

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ

001

ИНФОРМАЦИЯ, СВЯЗИ, ЗНАНИЕ*)

Дж. Займан

Из всех модных слов, имеющих широкое хождение, слово «общаться» (communicate), пожалуй, самое подкупающее. Когда Э. М. Форстер поставил в качестве цитаты-посвящения к одному из своих романов фразу «Только общение» (only connect), он думал, несомненно, о человеческих сердцах, а не о бесчисленных «исходящих», размноженных министерскими канцеляриями, и не о роскошной безвкусице воскресных приложений. Никто и никогда не презирал добродетелей отшельника и очарования тишины. Однако в процессе научных исследований общение людей просто неизбежно. Я не собираюсь сейчас скрупулезно обосновывать свое твердое убеждение в том, что науку следует определять как «общепринятое знание»; другими словами, цель ученого состоит в том, чтобы творить и критически оценивать свежие идеи и данные, а также вносить вклад в рациональное согласование этих идей и всей информации¹. Если вы примете это общее положение, то легко согласитесь с тем, что результаты научных исследований становятся реальными научными результатами только тогда, когда они опубликованы. Это отлично знают все активно работающие ученые, хотя они часто обращаются куда беспощаднее с грамматикой, чем даже во сне со своими гальванометрами.

Из поколения в поколение продолжают разговоры о том, что существующая система научного общения представляет собой чудовищный хаос и что в этом направлении необходимо что-то предпринять. Но проходило одно столетие за другим, и в сущности ничего не менялось, разве что хаос просто увеличивался. В наше время к недовольству, высказанному впервые Берналом² лет тридцать тому назад, присоединилось немало ученых мужей: они подтвердили диагноз болезни, поставленный Берналом, и одобрили те лекарства, которые он выписал. И все же никаких заметных сдвигов не произошло.

Можно выдвинуть два простых объяснения существующему положению дел. Те из нас, кто в душе считают себя людьми прогрессивными, клянут врожденный консерватизм человечества. Они утверждают, что мы продолжаем мириться с чрезвычайно неэффективной и неуклюжей системой потому, что мы либо слишком ленивы, чтобы заняться нужными

*) J. M. Z i m a n, Information, Communication, Knowledge, Nature 224, 319 (October 25, 1969). Речь на конференции Британской ассоциации в Эксетере в сентябре 1969 г. Перевод В. А. Угарова.

Следует обратить внимание читателей на трудности, связанные с переводом английского слова «communicate»; в частности, это находит свое отражение в современных газетах, где мелькают слова «коммуникабельность» и «некоммуникабельность». (Перев.)

преобразованиями, либо начисто лишены воображения, чтобы по достоинству оценить те колоссальные преимущества, которые открывает перед нами обновленная система информации. Люди, склонные по своей природе к консерватизму, с другой стороны, скажут, что система не столь уж безнадежно плоха, и будут провозносить благоразумие научной общности, которая не позволила увлечь себя каким-нибудь экстравагантным и ультрасовременным проектом, преимущества которого доказаны лишь на бумаге.

Может быть, на самом деле ситуация несколько сложнее; симптомы болезни были подмечены радикалами верно, но лечение, предложенное ими, оказалось совершенно непригодным!

Мне хотелось бы внести свою долю в эту дискуссию, и я начну с того, что попытаюсь оправдать существующую систему, явно показав ее внутреннюю осмысленность. Социальные институты, существующие веками, должны содержать в себе разумное начало; если мы сумеем это должным образом осознать, то следующим этапом будет постановка вопроса о том, как следует видоизменить существующую практику с тем, чтобы желанная цель достигалась и в наше время. Как оценивать эти видоизменения — считать ли их эволюционными или реакционными, — зависит, конечно, от вашего общего подхода к вопросу.

Существующая в настоящее время система общения научных работников почти полностью обеспечивается «первичными» публикациями. Эти публикации имеют три главные особенности: они фрагментарны, в сильнейшей степени связаны с предыдущими исследованиями и, наконец, прошли процесс рецензирования и редактирования. Все эти особенности чрезвычайно существенны.

Изобретение механизма, обеспечивающего систематическую публикацию фрагментов научной работы, оказалось поворотным пунктом в истории современной науки. Периодические журналы такого типа, как «Philosophical Transactions of the Royal Society», передают от одного научного работника к другому различные открытия, выводы, предположения и наблюдения, представляющие общий интерес. Исчезла необходимость накапливать обширнейший материал или создавать совершенно новую «систему мира», охватывающую все вопросы до самого последнего, до того как можно будет выступить в печати с «главной» толстой книгой. Хотя лучшие и наиболее известные научные открытия раскрывают совершенно новые просторы для мышления, рядовая научная работа претендует на самую малость: она должна быть маленьким зубчиком большой пилы, незначительным самим по себе, но составляющим необходимый элемент чего-то большего. Эта техника передачи многочисленных скромных достижений в обширнейшую кладовую человеческого познания стала скрытым двигателем западной науки, начиная с XVII века, потому что она привела к объединенным, коллективным усилиям, которые по своим результатам неизмеримо превосходят все то, что может быть достигнуто отдельным человеком. Первичные научные статьи вовсе не обязаны содержать в себе ни окончательные утверждения, ни непрекращаемые истины; каждая из них представляет собой всего-навсего крохотный осторожный шаг вперед в джунгли непознанного.

ЦИТИРОВАНИЕ

Научные статьи производны и неоригинальны в том смысле, что они в сильнейшей степени опираются на предшествующие исследования. Доказательства этого сразу становятся очевидными, если взглянуть на длинный список цитированной литературы, который неизбежно появляет-

ся вместе с каждым новым научным результатом. Это цитирование не только дает гарантию надежности и целесообразности утверждений, в поддержку которых собственно и подбираются ссылки; цитированные работы воплощают в себе итоги всей деятельности в данном направлении, сконцентрированные в виде многих предшествующих результатов. Вместе с тем цитированные работы отражают в себе и современные тенденции. Трудно найти получившую признание работу, в которой не было бы ссылок на другие исследования. Одни хотят, цитируя чужие работы, указать место своей собственной в общей научной структуре, другие полагаются на своего рода усыновление с тем, чтобы занять свое место в соответствующем племени. Все это становится совершенно естественным и правильным, если только мы встали на ту точку зрения, что нормальная наука — это в высшей степени коллективная деятельность, совместный результат усилий обширных общественных институтов, а вовсе не серия индивидуальных набегов в область неизвестного.

