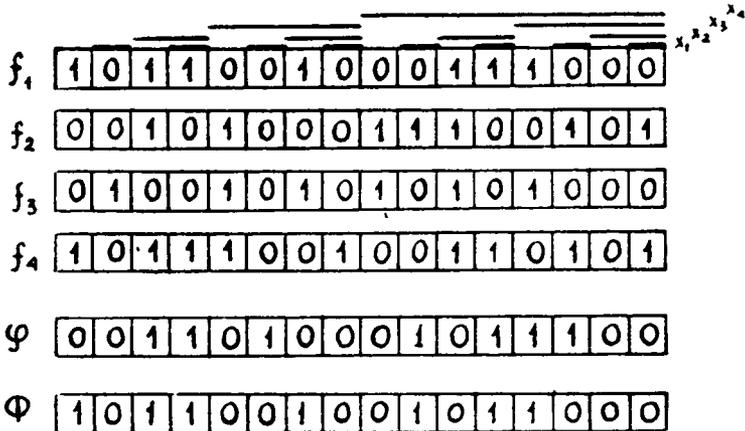


Рис. 4.

Когда матричная форма функции (8) поэлементно получена, выходная переменная элемента номер j оказывается определенной через входные переменные схемы.

Так как в логической схеме отсутствуют петли обратной связи, ее элементы могут быть пронумерованы таким образом, что выход элемента с определенным номером может быть связан со входами элементов только с большим номером. Это обстоятельство позволяет свести процесс анализа логической схемы к решению последовательности задач рассмотренного типа.

Выходная переменная j -го элемента используется в качестве входной переменной одного из элементов с большим номером на следующей ступени анализа, а в случае выполнения условия $(j \in \{y\})$ является одной из искоемых функций системы (6).

Сформулируем задачу анализа релейной схемы.

Задана структура релейной схемы структурным описанием (5).

Требуется найти систему функций:

$$\left. \begin{aligned} 1. y_r &= y_r(x_1, x_2, \dots, x_n, z_1, z_2, \dots, z_s), \quad r = 1, 2, \dots, m. \\ 2. z'_g &= z'_g(x_1, x_2, \dots, x_n, z_1, z_2, \dots, z_s), \quad g = 1, 2, \dots, s. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Анализ релейной схемы может быть сведен к анализу N логических схем, где N — число состояний релейной схемы, следующим образом.

Если зафиксировать значения собственных переменных, то релейную схему можно рассматривать как логическую (разорвав мысленно петли обратной связи). Последовательно перебираются все состояния обратных связей ($N = 2^s$) и определяются все искоемые функции (9).

Булева функция от n переменных представляется совокупностью 2^n одноразрядных двоичных чисел в виде однострочной матрицы, образо-

ванной ячейкой запоминающего устройства или группой ячеек. При этом каждый разряд ячейки или группы их поставлен во взаимно-однозначное соответствие набору значений аргументов так:

Первый разряд соответствует набору $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$.

Второй разряд соответственно набору $x_1 = x_2 = \dots = x_{n-1} = 0, x_n = 1$

2^n разряд соответствует набору $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 1$

Такую однострочную матрицу будем называть изображением булевой функции.

Рассмотрим структуру программы для анализа логических схем, которая в операторном виде приведена в табл. 1.

Поясним смысл использованных при описании программы операторов.

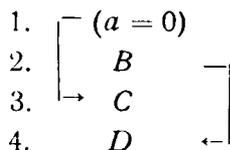
Оператор восстановления $O_{a_0}(a)$ придает величине a значение a_0 , оператор $F_{\Delta a}(a)$ означает, что величина a получает приращение Δa . Оператор занесения \Rightarrow означает, если записано $a \Rightarrow f$, что код a заносится в ячейку с адресом f .

Операторы логических сложения и умножения обозначаются через \vee и \wedge , соответственно. Оператор $Pr\Phi$ означает, что величина Φ печатается, символом $Я$ обозначается конечная остановка машины.

