

Журнал "Наука и жизнь"

№08, 1958

УДК 03
ББК 92
Ж92

Ж92 Журнал "Наука и жизнь": №08, 1958 / – М.: Книга по Требованию, 2020. – 84 с.

ISBN 978-5-458-59412-7

«Наука и жизнь» — ежемесячный научно-популярный иллюстрированный журнал широкого профиля. Основан в 1890 году. Издание возобновлено в октябре 1934 года. Тираж журнала в 1970-х—1980-х годах достигал 3 миллионов экземпляров и являлся одним из самых высоких в СССР. Тираж на 2009 год — около 44 000 экземпляров. Журнал всегда был рассчитан на широкий круг читателей всех возрастов и профессий и остается самым известным и читаемым научно-популярным журналом в России. Журнал публикует только достоверную информацию преимущественно из "первых рук" от ведущих ученых и специалистов и популяризует знания в доступной форме, но, цитируя основателя журнала М.Н.Глубоковского, "... не впадая в бульварный тон, стоя в стороне от всякой тенденциозности и политиканства".

ISBN 978-5-458-59412-7

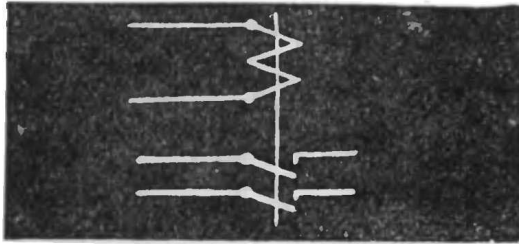
© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2020
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2020

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

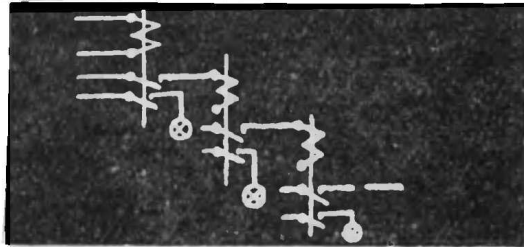
Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Любое реле может находиться либо в замкнутом, либо в разомкнутом положении.



Схематическое изображение релейной системы последовательного действия.

Исключительно важным обстоятельством является тот факт, что очень сложные процессы могут быть сведены к элементарным операциям срабатывания или несрабатывания реле. Обратимся к примеру из области арифметики.

Предположим, что надо изобразить число «25». В привычной нам десятичной системе счисления (где за основание взято число «10») это будет записываться так:

$$25 = 2 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0.$$

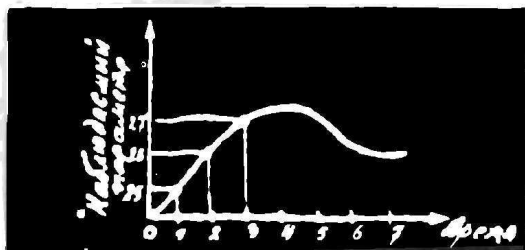
Известно, что есть и другие системы счисления. Среди них нас будет интересовать двоичная, в которой для представления любого числа используются всего два коэффициента: «0» и «1». В каждом разряде числа, записанного по такой системе, может быть лишь одна из этих цифр; причем цифра, обозначающая высший разряд, больше такой же цифры предыдущего разряда в 2 раза (а не в 10, как это имеет место в десятичной системе счисления). Следовательно, число «25» в двоичной системе запишется так:

$$25 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

или иначе: 11001.

Запись чисел в двоичной системе значительно длиннее, но нетрудно показать, что она обладает замечательным свойством: коэффициентами при изображении чисел здесь являются «0» и «1». Это соответствует двум состояниям, которые может принимать обычное реле.

Оказывается, что при помощи двоичных чисел может быть передано протекание весьма сложных процессов. Представьте себе процесс, который изменяется, например, так, как изображено на этой кривой:



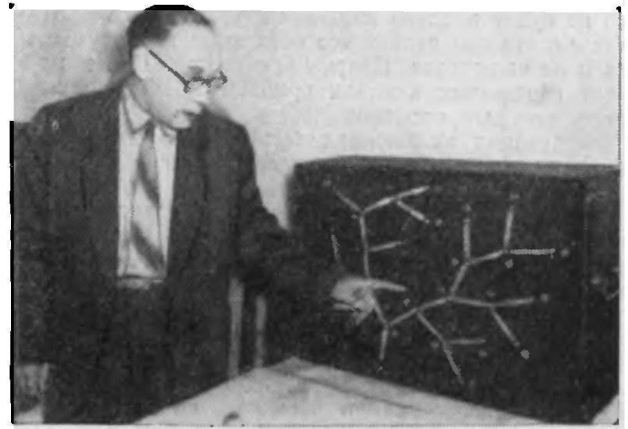
Выберем некоторые моменты времени и определим для них значение наблюдаемого параметра. Пусть они будут соответствовать числам «25», «26», «27» и т. д. В двоичной системе они запишутся следующим образом:

	2 ⁰	2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴
25	1	0	0	1	1
26	0	1	0	1	1
27	1	1	0	1	1

Следовательно, любая кривая, описывающая ход какого-то процесса, может быть представлена как сумма некоторых составляющих — дискретных значений (в нашем примере это столбцы таблицы), которые принимают значение только «0» и «1». Таким образом, они могут быть представлены с помощью двух состояний реле.

Этот принцип представления сложных процессов при помощи простых релейных устройств и положен сейчас в основу действия многих «хитрых» и «умных» машин (числовые электронные машины, игровые автоматы, переводческие машины и др.).

Чтобы показать, как из простых реле, соединенных по весьма элементарной схеме, может быть сделано устройство с очень сложными функциями, я покажу, как работает одна модель.



Назначение модели — демонстрировать процесс поиска и запоминания кратчайшего пути, приводящего к цели (нажатая кнопка). Если включить модель, предварительно нажав какую-нибудь кнопку, то релейная схема сначала будет искать эту кнопку, опробуя поочередно все другие кнопки слева направо. Этот поиск виден как поочередное освещение прозрачных полосок на лицевой стороне модели. После того, как нажатая кнопка будет найдена, поиск прекращается. Результаты поиска «запоминаются» моделью, и при всех последующих включениях освещаются уже только те полоски, которые непосредственно ведут к нажатой кнопке. Однако так система ведет себя до тех пор, пока продолжительность отключения модели не превысит времени, в течение которого она «способна помнить». Если «память» стерлась, то поиск начинается снова. Возможен случай, когда ни одна кнопка не нажата; тогда машина это «запомнит», и при последующих включениях никаких поисков система производить не будет (лампочки не будут загораться).