Публикация, фактически — цензура научных статей, — дело куда более тонкое. Она осуществляется в две стадии. Сначала автор представляет абсолютно вымышленную картину того, как он подошел к своему открытию. Все фальстарты, ошибки, ненужные усложнения, трудности и колебания надежно укрыты; вы читаете увлекательный рассказ о сверхъестественном предвидении, ясности и простейшем пути к цели. Задним числом все становится простым, легким и даже неизбежным. Научная статья — это вовсе не искренняя автобиография, а хитро сконструированный образец риторики, ставящий перед собой одну-единственную цель: убедить читателя в правдивости автора, в его незаинтересованности, в его логической непогрешимости и, наконец, в полной неизбежности всех его выводов.

Критически настроенные люди не без остроумия и с литературным задором описывают этот поразительный стиль многих научных сочинений. И все же это не слишком существенный повод для нападок на современную систему научной взаимосвязи. Ученые используют жаргон, потому что они одержимы навязчивой идеей доказать, что их работа действительно принадлежит к направлению, заслужившему всеобщее признание; они прекрасно понимают, что эта работа должна соотноситься с условностями, принятыми в той особой среде, к которой она адресована, и что они просто обязаны использовать принятый для этого вопроса специальный язык, каким бы корявым и надуманным он ни казался постороннему. Они предпочитают страдательные формы, безличные обороты, латинизированные уклончивые речи, потому что все это позволяет при некоторых условиях создать атмосферу общего настроения, в рамках которого — если оно создано — можно высказывать относительно положительные утверждения в несколько вопросительном тоне; этот тон позволяет оказаться не совсем скомпрометированным, если полного соответствия с объективной реальностью в конце концов и не окажется. Такого рода застенчивость не просто трюк, чтобы оставить себе возможность улизнуть, когда выяснится, что ты ошибся. Это хорошо продуманная «риторика наизнанку», с помощью которой внешне скромный и бесстрастный тон усиливает впечатление от высказанных мыслей.

РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ НЕОБХОДИМО (REFEREES ESSENTIALS)

Внешняя цензура научных работ осуществляется, конечно, анонимными судьями. Каждый ученый-профессионал очень скоро обнаруживает существование этих загадочных богов, которых приходится улаживать всеми способами: начиная от самых абсурдных изменений формулировок

и кончая принесением в жертву самых дорогих автору пассажиров статьи. При правильной постановке дела судье необходимо по крайней мере надеть на себя такую маску бога и, будучи ослом в лвиной шкуре, рычать львом, чтобы держать своих молодых коллег в страхе. Как вы легко поймете, посидев в комнате, где пьют кофе сотрудники любой лаборатории, редактирование и рецензирование журнальных статей служит неиссякаемым источником для «научного фольклора», анекдотов, недовольства и злопыхательства.

И тем не менее я берусь утверждать, что рецензирование является важным элементом современной системы научных публикаций. Мы должны полагаться на то, что чужие работы, которые мы читаем, выполнены аккуратно и честно, потому что мы всегда пользуемся результатами этих работ в наших собственных исследованиях и у нас попросту нет времени, чтобы повторить их эксперименты, измерения, расчеты и, наконец, проследить все рассуждения самим. Авторы научных статей часто ошибаются, но, как правило, их ошибки возникают в результате искренней веры. Я не вижу иного способа сохранить этот невинный и доверчивый подход, перекрыв дорогу для карьеристов, рвущихся в печать, если отказаться от жесткого контроля рецензентов. Проблема научной взаимосвязи станет в десятки раз сложнее, если мы будем вынуждены пробираться через необозримые дебри безответственной чепухи в поисках редких алмазных зерен стоящих работ. Даже коммерческие газеты расположением материала создают четкое различие между настоящей информацией и обычной рекламой. Верно, конечно, что научный работник с достаточным опытом уже «сживает» с критическими стандартами рецензентов и можно надеяться на его честность, точность, и ему можно в достаточной степени доверять во всех его трудах; однако это никак не может оправдать отмену рецензентов. Известно, например, что на банковских служащих среднего возраста можно вполне положиться. Из этого вовсе не следует, что все мошенники исчезли и что можно ликвидировать контроль и охрану.

Таковы характеристики первичной системы научного общения; конечно, она не выглядит столь изящно и элегантно, как художественная литература, даже тогда, когда она переплетена в сафьяновые переплеты с золотым тиснением. Но у нее есть свои задачи, и она им верно служит. В чем же все же ее недостатки?

До некоторой степени они противоречат друг другу. Одни требуют сокращения срока публикации. Аргументация заключается в том, что на стратегию отдельного исследователя весьма существенное влияние оказывает та информация, которую он получает от своих собратьев и соперников, что значительная доля научных усилий пропадает зря при многократном дублировании результатов или работе над проблемой, когда она уже где-то давно решена; такие издержки связываются с задержкой публикации статей.

Я думаю прежде всего, что связанные с этой причиной издержки несколько преувеличены. Одновременное открытие одного и того же независимыми исследователями — не столь уж плохое дело. Конечно, это разочаровывает тех, кто делает эти открытия, но вместе с тем это превосходная форма подтверждения полученного результата. Ведь очень редко случается так, что делается очень частное открытие — подобно тому, как трудно найти именно ту самую монету, которую вы потеряли — чаще возникают комплексы идей и явлений, которые могут быть по-разному интерпретированы различными исследователями. Никому не придет в голову сожалеть о том, что Гейзенберг и Шрёдингер одновременно «открыли» то, что оказалось одной и той же квантовой механикой; они пришли к цели разными дорогами, сходили в пути на разных станциях

и они могут рассказать нам совершенно по-разному о своем путешествии. Научные эксперименты и расчеты часто повторяются на правах серьезных «оригинальных» исследований, чтобы ввести в дело новую технику или повысить точность полученных результатов. Не очень-то весело, когда тебя опережают; но навязчивая идея об абсолютной немедленности и сверхъестественной скорости публикации — это чисто нервный симптом, обнаруживаемый главным образом в особо модных областях науки, где излишне большое количество людей охотится за мизерным числом идей. Если вы сами испытываете такое нервное чувство, я мог бы только посоветовать вам переключиться на более плодотворную область исследования, где ваши природные склонности могли бы принести большую пользу.

Я говорю сейчас о «чистой» науке, не имеющей непосредственного выхода в приложения. Ситуация несколько меняется, когда мы говорим о прикладных исследованиях и разработках, где ищется наиболее приемлемое решение определенной частной задачи и где оценка успеха — или размеры неудачи — могут быть выражены в миллионах долларов. Но здесь препятствием к мгновенному обмену свежими данными служит не столько сам механизм публикации, сколько барьеры секретности, умышленно воздвигнутые вокруг промышленных и военных исследований. Система взаимной информации в технике резко отличается от аналогичной системы в сфере чистой науки; она ведет к разным конечным результатам, осуществляется по другим образцам и, наконец, имеет совсем иные моральные нормы. Люди, работающие в области прикладных наук, всегда, конечно, жадно ищут новых сведений в литературе, относящейся к фундаментальным исследованиям, но у меня сложилось впечатление, что, как правило, они недостаточно подготовлены к тому, чтобы извлечь пользу из самых свежих и тем более еще не опубликованных поисковых находок.