Стрелка \rightarrow означает безусловную передачу управления, а стрелка $\rightarrow -$ условную передачу управления.

Оператор $()$ — проверка некоторого логического условия. В зависимости от истинности или ложности высказывания, заключенного в скобках, управление передается по стрелке вправо или следующей строке операторной схемы программы, или по стрелке влево или следующей строке, соответственно.

Например, пусть имеется запись:



Если величина a равна нулю, то последующие операции выполняются в порядке 1, 2, 4; в противном случае — в порядке 1, 3, 4.

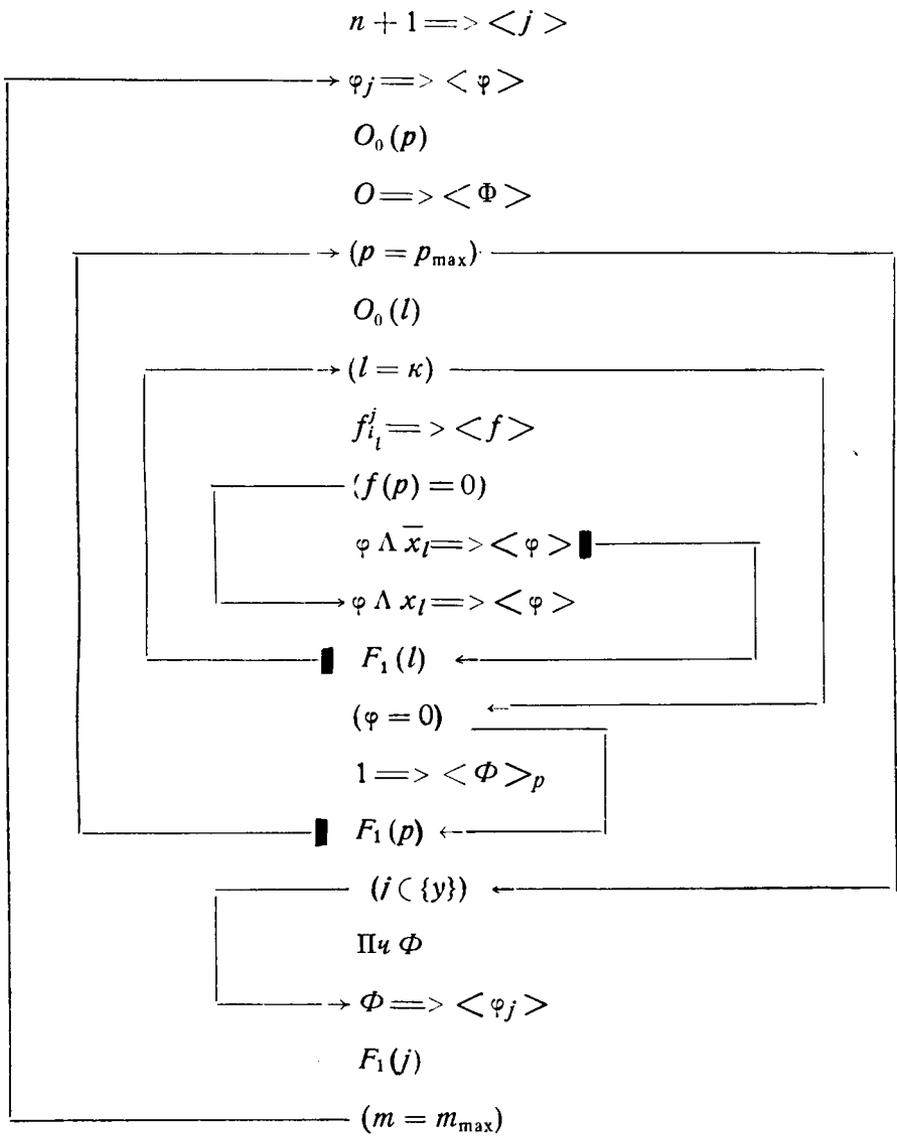
Перейдем к описанию операторной схемы программы для анализа логических схем.