Выполнение всех этих сравнительно сложных функций осуществляется при помощи исключительно простой схемы, состоящей из цепочек последовательно включенных реле.

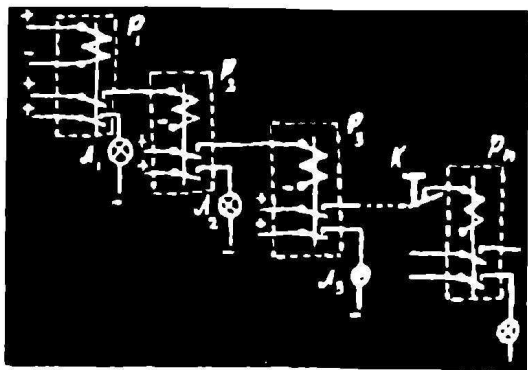


Схема осуществления функций «памяти», состоящая из цепочек последовательно включенных реле.

Вот как, например, производится поиск. При нажатии пусковой кнопки срабатывает первое реле (P_1) и зажигается лампочка (L_1), освещающая первый участок пути; одновременно реле P_1 своими контактами замыкает цепь обмотки реле P_2 . Это реле зажигает лампочку L_2 второго участка и включает реле P_3 , и так происходит до тех пор, пока не будет найдена нажатая кнопка K . В этом случае следующее реле и все остальные не получают тока и не включаются. Поиск прекратится. При этом на всех ненажатых кнопках срабатывают специальные реле, которые отсекают лишние пути, поэтому при последующих включениях будут срабатывать только реле, идущие непосредственно к цели (включенная кнопка).

Какой же важный вывод можно сделать на основании наблюдения за этой моделью? Вся ее работа каждый раз сводится к тому, чтобы дать ответ: нажата кнопка или нет. И в зависимости от этого модель производит все дальнейшие действия. Нетрудно видеть, что к таким же простым логическим действиям могут быть сведены любые операции человека по управлению производственным процессом. Принимая какие-нибудь решения по управлению, человек каждый раз сравнивает наблюдаемый им процесс с установленной для него программой. Если действительное значение соответствует заданному, то, естественно, ничего не нужно делать; в случае же, когда соответствия нет, нужно принимать какое-то решение.

В наиболее простом случае определяется сам факт отклонения контролируемой величины и в какую сторону оно происходит. При этом человек, управляющий процессом, решает простые логические задачи: есть или нет отклонения, если есть, то в какую — и в зависимости от этого действует.

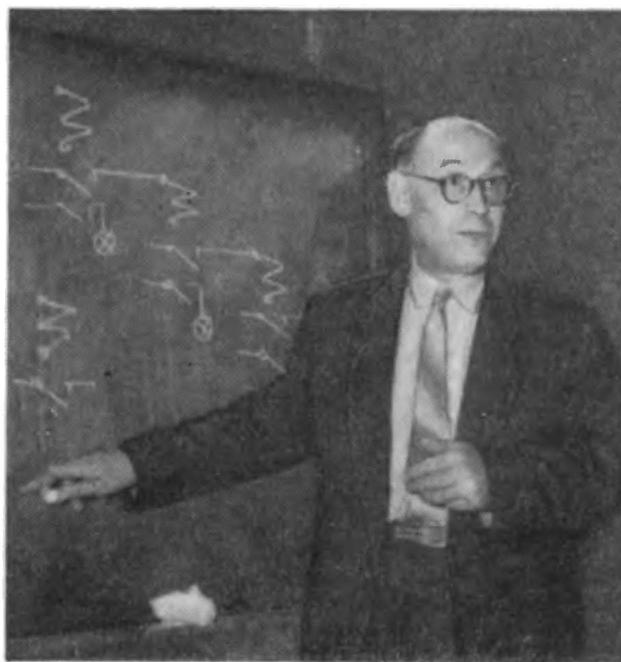
Даже очень сложные задачи по управлению могут быть сведены к аналогичным простым задачам. Интересно отметить, что это соответствует структуре нервной системы человека. Действительно, возбуждение в цепях нервной системы передается от нейрона к нейрону тоже по принципу релейного действия.

Возбуждение каждого нейрона следует всегда только при определенной комбинации нервных импульсов, полученных им от соседних нейронов, находящихся в возбужденном состоянии и связанных с данным нейроном, что сходно с принципом двонного выбора, осуществляемым релейным элементом.

Цепочки, составленные из реле, чрезвычайно похожи на цепочки нейронов и так же, как последние, позволяют осуществлять чрезвычайно сложные

функции. Чем больше релейных элементов мы сможем включить в схему, тем сложнее функции она будет выполнять. Еще сравнительно недавно строить машины с количеством элементов порядка 10 тысяч было очень трудно. Сейчас же реле выполняются в виде очень маленьких деталей, например, колечек («торов»), диаметром 1—1,5 миллиметра, выполненных из металла, обладающего специальными магнитными свойствами. Из таких колечек составляются очень сложные схемы, которые могут «запоминать» много фактов, делать логические заключения, выполнять сложные функции по управлению и т. д.

По мере уменьшения размеров релейных элементов будет увеличиваться их количество, которое может быть включено в одной схеме, и благодаря этому будут усложняться функции, выполняемые такими устройствами. Следовательно, будущее таких автоматических устройств зависит от того, насколько интенсивно будет развиваться релейная техника, как быстро будут создаваться элементы все меньших и меньших размеров и строиться все более и более сложные системы.



В связи с этим возникает вопрос: может ли быть машина «умнее» человека, который ее создал? Здесь нужно прежде всего пояснить, что вкладывается в понятие «умнее». Рассмотрим два вопроса, относящиеся к этому. Способна ли машина более точно и более быстро осуществлять те функции, которые ей задал человек? На это можно спокойно ответить: да. Способна ли машина осуществлять более сложные функции, чем ей были заданы? В общем, и на этот вопрос надо ответить положительно.

Действительно, для автоматических вычислительных машин сейчас уже не задают полностью программы. Эти машины по тем директивам, которые составлены человеком, сами для себя разрабатывают программу.

Мы сейчас, например, работаем над такими устройствами, которые будут сами для себя строить схемы и которые смогут проверять очень сложную продукцию, выпускаемую заводом. Для этого про-

дукция будет приключаться к релейной схеме, проверяющей безошибочность монтажа и выдающей печатную ведомость, в которой указаны все обнаруженные дефекты.