ТЕМПЫ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ

Как оценить меру естественного времени, необходимого для научного исследования, так сказать, временную константу исследования. Вопрос этот до сих пор исследован мало, и ответ на него, по-видимому, будет разный, если речь идет о разных дисциплинах. В пике научного исследования, как это хорошо видно из книги Уотсона «Двойная спираль»³, «спад волны» может произойти за несколько дней или недель. С другой стороны может оказаться, что необходим десяток лет на размышление и медленное продвижение вперед только для того, чтобы правильно сформулировать вопрос, на который нужно дать ответ. В целом я хотел бы присоединиться к наблюдениям Гарви⁴, который нашел, что различные стадии гипотез, конструирования приборов, экспериментов, проверки, подтверждения критического анализа, внутренних дискуссий, оформления работ и т. д. требуют для своего завершения месяцы или годы. Так что интервал времени около четырех месяцев, начиная от получения машинописи статьи до ее появления на свет в почтенном журнале, не идет ни в какое сравнение со временем, необходимым для того, чтобы «сделать открытие».

Существующая система информации вовсе не лишена средств быстрой публикации, когда к этому есть необходимость. Примерно уже около столетия «Nature» публикует «письма», оповещающие о важных новых открытиях, в пределах нескольких недель после получения сведений о них; к примеру, о первом наблюдении за пульсаром было сообщено 24 февраля 1968 г. в письме, которое было датировано 9 февраля 1968 г.

И вот только что произнесенное слово об открытии понеслось по всему миру по телефону, телетайпу, о нем напечатали сообщение газеты; оно полетело на реактивных самолетах и помчалось курьерскими поездами ко всем тем, кто испытывал профессиональный интерес к этому открытию. Мне представляется, что все это достаточно быстро для официального заявления об открытии. Позвольте мне также напомнить, что едва ли одна работа на десять тысяч настолько поразительна, чтобы повергнуть научный мир в трепет. Поэтому вполне достаточно очень небольшого числа журналов, обеспечивающих быструю публикацию. Правда, для этого нужно обучить каждого пастушонка, чтобы он не кричал «волки!» слишком часто.

И все же мы легко обнаружим, что эти нервные, резко обостряющие конкуренцию тенденции поощряются как издателями, так и самой организацией научной литературы. Сейчас считается уже совершенно необходимым иметь «письма» при журнале; не только «Physics Letters», но скоро, вероятно, появятся «письма» с абсурдно-специализированными названиями, скажем: «III—V Semiconductors Letters» или «Gravitational Waves Letters». Таким образом узаконивается возможность публикации крохотных обрывков знания такого сорта, которые часто появляются в процессе исследования или обучения — более точное измерение стандартного параметра, более короткое доказательство хорошо известной теоремы, поправки широко укоренившегося заблуждения. Однако в этих случаях требования немедленной публикации и признания необыкновенной важности результатов явно неуместны.

Другое решение вопроса о скорости публикации, получившее почти что официальное одобрение (см. дискуссию между Моравчиком и Пастернаком⁶⁾), состоит в систематическом обмене «препринтами» работ, уже представленных к опубликованию. Эта процедура имеет под собой двойной корень: она ведет свое начало от старинной учтивой привычки писать частные письма своим отдаленным коллегам, предворяя публикацию в официальных журналах, а также от манеры, появившейся в период Второй мировой войны, когда происходил обмен (зачастую по секретной линии) результатами исследований между всеми заинтересованными группами, совершенно независимо от обычных каналов публикации.

В самой по себе манере обмениваться препринтами особого вреда, конечно, нет, тем более, что очень часто такая процедура оказывается полезной. В те времена, когда пользовались грубо вырезанными трафаретами, размазывающими расплывающуюся краску на хрупкой бумаге, чтение такого рода «препринтов» было бы практически невозможным; в наши дни мы получаем элегантно отпечатанные на электрических пишущих машинках ксерокопии, трудно отличимые от оригинала; они вложены в роскошные художественно оформленные конверты. Все это, конечно, не делает содержание этих рукописей более убедительным. Но один бог знает, сколько тратится денег на эту форму саморекламы — оплата расходов на авиапочту по тем материалам, которые я получаю, наверное превышает сумму всей моей годовой подписки на научные журналы. Безусловной ошибкой было предложение развивать «обмен препринтами», которое имело в виду превратить этот стихийный процесс в реально эффективный механизм. Предлагалось, чтобы каждый автор посылал машинописный вариант рукописи в некий центр, где бы он копировался и рассылался всем заинтересованным лицам. Членство в этой схеме должно было бы контролироваться какой-либо процедурой установления научной значимости той или иной группы и знакомства с ней.

Нет никаких сомнений в том, что после того, как организаторы исчерпали бы свои средства на размножение рукописей и содержание штата

сотрудников, потребовались бы деньги от всех участников этого предприятия. Совершенно ясно, какое восхитительное открытие было сделано теми, кто предлагал такую схему! Они, конечно, сделали изобретение, правда, они изобрели не колесо, а... научный журнал ученого общества. Если дать им еще десяток лет, глядишь, они переоткроют и рецензентов!

НЕОФИЦИАЛЬНЫЙ ОБМЕН

На мой взгляд есть что-то трагическое в том, что так много первоклассных и опытных научных работников попало в эту ловушку и поощряют пустые траты на препринты и подобные им вещи вместо того, чтобы использовать все свое влияние на преобразование существующих ученых обществ и улучшение издаваемых ими журналов. Как я уже говорил, неизбежные задержки публикации, связанные с рецензированием и обратным печатанием, на самом деле не столь уж велики; конечно, журналы, которые затрачивают год на публикацию статей, заслуживают того, чтобы их подгоняли подписчики и авторы: заменять же их на какой-то иной механизм, обладающий теми же самыми недостатками, было бы чистым безумием.

Суть дела в ошибочной переоценке роли «неофициального общения». Несомненно, роль такого общения очень велика — вспомним все эти частные письма, разговоры за чашкой кофе или рюмкой вина, непринужденные дискуссии на семинарах, конференции, зимние и летние школы, симпозиумы, лекционные туры и все такое прочее. Уже стало ясно, что изрядная доля научных знаний фактически передается именно таким способом — в особенности принципиальные подходы, техника и точки зрения, которые требуют длительного периода для восприятия. Обычная ссылка *«Медифостель (частное сообщение)»* показывает, как важно, чтобы вам в нужный момент шепнули на ухо полезный совет. Эта ссылка нередко куда более почетна, чем цитированная статья. Ссылки на частные сообщения — это не просто акт формальной вежливости, и пренебрегать ими ни в коем случае не следует.