Подготовка к анализу j -го элемента начинается с занесения изображения булевой функции φ_j в ячейку $\langle \varphi \rangle$. Затем параметр p восстанавливается нулем, а во все разряды ячейки, в которых будет записываться изображение функции $\Phi_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$, заносятся нули.

После этого начинается процесс анализа j -го элемента схемы, т. е. происходит подстановка f_{il}^j в φ_j . Согласно алгоритму анализа, последовательно просматривается содержимое p -го разряда изображений функций f_{il}^j для $l = 1, 2, \dots, k$, при этом изображение функции φ_j умножается логически на изображение переменной x_l , если содержимое p -го разряда функции f_{il}^j равно единице, или на изображение переменной \bar{x}_l , если содержимое этого разряда равно нулю. Как только выполняется условие ($l = k$), оказывается определенным произведение изображения функции φ_j и конъюнкции изображений переменных x_l , или их инверсий, и находится значение p -го разряда изображения функции $\Phi_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Оно равно нулю, если значение полученного произведения равно нулю, и равно единице в противном случае.

После этого параметр p увеличивается на единицу и аналогичным

Таблица 1



Я

образом определяется значение следующего разряда изображения функции $\Phi_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Как только p пробежит все значения от 0 до $P_{\max} = 2^n - 1$, анализ j -го элемента закончен (изображение функции $\Phi_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$ найдено полностью).

После этого необходимо проверить, не принадлежит ли номер j проанализированного элемента множеству номеров выходных переменных логической схемы. Если это условие выполняется, найденное изображение функции Φ_j печатается УЦВМ в качестве частного результата $y_r = y_r(x_1, x_2, \dots, x_n)$ и затем независимо от выполнения упомянутого выше условия заносится в ячейки φ в качестве φ_j .

Затем параметр j увеличивается на единицу и анализируется следующий элемент.

Процесс анализа прекращается, когда перечень выходных переменных логической схемы исчерпывается, т. е. когда все функции системы (6) найдены.

После окончания процесса анализа можно попытаться упростить исследованную схему с помощью простого алгоритма при незначительной модификации программы.

Может оказаться, что анализ схемы фактически закончен ранее, чем проанализированы все элементы. Это означает, что некоторые элементы схемы можно удалить без нарушения функциональной полноценности схемы и таким образом упростить схему.

По окончании процесса анализа в ячейках $\langle \varphi \rangle$ накапливается информация о последовательном укрупнении оператора схемы в виде изображений логических функций элементов. В итоге анализа получены логические функции (выходные переменные), которые могут быть запомнены в ячейках $\langle y \rangle$.

Сравним последовательно каждое из изображений функций $\{y\}$ со всеми изображениями функций $\{\varphi\}$. Если в процессе сравнения не выполняется условие ($j \in \{y\}$), но выполняется условие ($\varphi_i = y_r$), $r = 1, 2, \dots, m$, то схема может быть упрощена.

Необходимая для осуществления операции упрощения схемы информация печатается в виде пары чисел j, r , где j означает номер элемента, от которого должен быть выведен выходной полюс номер r схемы.

Описанная программа предназначена для анализа логических схем с произвольно определенными операторами элементов.

В том случае, когда на набор элементов наложены дополнительные ограничения (например, элементами схемы могут быть только такие, которые реализуют одну из следующих функций: конъюнкцию, дизъюнкцию, отрицание и т. д.), можно построить более быстродействующую программу, но зато менее универсальную.