Заложены ли в современных машинах какие-нибудь новые принципы или какие-нибудь новые открытия, которые позволили сразу сделать такой большой скачок в автоматике? Я думаю, что на этот вопрос нужно ответить, что основным является появление новых релейных элементов, использование все большего и большего количества их и сочетание в более сложные схемы, обладающие новыми функциями. Очевидно, увеличение количества элементов переходит в качество, и поэтому машины, содержащие очень много элементов, дают возможность выполнять новые, иногда даже неожиданные функции.

Я не решился бы сейчас предсказывать, насколько быстро и какими путями пойдет развитие автоматики и телемеханики. Всего несколько лет тому назад у нас и в иностранной печати обсуждался вопрос, смогут ли машины переводить. Были ученые, которые говорили, что машины не смогут осуществлять перевода с одного языка на другой, а

сейчас этого вопроса не существует. Машины переводят пока еще, может быть, не очень сложный текст, но уже достаточно хорошо и иногда даже точнее, чем человек.

На своем опыте я неоднократно убеждался, что очень сложная машина после отладки и запуска в действие становится «умнее» нас, потому что иногда осуществляет такие операции, которые на первый взгляд могут показаться ошибочными. В действительности же оказывается, что машина была «права». Она более точно выполняет те сложные функции, которые ей задали и в которых человек иногда ошибается. Существенно и то, что машины могут выполнять не только более точно и быстро свои функции, но и без усталости.

Говоря об автоматике завтрашнего дня, можно смело утверждать, что автоматические машины релейного (дискретного) действия будут находить все большее и большее применение. Они будут вести сложные и чрезвычайно трудоемкие статистические работы, водить поезда, управлять всем комплексом работ по добыче угля, нефти и многими другими производственными процессами, освобождая человека от тяжелого и утомительного труда.

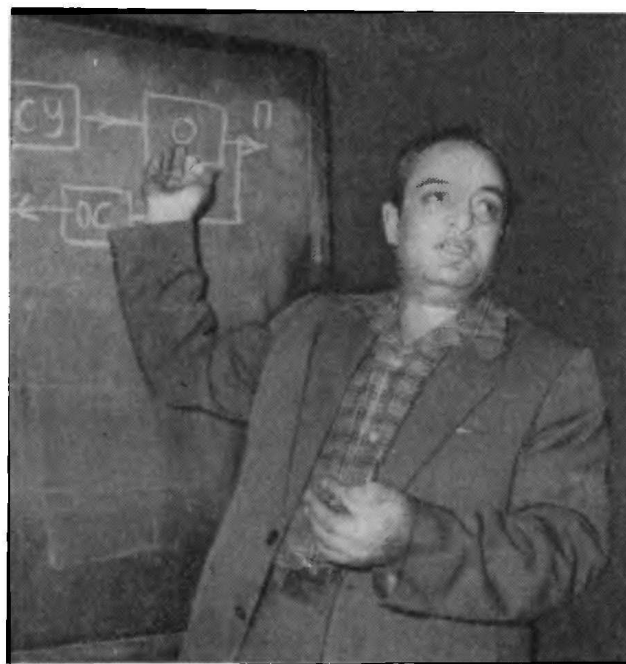
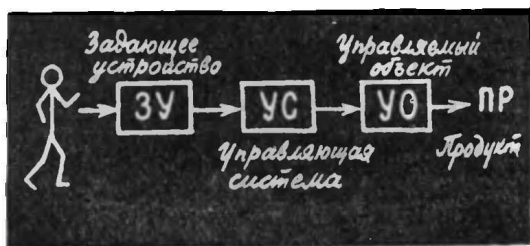
САМОНАСТРАИВАЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ

А. Я. ЛЕРНЕР,

доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией Института автоматики и телемеханики АН СССР.

НАША СЕГОДНЯШНЯЯ встреча посвящена главным образом автоматике будущего. Непосредственно в мою задачу входит рассказать о самонастраивающихся системах автоматического управления. Чтобы сделать эту проблему более ясной, мне придется начать с автоматики прошлого, потому что через прошлое и настоящее легче заглянуть в будущее.

Раньше управление процессами, машинами, различного рода техническими устройствами осуществлялось с помощью так называемых систем разомкнутого управления. Образно выражаясь, это было управление при помощи слепого исполнения. Человек, управляющий процессом, задавал определенные команды техническим устройствам, они выполняли их, но что из этого получалось, никак не контролировалось. Если в соответствующий момент подавалась нужная команда, то и процесс протекал желательным образом; если же человек ошибался или менялись условия и команда оказывалась неподходящей, то процесс шел не так, как требовалось. Графически подобную систему управления можно изобразить в виде такой цепочки:



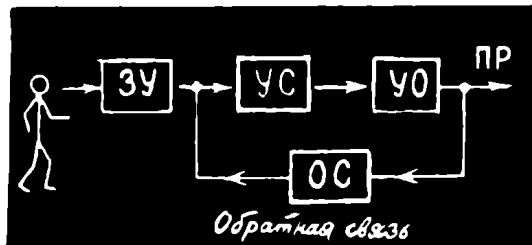
Рассмотрим в качестве примера управление процессом термической обработки стальной проволоки, движущейся через нагревательную печь.

Оператор, задавая определенное количество топлива, поступающего в печь, в некоторых случаях может рассчитывать на то, что температура в ней будет такая, какая нужна для получения требуемых механических свойств проволоки. Но нетрудно заметить, что это предположение является малообоснованным. Действительно, могут измениться условия теплопередачи в печи, и при одном и том же расходе топлива температура в ней окажется иной, качество топлива может быть не таким, как это предполагалось, что, конечно, скажется на температуре. Далее может измениться скорость продвижения проволоки; поэтому, несмотря на то, что тем-

температура в печи достаточная, свойства металла не будут соответствовать заданным. Очевидно, что во всех этих случаях такая система управления окажется несостоятельной и требуемого эффекта не будет получено.

Поэтому пошли по линии создания принципиально иной системы управления, при которой осуществляется проверка исполнения, то есть тем или иным образом оценивается работа управляемого объекта, и в результате получают дополнительные сигналы, которые проверяют результаты воздействий, производимых человеком. В этом случае оператору остается только задать какой-то режим, в котором должен работать агрегат, а устройство обратной связи обеспечит сравнение этого режима с заданным. Управляющая система уже действует в зависимости не от команд, подаваемых человеком, а от результатов сопоставления с заданным режимом. Если система контроля действует точно и оператор задал целесообразно выбранную температуру, то установка будет работать хорошо и человеку не придется все время подавать команды; это будет делать сама система управления, причем не слепо, а сообразуясь с получаемыми результатами. Каков бы ни был режим, система выправит его и установит то состояние объекта, которое определил человек. Значит, функции человека уменьшаются, не нужно задавать всей программы, а только тот режим, который должен поддерживаться системой, функции которой при этом усложняются. Следовательно, мы можем сказать, что при такой системе управления количество информации, получаемой от объекта, увеличивается, а поступающей от человека — уменьшается, и система в этом случае работает гораздо совершеннее.