Но при всем том неофициальный обмен, по определению, не может быть сделан регулярным и выдерживаться в жестких рамках. Одной из главных целей всей научной деятельности является переход от разрозненного, неясного рудиментарного «ползучего эмпиризма» к немногочисленным точным, ясно определенным, «объективным» (другими словами, если я возьму на себя смелость применить этот термин — «согласованным») представлениям, принципам или наблюдениям.

Просто необходимо, чтобы научная работа была бы подробнейшим образом описана на бумаге, со всеми техническими деталями, интерпретацией и логическими ограничениями, необходимыми, чтобы убедить читателя в правильности выводов автора, или, по крайней мере, достаточными для читателя, чтобы он мог сам повторить эксперимент или заново проделать вычисления. Первичная научная литература иногда несколько неодобрительно считается «архивной», как будто бы она представляет собой антикварные записи некоторых деяний, которые были когда-то сделаны, и теперь с ними уже все кончено. На самом деле это совсем не так. В течение довольно длительного промежутка времени первичные работы являются активно действующими документами, цитируемыми другими научными деятелями и используемыми вплоть до мелочей в последующих исследованиях. Научная работа совершенно бесполезна, если она лишена совершенно необходимых качеств — строгости и определенности, потому что иначе ее нельзя подвергнуть критическому обсуждению научной общественности и, следовательно, принять или отвергнуть

как часть общей системы научных знаний. Я вовсе не отрицаю значения намеков, интуиции, размышлений и других способов продвижения новых идей. Однако всегда должно быть ясно — слушателю или читателю, — дает ли, так сказать, свидетель показания под присягой или нет. Любой признанный научный работник, предавший результаты своей работы широкой огласке в печатной форме, должен быть готовым принять на себя все последствия за любые ошибки, которые в ней содержатся; он не в праве отказываться от ответственности за то, что ввел в заблуждение своих коллег, скажем, ссылкой на то, что это была всего-навсего, «неофициальная информация» и ее следовало понимать в чисто «пиквикском» смысле.

ПЕЧАТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Другим серьезным возражением против современной процедуры научных публикаций является чудовищный объем печатаемых материалов; для их хранения необходимы бесконечные библиотечные стеллажи. Более серьезной проблемой, чем стоимость необозримого числа новых книжных полок, является проблема выяснения, чему посвящены эти работы, и вообще стоит ли в эти работы вникать. Вся эта ситуация образно названа информационным взрывом. Задача состоит в том, чтобы сохранить действительность запасенной информации.

Принятая система информации отнюдь не лишена определенных ресурсов против удручающего ее врага. Широко распространенным оружием служит реферативный журнал, в котором печатаются, согласно принятой классификации, краткие сведения о всех статьях в периодических «первичных» журналах; поэтому все эти статьи можно легко заметить после их первого появления или вновь «открыть» по указателю, если они оказались забытыми. Первой заботой при организации новой научной лаборатории должна быть подписка на соответствующий периодический реферативный журнал, который должен систематически просматриваться научными руководителями. Литература такого сорта совершенно необходима научному миру, потому что только она дает всеобъемлющий указатель к архивным материалам той или иной дисциплины.

Немало помоев было вылито на реферативные журналы, главным образом теми, кто совсем не задумывается о трудностях, связанных с подготовкой материалов для таких журналов и публикацией их. Вдумаемся, к примеру, в практические вопросы, связанные со своевременным безопышечным и культурным изданием на английском языке, скажем, рефератов статей, появляющихся в «Proceedings of the National Academy of Science of Outer Mongolia» (на монгольском языке); это издание выходит трижды в год и посылается неторопливыми пароходами через Китай. Или попробуем ответить на вопрос: как следует классифицировать статью, озаглавленную: «Локализация электронов в упорядоченных и неупорядоченных системах: 1. Просачивание классических частиц». Может быть, ее следует отнести к электронной теории, может быть, к классической механике? Или же она относится к теории просачивания; возможно, она ближе к теории упорядоченных или неупорядоченных систем? А не лучше ли внести ее в раздел металлы, жидкости или даже полупроводники или аморфные тела? Задачи реферирования, перевода, классификации, редактирования и издания таких материалов требуют высокого мастерства и научного понимания. Цена такого организационного мастерства отнюдь не мала; многим хотелось бы думать, что все это дело можно повернуть «по дешевке», несмотря на чудовищное возрастание объема и сложности материала, который необходимо обрабатывать. Многие научные журналы уже помещают рефераты статей, написанные самими авторами; очень

часто эти рефераты публикуются в переводе на основные общепринятые в науке языки, так что задача несколько облегчается, но все же остается немало труда для достижения эффективных результатов.

Совсем неудивительно, что такие системы реферирования привлекли внимание технического персонала, занятого проблемами хранения большого количества данных, — конструкторов счетных машин. «К чему, — слышим мы их голоса, — так много возни с печатанием всего этого? Кому нужны эти огромные толстые книги, когда все нужные данные могут быть собраны весьма экономным способом на магнитных лентах. Чтобы получить мгновенно нужные данные, достаточно нажать определенную кнопку. Вот область, абсолютно созревшая для электронной автоматизации». Конечно, это похвальная цель: но идеализированная система, которую нам рисуют, еще очень далека от своей реализации. Довольно поучительно взглянуть на те трудности, которые возникают на этом пути.