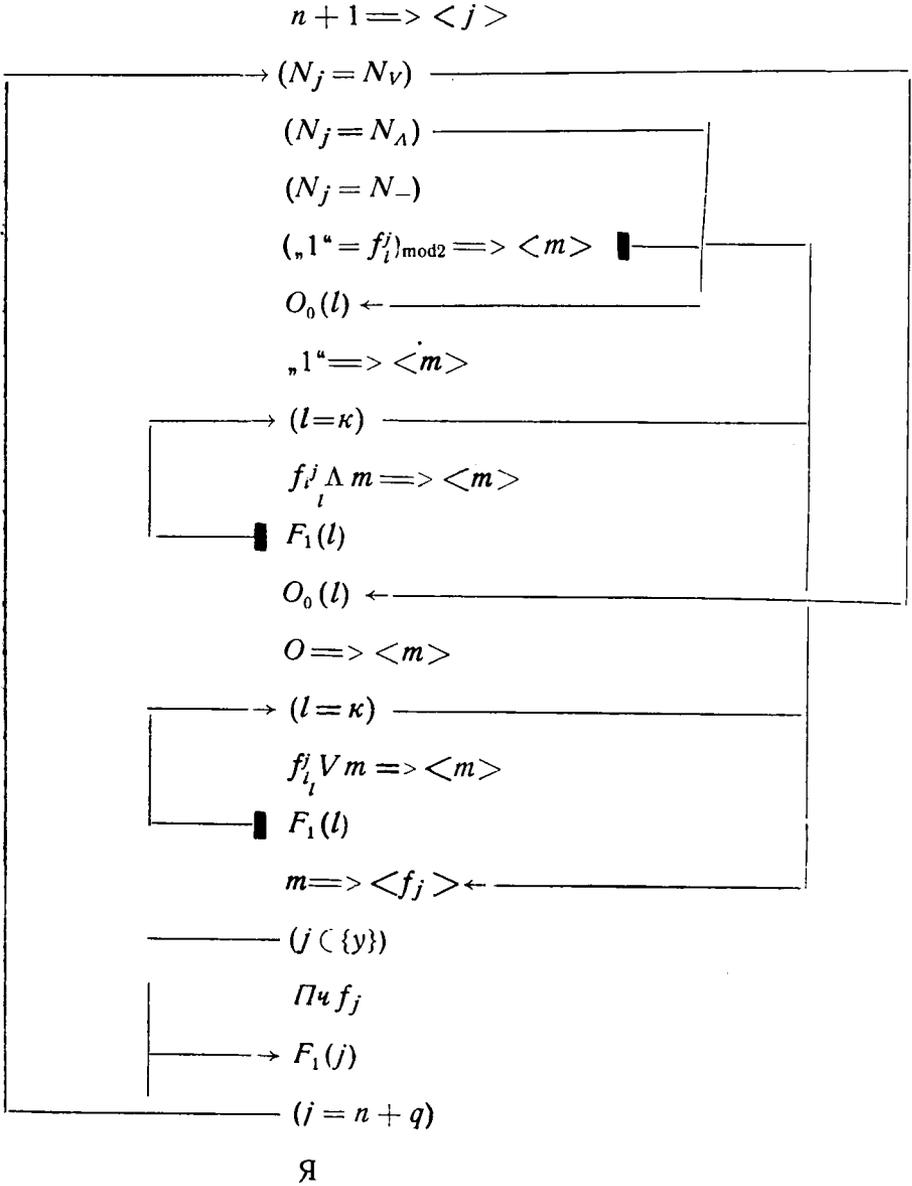
Рассмотрим операторную схему такой программы, приведенную в табл. 2.

Отметим, что элемент схемы здесь задается не изображением булевой функции, а номером подпрограммы, могущим принимать значения N_+, N_-, N_- (N_+ — номер подпрограммы, к которой надо обратиться, если элемент реализует операцию конъюнкции нескольких входных переменных, N_- — если элемент реализует операцию дизъюнкции, N_- — операцию отрицания).

При обращении к соответствующей подпрограмме необходимые операции выполняются сразу над полными изображениями входных переменных.

За исключением отмеченной выше особенности структура «частной» программы совпадает со структурой описанной выше универсальной программы.

Таблица 2



Быстродействие такой программы в несколько десятков раз выше, чем быстродействие универсальной.

Рассмотрим программу для анализа релейных схем, приведенную в операторном виде в табл. 3.