Такие системы управления, называемые замкнутыми системами, или системами с обратной связью, можно схематически изобразить так:



Эти системы получили большое распространение при управлении различными процессами. Например, с их помощью осуществляется автоматическая регулировка частоты генератора, давления пара в котлах, напора в водопроводной магистрали, температуры нагрева стали, скорости прокатки, температуры в холодильнике, и многих других самых различных параметров в технике, на транспорте, в промышленности, в научных исследованиях.

Но, несмотря на все совершенство этих систем, они еще не в полной мере удовлетворяют предъявляемым требованиям. Возникли новые задачи, для решения которых нужны и новые средства автоматического управления. Оказалось, что человек не всегда может задать режим работы установки, а в тех случаях, когда и может это сделать, не всегда осуществляет наилучшим образом.

Вернемся к нашему примеру. Нетрудно представить себе такой случай, когда для получения проволоки с соответствующими свойствами недостаточно при термообработке задать только темпе-

ратуру, которая должна поддерживаться. Если изменится, например, кристаллическая структура стали, то окажется, что при той же температуре свойства конечного продукта не будут соответствовать предъявляемым требованиям. Чтобы получить сталь наилучшего качества, скажем, с наибольшей прочностью, нужна уже какая-то иная температура обработки.

Сумеет ли человек своевременно заметить происшедшие изменения и внести коррективы? Очевидно, что во многих случаях не сумеет. Следовательно, возникает задача построить такую систему, которая бы учитывала не только соответствие заданному режиму, но и сама выбирала бы режим, сама определяла бы, какой режим является наиболее выгодным, и перестраивала управление таким образом, чтобы поддерживать в каждый данный момент времени наилучшие условия работы.

Таковыми свойствами и должна обладать самонастраивающаяся система автоматического управления.

Задача установления оптимального, то есть наиболее выгодного режима, является актуальной для очень широкого класса объектов управления. Прежде всего автоматически изменять заданный режим работы оказывается необходимым в тех системах, где быстро и в широких пределах меняется качество исходного сырья, что имеет место, например, в целом ряде химических производств. Такая же задача автоматической перестройки режима возникает, когда нарушаются условия работы. Представьте себе, что производится бурение скважины. Бур проходит через породы, обладающие разными свойствами и поэтому создающие для него неодинаковое сопротивление. Если мы выберем режим работы, соответствующий мягким породам, то он окажется неприемлемым, когда бур попадет в каменные породы, и наоборот.

Даже простое перечисление возможных областей применения самонастраивающихся систем заняло бы слишком много времени. Поэтому я остановлюсь на одном, наиболее перспективном направлении автоматизации ближайшего будущего. Речь идет о применении самонастраивающихся систем для решения так называемых вариационных задач. Ограничусь лишь очень популярным примером.

Представьте себе, что нам надо создать систему управления таким объектом, как клапан, регулирующий количество жидкости, протекающей по трубопроводу; пусть поворот клапана происходит с помощью рычага, передающего нужные для этого усилия от двигателя.

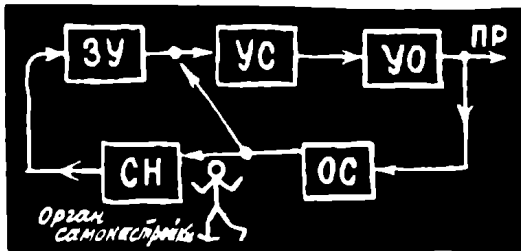
Если устроить передачу так, что большое перемещение рычага вызовет лишь незначительное изменение в положении клапана, то система управления будет работать очень вяло, и, конечно, возникающие нарушения режима будут компенсироваться чрезвычайно медленно. С того момента, как возникла необходимость изменить режим работы, до осуществления этого изменения пройдет много времени. Если же выбрать передачу таким образом, чтобы ничтожное смещение вала двигателя вызвало резкий поворот клапана, система будет работать неустойчиво: то полностью закрывать клапан, то открывать его. Она будет вести себя, как нервный человек под душем, который, стараясь установить нужную ему температуру воды, резко крутит кран в разные стороны, но желаемого эффекта не получает.

Оказывается, можно найти такое соотношение плеч рычага, при котором процессе регулирования будет не слишком резким и не очень вялым. Если

мы создадим устройство, автоматически измеряющее время регулирования и в соответствии с этим меняющее соотношение плеч рычага, то оно подберет его таким, что время регулирования окажется минимальным. Некоторые такого рода простейшие задачи решаются, например, с помощью недавно созданного в нашем институте экстремального регулятора¹, который находит оптимальное значение одной изменяемой величины.

Но часто нам приходится решать гораздо более сложные задачи, когда наиболее выгодное значение параметра находится в зависимости не от одной, а от нескольких и даже многих величин. Так, коэффициент полезного действия котельной установки зависит от расхода топлива и воздуха, от количества и температуры питательной воды, от работы экономайзера и т. д. И в данном случае при помощи самонастраивающихся систем можно найти такое сочетание этих величин, при котором коэффициент полезного действия будет наилучшим, то есть расход топлива на единицу полученного пара окажется минимальным. Вообще поскольку инженерные проблемы, как правило, являются задачами нахождение наилучшего решения, то область применения для этих целей самонастраивающихся устройств чрезвычайно широка и будет, конечно, все время увеличиваться.

Самонастраивающуюся систему можно получить путем присоединения к задающему устройству еще одного блока — органа самонастройки, который получает сигналы и от управляемого объекта и, конечно, от человека, который устанавливает его критерий, соотнося с которым система управляет задающим устройством. Получается такая схема:



В некоторых случаях самонастраивающаяся система может осуществлять поиски нужного режима слишком долго. Если не принять специальных мер, то в тех случаях, когда параметр, оптимальное значение которого должна находить система, зависит от десятка факторов, эти поиски могут продолжаться даже в течение десятков лет. Понятно, что такая скорость самонастройки не может удовлетворить нас.

Одним из наиболее эффективных методов форсирования и увеличения оперативности самонастраивающейся системы управления является использование «памяти».