Первым препятствием является объем «информации», которую необходимо хранить; сама информация не только крайне велика, она неоднородна по своему содержанию. Все, что в конце концов нужно научному работнику, так это взглянуть на текст какой-то научной статьи, близкой к теме его работы. Никто не пойдет на дикие расходы по записи на магнитную ленту полного содержания или даже рефератов всех научных журналов, которые когда-либо издавались. Даже работа по перепечатыванию этих материалов на машинке уже стоила бы довольно дорого; кому придет в голову нажимать биллионы раз на телетайпные клавиши для того, чтобы эти слова были в конце концов воспроизведены еще раз, причем в менее приятном виде, какой обеспечивает счетная машина? На самом деле ситуация гораздо проще. В хорошей научной библиотеке, где сделан разумный подбор правильным образом классифицированных журналов, удивительно легко найти все нужные вам книги и выложить их на стол для просмотра. Именно это вам нужно. Никакое механическое хранение документов — ни микрофильмы, ни видеозапись или другие современные средства — не может конкурировать с книжными полками открытого доступа. Конечно, если только вы сами знаете, чего вы хотите.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ УКАЗАТЕЛЕЙ

Но тогда центр тяжести смещается к составлению указателей и процедуре классификации. Можно ли создать такую систему, которая будет выдавать «адреса» всех научных работ, которые имеют отношение к интересующей кого-то проблеме? Вопрос этот чрезвычайно интересен и им немало занимались (см., например, ⁶). Оказывается, что сам по себе этот вопрос составляет лишь часть общей проблемы классификации информации. Безусловно, счетную машину можно использовать для отыскания сложных комбинаций вопросов, описываемых набором ключевых слов, например: электрон, локализация, неупорядоченная система; такой поиск куда сложнее через обычный классификационный указатель. Существуют некоторые особые фокусы, которые можно обыграть, как, например, просмотр списка близких синонимов к заданной теме; этот список составляет заинтересованное лицо. Можно даже (хотя это дорого и требует значительных усилий) завести счетную машину, сканирующую текст всех рефератов, содержащихся в ее «памяти», и отбирающую, скажем, все статьи, где встречается слово «просачивание».

Однако все эти процедуры подвержены действию фундаментального закона информационного возврата (обратной связи) — как только возрастают предъявляемые требования к объему информации, возможная точность падает. Другими словами, если вы хотите узнать о всех статьях,

имеющих какое-либо отношение к интересующему вас вопросу, то вы получите такой подбор материалов, в котором большая часть не имеет никакого отношения к делу; если вы хотите найти все о просачивании электронов в полупроводниках, вы начнете тонуть в статьях, посвященных просачиванию воды через основания плотин! Точно так же в сходной проблеме машинного перевода трудность состоит в неточности и метафористической гибкости литературного языка. Ограничения конкретной системы автоматизированного возврата информации реально зависят от характера требуемой научной информации и (так же как и в случае более элементарной операции — составления указателя) профессионального умения тех, кто записывает первичные данные на магнитную пленку.

Значит, совсем не очевидно, что автоматические системы возврата информации смогут в ближайшем будущем заменить реферативные журналы с их всеобъемлющим классификационным указателем. Запись в запоминающих устройствах играет важную роль в одновременной компиляции первичных журналов, указателей, реферативных журналов, журналов «сигнальной информации» (печатающих только названия работ) и их разнообразных авторских и предметных указателей, но все это лишь технические усовершенствования в рамках существующей системы. Существуют также весьма заманчивые возможности воспроизведения точных данных в тех областях науки, в которых безусловно предписаны точные описание и классификация. Это относится, например, к структурной химии и биологической таксономии. Вопрос об отождествлении конкретного химического соединения, к которому относится одна из тех очаровательных картинок, образованных примыкающими друг к другу шестиугольниками, допускает строгий формальный анализ. Поэтому фармацевтическая компания может быть с двойным запасом прочности уверена в том, что выпущенное ею новое модное лекарство, за которое ухватилось страждущее исцеления человечество, действительно никогда ранее не было синтезировано и описано.

Запоминающие устройства могут быть также использованы для подготовки указателя цитирования. Это новое изобретение⁷, в котором приводятся ссылки на все работы, в которых сделаны ссылки на данную конкретную работу, опубликованную некоторое время тому назад. Вскрывая с особой ясностью внутренние связи в научной литературе, указатели такого рода представляют значительный интерес для тех, кто изучает весь научный мир в целом; они могут оказаться полезными также тем, кто разыскивает материалы, предположительно относящиеся к определенной теме, в качестве дополнения к обычным рефератам. К сожалению, издания такого рода очень дороги и всегда приводят к убыткам, за исключением только изданий самых крупных институтов.

НЕЭФФЕКТИВНОСТЬ СЧЕТНЫХ МАШИН

Действительной причиной, по которой в этих условиях запас информации в запоминающих устройствах не слишком эффективен, является то, что словесная информация представляет собой довольно пассивный материал, который может быть эффективно использован только человеческим умом. Классифицированный указатель или рефераты, записанные на ленте, мало для чего пригодны, кроме того, чтобы время от времени пробегать по ним в поисках конкретной тематики. Совершенно невозможно сложить или вычесть, или логически сопоставить, или сделать преобразование Фурье, или определить сходимость, или сделать что-либо такое, чему трудно подобрать название, со столь разношерстным подбором материалов. Особое техническое преимущество счетной машины — способ-

ность производить колоссальное число нужных операций с чудовищной скоростью — используется крайне редко. Можно потребовать от машины реализации шести указателей по разным признакам — по имени автора, по предмету статьи, по месту работы автора, по дате поступления, по журналу, где опубликована статья, и, наконец, по стране, где работает автор. Ну а дальше что? Некоторые пространные обоснования преимуществ автоматической выдачи информации представляют собой фактически попытку придумать новые применения этой техники, чтобы хоть как-то оправдать колоссальные расходы на оборудование.

Много сил, например, было потрачено на продвижение идеи о том, что уж если кому-нибудь что-нибудь действительно нужно, так это ежедневная сигнальная служба, оповещающая каждого из нас о последних поступивших статьях на те темы, которые нас интересуют. И вот я оформляю требование на перфокарте, чтобы мне доставлялись самые свежие данные по «теории жидкостей», по «электронной теории металлов», по «структуре сплавов» и по «решеточной проводимости в твердых телах». Алле-гоп! Последние рефераты или статьи по этим самым вопросам будут ожидать меня каждое утро на моем столе благодаря любезности «Electronic Alerting Services for Yokels» (EASY). Но на самом деле мне не очень-то интересно знать, что делают все эти авторы по этой тематике; кроме того, у меня просто нет времени, чтобы внимательно просмотреть все полученные материалы; и еще: совсем недавно меня снова очень заинтересовали спинные волны, но я забыл поставить об этом в известность EASY; мало того, на прошлой неделе я совершенно неожиданно обнаружил работу десятилетней давности, в которой уже было решение интересующей меня проблемы, правда, в другой форме; и так или иначе будь я проклят, если я стану рабом этого пустозвонства, которое даже хуже тех листочков, которые без всяких надежд на успех стараются распространять издатели. Я не вижу оснований к тому, чтобы доставать 100 фунтов в год из собственного кармана, когда на эти же самые деньги можно провести нормальное освещение в лаборатории, купить приличные доски, на которых можно писать, обеспечить ежедневным кофе всю лабораторию, да и вообще истратить более полезно. Вы, конечно, понимаете, к чему я клоню?