Анализ j -го элемента производится таким же образом, как и в случае логической схемы, за исключением следующей особенности. Если во входной набор элемента входит функция f'_i , номер j которой имеется в перечне собственных переменных релейной схемы в качестве z_s , то при определении произведения φ_j и конъюнкции изображений переменных или их инверсий следует учесть значение собственной переменной z_s следующим образом:

$$x'_i = \begin{cases} x_i, & z_s = 1 \\ \overline{x_i}, & z_s = 0 \end{cases}$$

В остальном анализ элемента не отличается от анализа элемента логической схемы.

После того, как анализ j -го элемента завершен, проверяется, не принадлежит ли номер j множеству номеров выходных переменных. При выполнении этого условия изображение функции Φ_j печатается в качестве частного результата $y_u = y_u(x_1, x_2, \dots, x_n, z_1, z_2, \dots, z_s)$, $u = 1, 2, \dots, m$, затем проверяется, не принадлежит ли j множеству номеров собственных переменных. Если условие ($j \in \{z\}$) выполняется, печатается (с дополнительным признаком) изображение полученной функции $\Phi_j(x_1, x_2, \dots, x_n)$ в качестве частного результата $z'_g = z'_g(x_1, x_2, \dots, x_n, z_1, z_2, \dots, z_s)$, $g = 1, 2, \dots, s$.

Когда j пробегает все значения от $n+1$ до $n+g$, находятся все функции y_r и z'_g , характеризующие релейную схему в данном состоянии.

После этого схема переводится в другое состояние, когда же N пробегит все 2^s значений, анализ релейной схемы закончен, а все функции системы (9) найдены.

С помощью рассмотренных выше программ на УЦВМ «Урал» было проанализировано несколько логических и релейных схем:

1. Логическая схема из семи элементов (рис. 2). Первый, третий, пятый и седьмой элементы реализуют операцию логического умножения над входными переменными; второй, четвертый и шестой — операцию логического сложения. Время анализа схемы 5 мин. 20 сек.

2. Логическая схема из тринадцати элементов ($n=5$). Время анализа схемы 8 мин.

3. Логическая схема из девятнадцати элементов ($n=5$). Время анализа схемы 11 мин.

4. Релейная схема из четырех элементов, с двумя петлями обратной связи ($n=5$). Время анализа схемы 28 мин.