С присоединением «памяти» система уже может не начинать каждый раз сначала поиски наилучшего режима. В тех случаях, когда соответствующая ситуация повторяется, система сразу же устанавливает нужный режим. Но может оказаться, что условия все-таки не точно отвечают заданному режиму, тогда устройство может совершить проб-

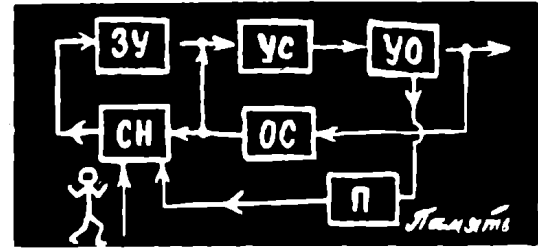


Схема использования «памяти» в самонастраивающейся системе управления.

ные движения и попытаться найти режим, уже точно соответствующий условиям. В дальнейшем усовершенствование режима работы будет протекать в ходе регулируемого процесса. При этом, если система найдет самое лучшее решение, она может запомнить его с тем, чтобы в другой раз быть «умнее».

Такие системы можно назвать самообучающимися, ибо они будут накапливать опыт работы и будут пользоваться накопленным опытом работы для самосовершенствования.

В этом направлении мы также начинаем вести работы.

Можно сейчас предвидеть еще и дальнейший этап: создание систем, которые будут определять собственную структуру, устанавливать, на какие регулирующие органы им лучше воздействовать, и будут изменять, в зависимости от ситуации, направление своих воздействий. Это потребует присоединения к этим машинам очень развитой логической части, которая должна находить наилучший режим как можно быстрее, устанавливать, какие величины можно менять, в каких пределах, что является дозволенным и что недозволенным.

Естественно возникает вопрос: что же сейчас делается в этом направлении, применяются ли уже самонастраивающиеся системы? Нужно сказать, что пока практическое применение таких систем очень ограничено, они только-только начинают появляться. Сейчас проводятся первые опыты использования экстремальных регуляторов на тоннельных печах, в которых обжигаются огнеупорные материалы. В нашем институте создан также экстремальный регулятор, успешно осуществляющий автоматическую настройку радиостанций в резонанс с частотой возбуждения и находящий такую связь с антенной, при которой мощность в ее цепи была бы равна заданной. В настоящее время заканчивается сооружение промышленной установки, которая будет оснащена такой аппаратурой.

Нам удалось ввести в действие одну самонастраивающуюся систему в металлургической промышленности. Эта система осуществляет управление станом, на котором из полосы автоматически сваривается труба.

В настоящее время ведутся работы над применением самонастраивающихся систем для управления химическими процессами. Успешное завершение этих исследований имеет большое народнохозяйственное значение. Мы ожидаем, что удастся повысить скорости протекания реакций и значительно уменьшить потери ценного сырья. Эти очень сложные исследования только начинаются, но мы ясно видим пути их решения.

¹ Об этом регуляторе см. заметку в № 6 нашего журнала за 1958 год.

Непримиримые ПОЗИЦИИ

Э. КОЛЬМАН, доктор философских наук.

Рис. Е. Скакальского.

ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВЫ НАУКИ

ЧТО СЛЕДУЕТ ПОНИМАТЬ под философскими основами науки? Правомерно ли вообще утверждать, что существуют какие-то философские проблемы в той или иной конкретной научной дисциплине? Ведь каждая из них имеет свой определенный предмет и методы исследования. Поэтому может показаться, что ставить вопрос о каких-то философских проблемах в конкретной науке нет достаточных оснований. Но такая точка зрения неправильна, ибо всякая наука, в том числе и естественная, имеет дело с общими понятиями. А они принадлежат не только специальной, частной науке, но и философии, которая вырабатывает мировоззрение и метод познания, изучает общие законы развития природы, общества и человеческого мышления.

В самом деле, если взять такие понятия, как материя, движение, пространство, время, то нетрудно убедиться в том, что все они принадлежат равным образом как физике, так и философии. Физика своими методами, астрономия своими, математика своими разрабатывают те или иные понятия, а общие результаты этого исследования обобщает философия.

Однако правильному философскому обобщению данных естествознания мешает господствующая в условиях капиталистического общества идеалистическая и метафизическая идеология. Если ученые буржуазных стран и дают замечательные экспериментальные и теоретические результаты в науке, то те философские выводы, к которым они приходят, бывают в большинстве случаев оши-

бочными, антинаучными. Это происходит вследствие борьбы двух лагерей в философии — материализма и идеализма, идеологической борьбы между миром социализма и миром капитализма. Она пронизывает всю духовную жизнь капиталистических стран, не оставляя не затронутыми ни одной науки, в частности и физики. Позиции материализма и идеализма непримиримы, и никакое «нейтральное», промежуточное решение не может быть найдено для философских проблем физики.

РОЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА В ФИЗИКЕ

По мнению многих ученых на Западе, современная физика — это абстрактная, математическая, чисто теоретическая наука, и поэтому теория, абстракция, математика являются основной внутренней движущей силой развития современной физики.

Некоторые сторонники такой точки зрения заявляют, что современная физика стала столь же абстрактной наукой, как и математика. Отсюда они делают вывод, что физика может быть полностью и раз навсегда аксиоматизирована, то есть можно создать систему положений, которые принимаются без доказательств, и из нее чисто логическим, дедуктивным путем вывести законы физики, не прибегая ни к каким экспериментам.

Подобное утверждение, однако, противоречит действительности. Начиная с первых шагов современной физики и на протяжении всего ее развития роль «внутреннего двигателя» всегда играл эксперимент. Но если в классической физике XIX и начала XX века

эксперимент проводился при помощи сравнительно простых приборов, то в настоящее время для его осуществления требуются обычно чрезвычайно мощные и огромные по своим размерам установки, созданные благодаря успешному развитию тяжелой индустрии. Без гигантских ускорителей частиц, без огромных источников энергии, без сложнейших вакуум-аппаратов, радиоэлектронники, счетчиков и т. д. — без всего этого современная физика не могла бы прийти к тем колоссальным успехам, которых она достигла. И только на этой индустриальной базе возможны новые, все более точные эксперименты и строятся новые, все более сложные теории физики.

Могущество современных экспериментальных средств может быть охарактеризовано хотя бы тем, что благодаря им радиоастрономия изучает объекты, удаленные от нас на 10^{27} см — десятки миллиардов световых лет, а микрофизика проникает в глубь вещества до расстояний 10^{-13} см. Таким образом, числовое соотношение между обоими полюсами нашего знания материи в пространственно-времени достигло ныне 10^{40} .