Стоимость достаточно мощной и эффективной системы выдачи информации вовсе не мала, и я не сомневаюсь, что очень скоро она станет неэкономичной даже в области фундаментальных исследований. Но как я уже подчеркивал, когда на сцену выходят законодательные, военные или финансовые круги, как это имеет место во многих отраслях техники, недостаточная осведомленность об относительно небольших областях опубликованных (или неопубликованных) знаний может обойтись и в самом деле слишком дорого. Промышленным корпорациям, правительственным учреждениям здравоохранения, министерству обороны следует не жалеючи вкладывать деньги в этот вид автоматизации; не следует также скупиться на оплату самых квалифицированных людей для этой работы. В царстве фундаментальных академических исследований последствия повторения уже выполненных и опубликованных работ не столь ясно ощутимы и не столь велики. Существующие реферативные журналы обеспечивают научного работника более чем достаточным материалом для эффективного поиска. Одно из грустных впечатлений, которое я вынес из недавнего посещения физических лабораторий в Индии и Пакистане, — это неправильное использование тех возможностей, которые открывает обычная библиотека. Люди изучают проблемы, поставленные лет двадцать назад, и как будто даже не заглядывают в свежую литературу. В этих условиях нужно пережить десятилетия, прежде чем обычная система публикаций окажется бесполезной.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ЖУРНАЛЫ

Современная (принятая) система имеет у себя за пазухой для обороны еще один нож: специализацию. Общий объем научных знаний растет в сложном процессе, при котором старые журналы пухнут и затем делятся; появляются совсем новые журналы в областях знаний, оказавшихся на стыке двух дисциплин. Может быть, даже верно и то, что современный ученый может читать не больше журналов, чем ученые, жившие до него; он попросту суживает свое поле зрения до такой степени, чтобы охватывать примерно столько же материала, сколько охватывали его предшественники, но теперь уже в более ограниченной и специальной области. Судя по всему, этот процесс развивается с такой статистической закономерностью, что разброс статей по различным журналам может быть описан эмпирическим математическим законом⁸. Гоффман и Уоррен обнаружили, например, что примерно половину из 10 000 статей в библиографии по болезни *schistosomiasis* можно было найти менее чем в пятидесяти журналах, хотя при этом можно было обнаружить около 1000 журналов, где было помещено по одной статье, посвященной этому вопросу. Мне кажется, что концентрация реально значащей литературы в этой области выражена еще более резко, так что дюжина основных журналов, охватывающая примерно четверть всех опубликованных статей, перекрывает все лучшие работы по этому вопросу. Другими словами, научный работник, активно действующий в данной области, будет вполне на уровне современных ему исследований, если он бегло пробежит «Содержание» этих журналов по мере их появления, доверившись в остальном рефератам и обзорным статьям, через которые он получит сведения о новых результатах, опубликованных в других источниках.

Следует отметить, что в этой области в сильнейшей степени действует эффект Матфея⁹, так же как во всех других областях общественной конкуренции: «Дается тому, у кого есть»^{*}). Журнал, специализирующийся на определенной тематике, привлекает к себе большое число статей по этой тематике; очень скоро он оказывается в состоянии предъявлять высокие требования к статьям, чем опять же содействует росту своего престижа. Одним из преимуществ признанного специалиста в определенной области является то, что он знает наиболее солидные журналы и имеет сравнительно простой доступ — для себя и своих учеников — в общеизвестные издания, имеющие международное распространение.

Специализация и на самом деле может дать заметный эффект в создании должных научных стандартов во многих странах. Местные журналы национальных академий имеют слишком незначительное распространение, тематика их слишком расплывлена. Поэтому для ученых тех стран, где издаются эти журналы, не слишком-то заманчиво в них печататься. Но когда они настаивают на публикации своих работ за границей или в журналах, имеющих неопределенный международный статут, они тем самым лишают местные журналы наиболее ценных материалов, и это приводит к снижению общего уровня научных исследований в этой стране.

Но, может быть, уже поздно спасать неспециализированные журналы национальных академий и ученых обществ? Может быть, более реалистично признать, что специализация органов для первичных научных публикаций вполне оправдывает себя и что ее следует скорее поощрять, чем ставить преграды на ее пути? Существуют, например, уже вполне оформившиеся планы разграничения сферы интеллектуальных интересов

^{*}) В Евангелии от Матфея сказано: «Кто имеет, тому дано будет и приумножится; а кто не имеет, у того отнимется и то, что имеет» (гл. 13, стих 12). (Прим. перев.)

различных журналов, издаваемых национальными физическими обществами в Европе. Тем самым будет узаконен свершившийся факт: итальянские журналы будут специализироваться по теории элементарных частиц, голландские журналы станут ведущими интернациональными журналами по вопросам статистической механики и т. д. Вот путь, на котором принятая сейчас система научных публикаций может выстоять и несколько преобразоваться под влиянием современной обстановки.

Слов нет, наши друзья — brave ребята-техники — не преминут выдвинуть еще одну «рационализованную» схему, как логический вывод из указанной линии развития научных публикаций. Они станут склонять нас к созданию единого централизованного бюро научных изданий, в которое будут направляться рукописи (а может быть, даже транскрипции для проигрывания по телефону?), где они будут редактироваться, реферироваться, классифицироваться, печататься и рассылаться определенным лицам, имеющим право на подписку. Я не думаю, что есть какая-либо необходимость излагать возражения против этого скромного предложения; эта затея носит явно монополистический, бюрократический, в принципе, неэффективный, нежизненный и негибкий характер. Научные знания не похожи на хлеб, который можно выпекать в автоматических печах и распределять массовым порядком, если, конечно, не встать на ту точку зрения, что научные знания столь же лишены вкуса и формы, как бумажная шерсть. Пища для ума должна быть согрета теплом человеческих рук. Вместе с тем несомненно, что уровень централизации и механизации, на котором находится издание первичных научных работ по физике и химии в Соединенных Штатах, заслуживает внимательного критического рассмотрения.