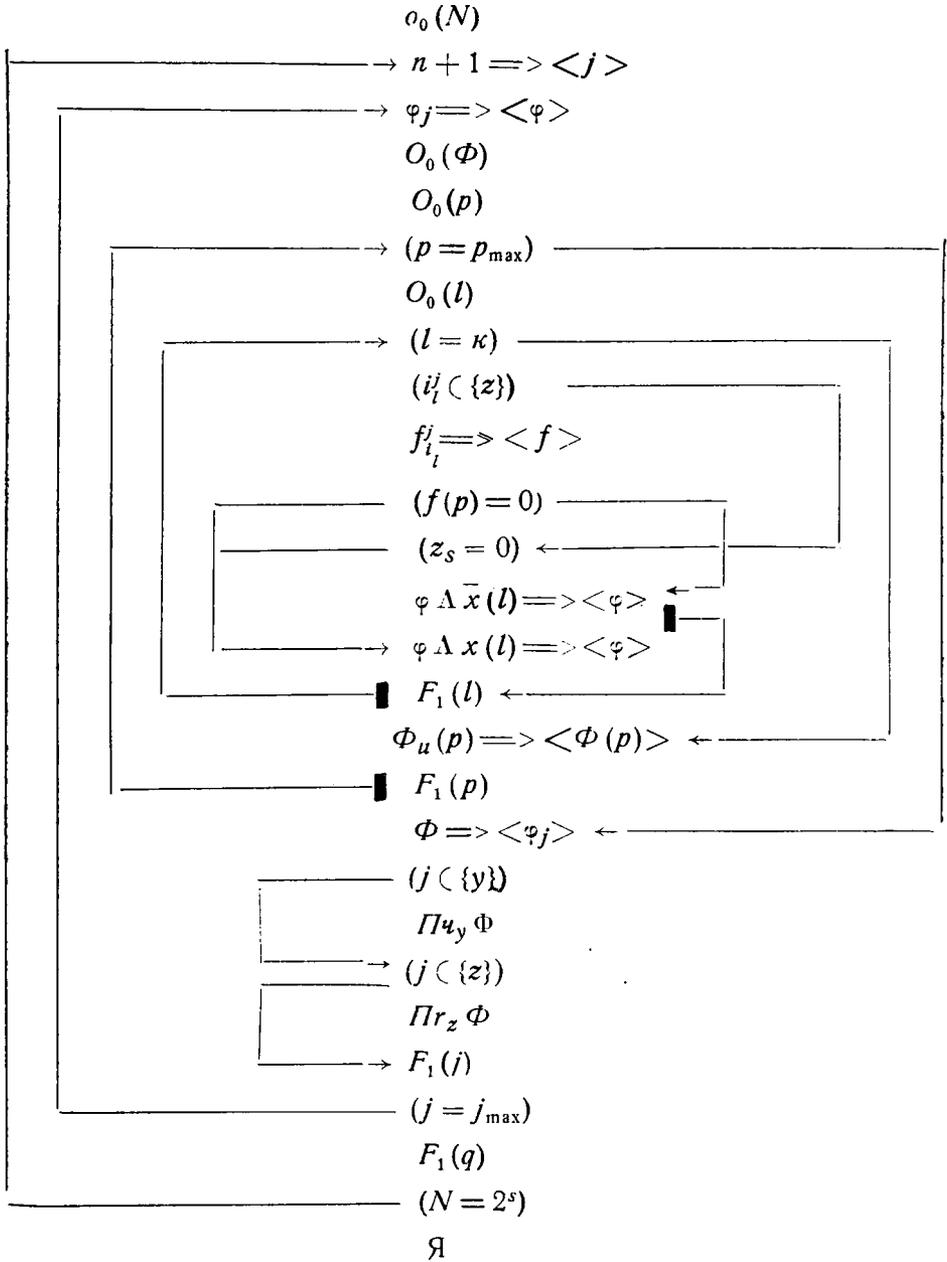
5. Релейная схема из семи элементов, с двумя петлями обратной связи ($n=5$). Время анализа схемы 36 мин.

В заключение остановимся на достоинствах и недостатках обоих методов анализа логических и релейных схем.

Специализированные машины для анализа релейных схем относительно дешевы, просты в эксплуатации и обладают большим быстродействием. Однако класс решаемых на них задач весьма узок и расширение его связано с большими трудностями. Вследствие этого коэффициент использования времени для специализированных машин, как правило, низок, что является существенным недостатком.

Программный метод анализа имеет значительное достоинство — гибкость при переходе к различным алгоритмам, так как этот переход сводится к составлению соответствующей программы. Анализ схем

Таблица 3.



производится за вполне приемлемое время, которое определяется быстроедействием применяемой для анализа УЦВМ.

Оценка полученных результатов показывает целесообразность применения УЦВМ для анализа логических и релейных схем.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Гаврилов. Теория релейно-контактных схем, Изд. АН СССР, 1950.
2. А. Д. Закревский. Матричный синтез релейных схем, Канд. диссертация, Томск, 1960.
3. Т. Т. Цуканов. Вопросы механизации процесса анализа релейно-контактных схем, Сб. научных трудов ТЭМИИТа, 1957, Томск.
4. В. Н. Родин. Электронный анализатор контактных схем, Автоматика и телемеханика, 18, 1957, № 5.
5. П. П. Пархоменко. Анализ релейных схем при помощи машины, Автоматика и телемеханика, 20, 1959, № 4.
6. М. П. Цетлин. О непримитивных схемах. Проблемы кибернетики, вып. 1, 1958.
7. С. Е. Шаппон, Е. Ф. Мооге. Machine Aid for Switching Circuit Design, Proc. JRE. vol. 41, N 10, 1953.