ОТ МАКРО- К МИКРОМИРУ

Предмет современной физики качественно отличается от предмета классической физики. Вторая имела дело с макромиром, который можно воспринимать органами наших чувств прямо или опосредованно (при помощи микроскопа, телескопа и т. д.). С открытия лучей Рентгена в 1895 году приоткрылась завеса на доколе совершенно неведомый микромир, который недоступен чувственно-

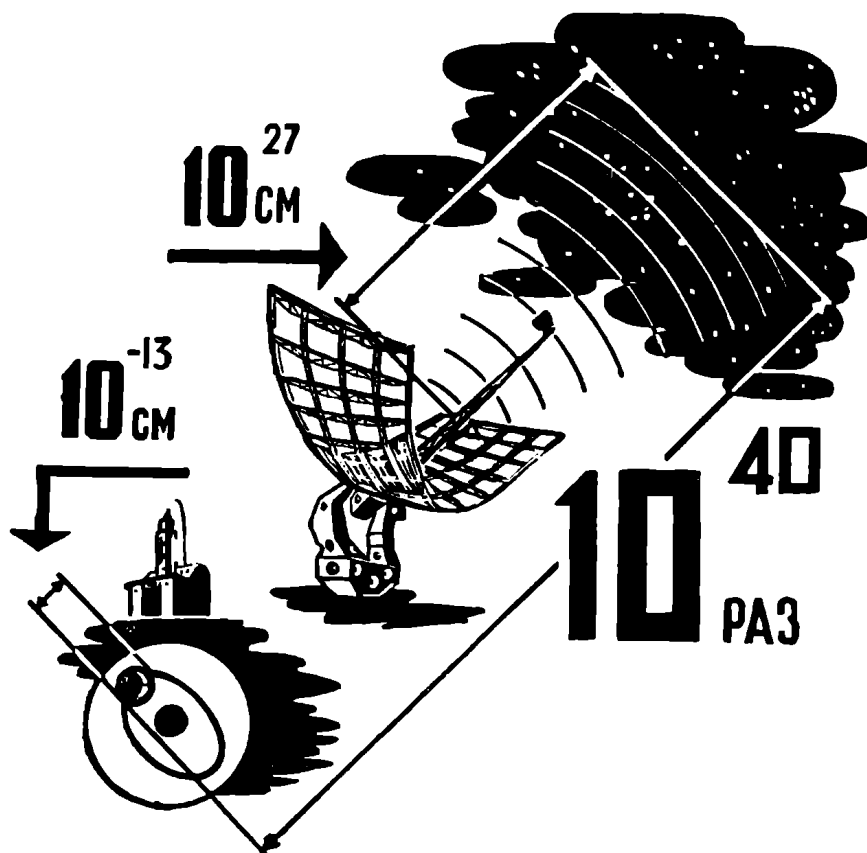
наглядному восприятию. Никакие механические или иные макроскопические модели не могут дать полного и во всех отношениях верного отражения его сущности. Подобные модели, как, например, боровская планетарная модель атома, капельная модель атомного ядра или гидродинамическая модель единого поля, имеют лишь относительное значение, являются только частичной аналогией. Нельзя считать, что электрон — действительно шарик, движущийся по круговой или эллиптической орбите вокруг атомного ядра, что ядро — это капля жидкости или что мир в самом деле состоит из вихревых возмущений какой-то жидкости.

Как только ученые начали знакомиться с микромиром, для которого не подходят понятия, созданные в виде копий, снимков, объектов макромира, то они заговорили о кризисе своей собственной науки. Не умея осмыслить новые факты, буржуазные ученые приходили часто к идеалистическим, а иногда к откровенно религиозным и мистическим выводам. Между тем, как показал в своей работе «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин, подлинное содержание достигнутых наукой успехов говорило о том, что в физике на смену старому, механистическому мировоззрению приходило мировоззрение диалектического материализма.

Физика шла гигантскими шагами вперед, накапливая все новые и новые, подчас самые, казалось, неожиданные факты: масса не постоянна, а меняется со скоростью; материя не обладает непроницаемостью; атомы разрушаемы; скорость тела не может превосходить скорости света; пространственные формы отличаются от тех, которые выражены в общепринятой евклидовой геометрии.

Качественно иное значение приобрела теперь математика. Если раньше она служила почти исключительно для обработки результатов эксперимента, то теперь она стала необходимой и для создания количественных моделей физических процессов. В физику вторгаются разрывные функции, мнимые величины и другие абстрактные математические понятия.

Современная физика поставила перед математикой новые сложные задачи, потребовала дальнейшего развития имеющихся и создания новых математических методов. Созданные на основе электроники быстродействующие вычислительные машины и устройства значительно усилили роль ма-



Диапазон наших знаний: «самое далекое» превышает «самое близкое» в 10^{40} раз.

тематики в исследовании проблем физики.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что современная физика характеризуется сочетанием экспериментов, выполняемых на основе могучей индустриально-технической базы, с сугубо абстрактными теоретическими методами исследования. Таков путь развития всего человеческого познания. Как указывал В. И. Ленин, оно движется от познания видимости к познанию сущности, отсюда к познанию сущности более глубокой, от познания более простых видов материального движения к познанию видов все более и более сложных и недоступных простому восприятию. Благодаря этому удается все глубже познать закономерности природы и еще шире поставить эти закономерности на службу практике.

ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

В современной физике имеются два более или менее завершённых основных учения: теория относительности и квантовая теория.

Теория относительности изучает взаимозависимость пространства, времени, материи и движения. Как известно, уже классическая физика знала, что ряд физических характеристик не абсолютен, а зависит от других факторов. Относительными признавались, в частности, положение и скорость тела. Современная физика добавила к ним еще ряд других: пространственное расстояние, промежуток времени, массу тела. Абсолютность этих величин была развенчана современной наукой благодаря успехам экспериментальной физики.

В 1881 году американский ученый А. А. Майкельсон, а после и многие другие произвели ряд опытов, при помощи которых пытались установить абсолютную скорость Земли. Эти опыты дали отрицательный результат: оказалось, что абсолютной скорости Земли не существует. Отсюда А. Эйнштейн с логической неизбежностью сделал в 1905 году вывод: пространственное расстояние, промежуток времени и масса тела являются относительными характеристиками. Так было по-

ложено начало специальной теории относительности.

Лишение пространственных длин, промежутков времени и масс тел их физической абсолютности чрезвычайно поразило физиков и философов. Они никак не могли совместить эти факты с привычными представлениями и приходили к самым крайним идеалистическим выводам.

Острая философская борьба стала вестись вокруг одного из основных положений теории относительности — так называемой эквивалентности массы и энергии. Согласно этому положению, всякой частице вещества свойственна внутренняя энергия, которая равна массе покоя частицы, умноженной на квадрат скорости света в вакууме. Таким образом, любая частица вещества, независимо от своего химического состава, обладает определенной и к тому же очень большой внутренней энергией. Закон, выведенный теоретически Эйнштейном, затем был подтвержден экспериментально. На нем основано практическое использование внутриатомной энергии, расчет всех внутриатомных реакций, их энергетического баланса. Им объясняется так называемый дефект массы, проявляющийся в том, что химические элементы имеют атомные веса с дробными числами.