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИЙ

Возвращаясь к трудному положению человека, пробирающегося через бесконечные джунгли литературы, нельзя не вспомнить, что вошедшая в моду манера публикации работ, представленных на научные конференции, для здравомыслящего научного работника является непрерывным источником недоумений и обид. Можно понять тщеславие организаторов и участников конференций, которым приятно увидеть свое имя в печати, и попытку свести концы с концами со стороны администраторов, которые чувствуют себя обязанными как-то скомпенсировать затраты, которые были сделаны для того, чтобы собрать нужных людей на несколько дней в одном месте. Но почему кто-то другой должен покупать дорогие фолианты, состоящие сплошь из кратких тезисов, скверных вариантов подлинных статей, к тому же опубликованных несколькими годами позже того, когда они были написаны или произнесены? Ответ очень прост: хорошо спланированная конференция представляет собой встречу подавляющего большинства «невидимого колледжа»*) специалистов в определенной области; она открывает перед ними возможность широкого обзора достигнутых результатов. Предполагается, что в трудах конференции можно найти достаточно полную сводку полученных результатов и сведения о тех работах, которые в то время находятся в полном разгаре. Другими словами, доклады на конференциях, уступаая обычным публикациям в скорости появления, качестве и доступности, могут быть тем не менее очень эффективно использованы в качестве исходного пункта

*) «Невидимый колледж» (invisible colledge) — остроумное воскрешение названия объединения ученых, предшествовавшего созданию Королевского общества. Оно было предложено Де Солла Прайсом (Science since Babylon, 1961) для обозначения всех лиц, работающих в определенной области. (Прим. перев.)

для поиска или исследования. Если рассматривать эти доклады как средство быстрого неофициального общения, то они оказываются одним из способов борьбы с ошеломляющим обилием литературы.

Но, безусловно, та же самая цель гораздо лучше достигается обзорными статьями, специально для этого предназначенными. Возрастание этого класса вторичной литературы в первой половине XX века — характерная черта общепринятой системы научного общения. Этот вид научной литературы часто оставляется без внимания сторонниками машинной информации, но он действительно нуждается по всемерному развитию.

В самом узком смысле обзорная статья — это чуть-чуть большее, чем классификационная библиография — *catalogue raisonné* первичной литературы, систематизирующая известные результаты и беспристрастно выделяющая все явные противоречия и неувязки. Автор обзора достигает своей цели, если он сумеет перевернуть все камни и подробно описать всех странных существ, которые он там обнаружит. Существует очаровательная условность недооценки, позволяющая робкому и педантичному автору обзора сделать вид, что он вовсе и не собирается наводить критику на всю ту чепуху, которую он нашел в уже окаменелых священных анналах первичных журналов. К счастью, такие рыхлые слова, как «расхождение», «аппроксимация», «несогласие», без труда переводятся опытным читателем, как «безнадежное несоответствие», «грубая ошибка» и, наконец, «несусветная чушь».

Но добротная обзорная статья, кроме выполнения этих чисто архивных функций, должна идти гораздо дальше. Как я уже подчеркивал, первичная литература крайне фрагментарна и фактически доступна только тем, кто сам ведет активные исследования. Как это ни смешно, существует всеобщее убеждение, что публикации результатов частных исследований вполне достаточно для построения научного знания. На самом деле все обстоит совсем наоборот. Информация, которую с трудом выуживают из первичных научных работ, зачастую имеет примерно такой же смысл, как отдельная запись в телефонной книге или карта с разведывательными данными в военном донесении. Эти вещи приобретают смысл только тогда, когда ими начинают пользоваться, или благодаря выяснению их места в какой-то более общей картине, которая со временем должна стать более ясной. Задача пишущего обзорную статью состоит в том, чтобы тщательно проанализировать и отсортировать первичные наблюдения и набросать некоторую общую картину. Он не выполнит свой научный долг, если не займет критическую позицию там, где это оправдано, или если откажется дать обоснованную оценку противоречивым материалам по рассматриваемому вопросу. И только благодаря такой повторной публичной оценке все те, кто еще не стал квалифицированным специалистом в данной области, могут верить бесчисленным результатам, «приведенным в литературе».

ЗНАНИЕ — ЭТО НЕ ИНФОРМАЦИЯ

Я не могу долго останавливаться на том значении, которое имеет эта деятельность — интеллектуальный синтез, процесс очищения через кристаллизацию, процесс, который должен пройти несколько стадий; он тянется годами, начинаясь с лекций председателя конференции по специальному вопросу и заканчиваясь обзорной статьей, монографией, учебником, статьей в энциклопедии и, наконец, *haute vulgarisation* научных обозревателей в газетах и журналах. Какого бы взгляда на природу мы ни придерживались, все равно мы верим в то, что существует нечто

вроде всеобщей картины природы, которую можно обнаружить и описать. То, что нам действительно нужно, — это научные знания, а не рост разнородной и бессвязной информации. Отправной точкой научного исследования должен служить не реферативный журнал и не автоматизированная система, записывающая информацию; отправной точкой может быть энциклопедическая статья или даже учебник, где первичная информация преобразована в упорядоченную систему мыслей, если угодно — в хорошо обоснованную теорию, — из которых можно получить значения интересующих нас величин и характеристики материалов или явлений.

Почему так трудно осуществлять эту важнейшую деятельность? ¹⁰ Почему большинство научных работников так неохотно идет на то, чтобы писать монографии и обзорные статьи? Дело доходит до того, что American Physical Society, публикующее десятки тысяч страниц первичных научных статей ежегодно, вынуждено заполнять многие выпуски «Reviews of Modern Physics» докладами на конференциях или сомнительными статьями, подгримированными под обзорные. Никто не заботится о сборе и компиляции данных. Мне говорили, что для выполнения главной задачи биологической таксономии — подготовки монографий, суммирующих и классифицирующих характеристики обширных групп соответствующих образцов, просто не хватает людей. Обширные трактаты, увидевшие свет, часто представляют собой коллективный труд; каждый из дюжины-другой специалистов затрачивает несколько месяцев на свой обзор, который он рассматривает как выражение своей собственной точки зрения на предмет. Вместе с тем все попытки редактора слить весь материал в единое целое оказываются заранее нейтрализованными, поскольку он знает, что даже малейшая критика или попытка улучшения текста другого автора будет стоить ему бесконечных споров и затяжки с публикацией книги, возможно, на годы.

Можно услышать, что экономический результат такой деятельности просто ничтожен и что научные книги скоро придется продавать по бросовым ценам ¹¹. Но это ровно ничего не значит. Научные книги необходимы исследователю не меньше, чем приборы. Сколько стоит оборудование и содержание лаборатории? Может быть, 10 000 долларов на одного Ph. D. (в нашем понимании — «кандидат». — *Перев.*) в год? Лишь 5% этой суммы составят затраты на покупку большей части интересующих его книг, выходящих за год. Но и эта сумма была бы оценена как слишком щедрый дар для библиотеки. Нам нужно просто привыкнуть тратить эти деньги в точности так же, как мы привыкли тратить деньги на катодные осциллографы, микроскопы, циклотроны и на секретарей-ассистентов. Жаться с расходами на библиотеку просто глупо! Во всяком случае, судя по проспектам, издатели технической литературы не поступают столь скверно. Спасибо им и за это!

Не так уж важны и размеры гонораров, выплачиваемых авторам. Конечно, эти суммы не столь уж значительны, но они достаточно приятны как дополнение к основной зарплате. Современная ситуация выглядит приблизительно так. Приличная монография, относящаяся к устоявшейся научной области, может быть продана в количестве, превышающем пару тысяч экземпляров, примерно по 5 фунтов за каждый экземпляр. Получая 10%, автор сможет выручить по крайней мере тысячу фунтов *), не учитывая, конечно, налога. Автор учебника, получившего признание, может иметь куда больше и, собственно говоря, может жить исключительно за счет этой деятельности. Но это совсем не главное. Дело в том, что

*) Автор по английским законам получает оговоренный процент с каждого проданного экземпляра книги. (*Прим. перев.*)

писать книги — это просто неотъемлемая часть деятельности университетского преподавателя, так что он может рассматривать гонорар за книги как «привалившее» счастье, ради которого он затрачивает усилия отнюдь не сверх нормы. Я не убежден в том, что обзоры и книги действительно нужно приобретать за наличные деньги у тех, кто так или иначе должен их писать. Я не пошел бы на то, чтобы значительно повышать оплату и prostituiровать то, что в конце концов должно быть любимым делом.

НА ОБЗОРАХ СЛАВУ НЕ НАЖИВЕШЬ

Современная система поощрений и наград в науке отнюдь не вдохновляет людей посвятить целые годы жизни такой критической синтезирующей деятельности. «Признание», олицетворенное профессиональным продвижением и ростом научного престижа, идет только за счет первичных исследований. Разве кто-нибудь когда-нибудь обмолвился при присуждении Нобелевской премии или при выборах в Национальную Академию, что героем написана ценная книга или великолепный обзор, появление которых в значительной мере обусловило общее направление деятельности в той или иной области? Здравый расчет интересов науки говорит о том, что никакие гонорары за написание книг не идут в сравнение с колоссальной выгодой, приобретаемой за счет плодотворных результатов исследовательской работы. Ну кто захочет истратить пять-шесть лет жизни на изучение всей литературы, относящейся к некоторому вопросу, и попытку внятно изложить весь этот материал на пятистах страницах только ради того, чтобы в его списке печатных трудов появилась одна лишняя строчка, по внешней видимости имеющая не больший вес, чем полторы странички из «Physical Review Letters»?

Но я совсем не собираюсь предлагать на обсуждение некую схему, включающую в себя премии для поддержания престижа, установление профессорских знаний для пишущих обзоры, избрание в академии авторов монографий и все такое прочее, чтобы улучшить положение тех, кто пишет книги. Ведь на самом деле большинство профессиональных ученых охотно излагает свои идеи заинтересованным, но не очень сведущим слушателям. Университетские деятели серьезно работают над своими лекциями, и их можно уговорить переработать курс лекций в университетский учебник. Обычно не встречается затруднений подбор лектора для чтения курса молодым научным работникам в летней или зимней школе; и хотя этим конспектам, если они в конце концов издаются, может недоставать шлифовки и строгости, это возмещается свежестью их стиля и отсутствием педантизма. Я что-то не замечал, чтобы «Scientific American» испытывал какие-либо затруднения в получении материалов от активно работающих людей самой высокой квалификации, хотя, конечно, сотрудникам редакции приходится затем перерабатывать эти статьи в баюкающую малиновую прозу популярных статей.

Существует еще застенчивое нежелание открыто обращаться к другим научным работникам той же самой или смежной области, потому что считается, что «они и сами уже все знают». Я понимаю, конечно, что сочинения такого рода очень часто оказываются эфемерными и могут быстро оказаться устаревшими из-за появления новых открытий. Но это относится в той же мере и ко всем другим оригинальным исследованиям. Существует удивительная манера уклоняться от четкого изложения основных принципов. Считается как-то неудобным смело выставить напоказ все данные, соответствующие и противоречащие некоторой дискуссионной теории. Предполагается — каждым из нас, — что все такие вопросы должны непрерывно обсуждаться в наших внутренних дискуссиях; при

этом считается, что все мы в конце концов — через магический дар свыше — придем к нашей общей цели — пониманию вопроса. К сожалению, существует недооценка широкого диапазона квалификации и подготовки даже среди полностью оперившихся профессионалов, так что целая система фундаментальных принципов может приниматься самоочевидной в одной группе и быть просто неизвестной — в другой. Мы просто недооцениваем ту степень, до которой набор новых идей может быть развит в умах других людей, причем совсем не исключено, что наша исходная точка зрения будет существенно революционизирована. Работая на передовой линии исследований, мы обескуражены путанностью и неопределенностью тех знаний, которые мы должны истолковать, вместо того чтобы принять вызов природы и сделать их более ясными и точными. Мы должны не только популяризировать нашу науку для любителей; лишь пытаясь объяснить наши представления друг другу, можно разобраться в том, что же мы на самом деле знаем.

Наши тревоги — дело ясное — имеют философские основания. Нами настолько завладела навязчивая идея об открытиях и творческой индивидуальности, что мы просто забыли о том, что научные исследования, по существу, являются объединенными усилиями многих; причем всеми вместе достигается куда больший результат, чем просто сумма результатов всех участников. Вовсе недостаточно только наблюдать, экспериментировать, теоретизировать, рассчитывать и обмениваться информацией. Нужно еще доказывать, рассуждать, обсуждать, разяснять, подводить итоги и многими другими способами перерабатывать информацию, которую мы извлекаем порознь, в надежные, хорошо обоснованные, научные знания.

Бристольский университет,
Великобритания

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. M. Z i m a n, Public Knowledge, Cambridge University Press, Lnd., 1968.
2. J. D. B e r n a l, The Social Function of Science, Routledge, Lnd., 1939.
3. J. W a t s o n, The Double Helix, Weidenfeld, Nicolson, Lnd. 1968 (см. перевод: Д. Уотсон, Двойная спираль, М., «Мир», 1969).
4. W. D. G a r v e y, B. C. G r i f f i t h, Science 146, 1955 (1964).
5. Physics Today 19, 62 (1966).
6. Communication in Science: Documentation and Automation (ed. by A. de Reuck and J. Knight), Churchill, Lnd., 1967.
7. E. G a r f i e l d, I. S c h e r, Science Citation Index (1961), Philadelphia Institute for Scientific Information, 1963.
8. W. G o f f m a n, K. S. W a r r e n, Nature 221, 1205 (1969).
9. R. K. M e r t o n, Science 159, 56 (1968).
10. C. H e r r i n g, Phys. Today 21, 27 (1968) (см. перевод: УФН 98, 369 (1969)).
11. C. B e n j a m i n, Sci. Res. 3 (19), 32 (1968).