Следовательно, специальная теория относительности проверена и доказана полувекковой практикой, в том числе и промышленной, — она неопровержима. Конечно, с дальнейшим развитием физики, вероятно, и теория относительности потерпит какие-то изменения, потому что любая физическая теория является всегда лишь приближенной. Но это не значит,

что ее положения будут просто отвергнуты. И, понятно, не будет отвергнут принцип неразрывно связывающий энергию и массу тела, согласно названной формуле, — он является одним из важнейших законов современной физики.

Однако физики, не знающие диалектического материализма или не желающие с ним считаться, делают и делают сейчас из этого фундаментального закона совершенно неправильные философские выводы. Они утверждают, будто этот принцип до всякого опыта положен в основу данной научной дисциплины. И, что еще хуже, формулируют его как «принцип эквивалентности», утверждая, что масса и энергия равнозначны. Поскольку массу они считают мерой материи, а энергию — мерой движения, то это толкование быстро превращается в их устах в эквивалентность движения и материи. Если же материя может превращаться в движение, то можно смело отказать от нее и признавать только одно движение без материи!

Таким образом, здесь налицо возрождение энергизма Оствальда, того энергизма, который В. И. Ленин разоблачил в своем труде «Материализм и эмпириокритицизм» как одну из разновидностей идеализма. Как известно, сам В. Оствальд в 1910 году под давлением фактов вынужден был от своей точки зрения отказаться.

Известно, что теория относительности в своем развитии прошла два этапа: сначала была создана специальная теория от-

носительности, а затем, в 1916 году, общая ее теория. Последняя доказывает, что физическое пространство не согласовывается с евклидовой геометрией: чем больше плотность вещества в какой-нибудь области Вселенной, тем больше уклоняется геометрия этой части Вселенной от евклидовой. Здесь чувственно-наглядные представления перестают нам служить еще в большей степени, чем прежде.

Не удивительно, что эти изменения в наших представлениях о пространстве сразу были использованы самыми крайними приверженцами идеализма, мистики, религии, спиритизма. Они утверждали, что, поскольку пространство обладает такими свойствами, оно должно быть не трехмерным, а вмещенным в четырехмерное пространство, которое якобы является обиталищем медумов, духов и т. д. А. Эйнштейн высмеял эти вымыслы, показал их нелепость.

Между тем, как бы ни изменялись наши представления о пространстве, какими бы абстрактными и «мудреными» они ни становились, неизменным остается положение диалектического материализма, утверждающего, что пространство так же, как и время, является основной формой бытия материи, что оно существует независимо от сознания и познается нами.

Трудности, связанные с понятиями общей теории относительности, проявляются особенно тогда, когда ее применяют к проблемам строения и развития Вселенной. Многие физики и астрономы на Западе ввиду этих трудностей приходят зачастую к совершенно ошибочным идеалистическим выводам. Так, например, некоторые



От умозрительного созерцания к современным тончайшим приборам — так менялись средства, при помощи которых человек познавал материю и ее движение.



Эйнштейн «не дал ордера» на вселение «духов» в «четвертое измерение».

физики на Западе утверждают: раз законы физических процессов не зависят от движения той материальной системы, где эти процессы происходят, то все системы абсолютно равноправны. Поэтому, мол, безразлично, считать ли по Копернику, что Земля обращается вокруг Солнца, или по Птолемею, что Солнце обращается вокруг Земли. Нетрудно доказать, что это рассуждение ошибочно.

В связи с этим заметим, что отдельные физики-материалисты считают, что для того, чтобы избежать подобных антинаучных выводов, нужно свести общую теорию относительности только к теории тяготения. Иную позицию занимают советские физики академики Л. Д. Ландау и Н. Е. Тамм, профессора Д. Д. Иваненко, М. Ф. Широков, польский физик Л. Инфельд и другие ученые. Они считают, что общая теория относительности не сводится только к теории тяготения. Для того, чтобы опровергнуть неправильные выводы, которые делают из теории относительности на Западе, нет необходимости ограничивать ее значение. Тем более, что искусственные спутники Земли дадут, по всей видимости, подтверждение общей теории относительности.

Общая теория относительности дает возможность строить различные математические модели

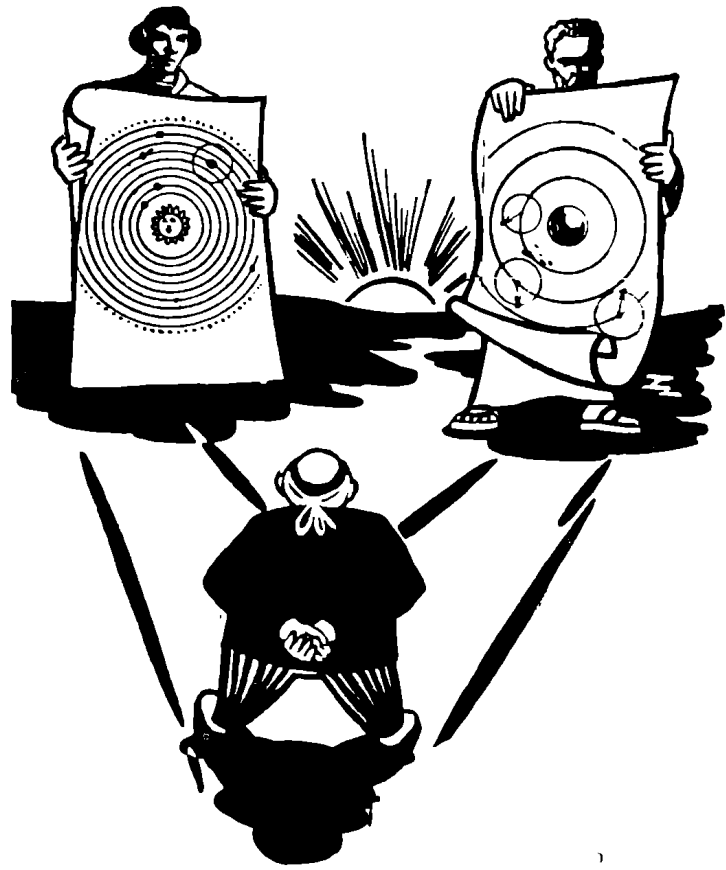
Вселенной с различными геометриями. Как этому учил В. И. Ленин, диалектический материализм связан лишь с признанием материальности и познаваемости пространства, но не с признанием той или другой его геометрии. Установление же геоме-

трических свойств пространства — это дело развивающегося естествознания.

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

Борьба материализма с идеализмом проявляется не только в теории относительности, но и в квантовой механике.

Квантовая механика имеет дело с атомными масштабами, то есть она распространяется на величины порядка от 10^{-8} до 10^{-13} см. В подобных масштабах материя проявляет себя в двух разновидностях: как вещество и как поле. Обе эти разновидности тесно связаны и вместе с тем находятся в противоречии друг с другом. Как известно, вещество состоит из частиц — молекул, атомов, атомных частиц. Каждая частица локализована: находится в определенном месте пространства, имеет массу, подчиненную своим законам. С каждой частицей неразрывно связана другая



Некоторым буржуазным ученым кажется, что все равно, куда идти: «налево», к Копернику, или «направо», к Птолемею.

качественная разновидность материи — поле, которое называют также излучением. В отличие от частиц поле распространяется на все пространство Вселенной. Точно так же, как имеются разновидности частиц, существуют и разные виды полей.

Скорость движения частицы имеет верхний предел — скорость света в вакууме. Между тем поле связано с так называемой фазовой скоростью. Последняя всегда больше скорости света в вакууме, которая объединяет обе качественные разновидности материи: вещество и поле. Она представляет узловую точку перехода от одной качественной разновидности существования материи к другой. Поэтому идеалистические толкования так называемого «принципа эквивалентности» совершенно лишены основания. В природе происходит не превращение вещества в энергию, а превращение вещества в поле или, наоборот, поля в вещество. Оба эти процесса можно наблюдать и искусственно создавать в лаборатории. Таким образом, оба эти процесса вовсе не опровергают материализм, а, напротив, вновь и вновь подтверждают его высшую фазу — материализм диалектический.

При этом массу (она переменна!) нельзя больше считать мерой материи, а энергию (она локализована!) — лишь мерой движения. Масса и энергия, подобно тому как и заряд, — это показатели разного рода взаимодействий, подчиняющиеся законам сохранения, неразрывно связанным с коренными свойствами пространства и времени.

МАТЕРИЯ ПРОТИВОРЕЧИВА

Из сказанного видно, что структура материи вовсе не так проста, как хотелось бы тем, кто стремится объяснить ее, исходя из принципа «экономии мышления». Существует множество качественно различных видов частиц и полей. Структура материи бесконечно богата и разнообразна. Материя не может быть сведена к какой-то механической или электромагнитной схеме.

Материя глубоко противоречива. В самой основе ее заложено свойство, на котором потом строятся многочисленные противоречия, наблюдаемые нами, так сказать, на ее поверхности: между распыленной материей и звездами, между полем и частицами, между мертвой и живой материей и т. д., а также против-

речивые формы движения материи — непрерывность и прерывность, неограниченность и ограниченность, отталкивание и притяжение и т. д. Все эти формы и свойства материи и ее движения являются лишь проявлениями основного противоречия — противоречия между временем и пространством.

Как время, так и пространство являются основными формами существования материи, условиями ее бытия. Суть противоречия между временем и пространством прослеживается на историческом развитии научных представлений о строении материи.

Две тысячи лет назад Анаксимандр исходил из единственной, сплошной, непрерывной перво-материи «апейрона». Затем, после четырех стихий Аристотеля, появляется у Демокрита множество качественно различных атомов, у Лукреция Кара число их стало бесконечным. В период средневековья алхимики сократили число первовеществ до двух: серы и ртути. С появлением научного естествознания число атомов вновь возросло, сначала примерно до сотни, а затем и трехсот вместе с изотопами. Но одновременно стали полагать, что в их основе лежат всего только две «элементарные» частицы: электрон и протон. В последнее время оказалось, что количество «элементарных частиц», качественно различных, хотя и взаимно превращаемых, больше. Пока их открыто около двадцати.

Таким образом, развитие шло в целом, хотя и с колебаниями, от единого начала к множественности элементарных сущностей. И всякий раз само открытие новой «элементарной» ступени было противоречиво. С одной стороны, оно вскрывало качественный скачок в развитии материи, с другой стороны, оно представляло собой временную остановку в развитии познания, поскольку «элементы» предполагались «последними» бесструктурными составными частями материи.

В самое последнее время эта тенденция развития изменилась: В. Гейзенбергом созданы контуры единой теории поля и частиц, которая в первом приближении представляет собой как бы возврат к «апейрону», к перво-материи. Но понятно, этот возврат произошел на несравненно более высоком уровне, чем тот, на который по зачаточному состоянию тогдашней науки был способен древнегреческий стихийный материалист и диалектик.

В основе новой теории лежит полная функция, физический смысл которой представляет некоторое подобие элементарного вихря, взаимодействующего с самими собой, что находит свое отражение в нелинейном характере волнового уравнения. Единая теория поля строится по идеям, высказанным еще в 1930 году советскими учеными В. А. Амбарцумяном и Д. Д. Иваненко, с включением в теорию фундаментальной длины порядка 10^{-13} см и фундаментального промежутка времени порядка 10^{-24} сек.

Замечательно также, что волновая функция относится к индивидуальным частицам, а не только к их ансамблям, как пытались некоторые физики истолковывать квантовую механику. Иначе говоря, эта функция, несмотря на свои необыкновенные свойства и невозможность наглядного представления микроробъектов, выражает самые коренные характеристики и свойства любой структурной «элементарной» части материи, ее массу, заряд, время жизни, взаимопревращаемость.

В дальнейшем, при переходе к области слабых взаимодействий (например, бета-распада, когда нейтрон, испуская пару — электрон и нейтрино, переходит в протон), может встретиться новая фундаментальная длина, в данном случае порядка 10^{-17} см, а еще позже, при переходе в области гравитонов (если они существуют), еще несравненно более мелкая фундаментальная длина порядка 10^{-58} см.

Идеи единой теории поля и частиц знаменуют собой выдающиеся достижения научного познания. Это не означает, однако, что данная теория поля должна фетишизироваться, рассматриваться как законченная. И не только потому, что она не сумела еще объединить квантовую физику с общей теорией относительности и что получаемые из нее характеристики «элементарных» частиц пока лишь грубо приблизительно соответствуют экспериментальным, но прежде всего потому, что некоторые встречающиеся в ней понятия, такие, как «отрицательная вероятность», должны еще получить материалистическое истолкование.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ МИКРОМИРА

В микромире благодаря двойственной природе микроробъектов, их прерывно-непрерывному характеру господствуют особые законо-