

К. Б. КАРАНДЕЕВ
(Новосибирск)

ИЗМЕРЕНИЯ И ПРОГРЕСС

Дальнейшее развитие научного эксперимента, повышение технического уровня любого производства, качество и надежность продукции, наконец, переход к оптимальному управлению автоматизированным производством — все это в конечном счете определяется своевременным сбором и достаточно точной количественной оценкой информации о происходящих явлениях.

Получение первичной информации, основанное на присущем материи свойстве отражения, и последующая обработка этой информации путем абстрактного мышления и практической проверки результатов — таков основной метод познания материального мира. Известное высказывание о том, что «всякое познание есть чувственное и измерение» [1], подчеркивает то, что с процессами измерения человек встречается практически на каждом шагу своей деятельности — от простейшего случая определения расстояния на глаз до контроля сложнейшего технологического процесса или проведения тончайшего научного эксперимента. И если раньше человеку приходилось при этом опираться главным образом на свои органы чувств и простейшие приспособления, то теперь, в век бурного научно-технического прогресса, требования к средствам измерения и контроля неизмеримо возросли. Становится очевидной несомненная актуальность и важность объективной и доброкачественной измерительной информации, развития методов и средств ее получения.

Программа нашей партии предусматривает превращение науки в полной мере в непосредственную производительную силу. В этой связи необходимо отметить, что среди всех наук наука об измерениях занимает своеобразное место. Мы имеем в виду то, что измерительная техника по своей природе не является, так сказать, «производящей» отраслью техники и непосредственно, казалось бы, не участвует в создании материальных ценностей. Но легко показать, что должный уровень и опережающее развитие средств измерения определяет прогресс всех точных наук, дальнейшее развитие всех отраслей техники, т. е. в конечном счете — вообще прогресс человеческого общества, его культуры. Трудно и сейчас не согласиться с мнением академика Б. С. Якоби, который еще более ста лет назад писал: «Искусство измерения является могущественным оружием, созданным человеческим разумом для проникновения в законы природы и подчинения ее сил нашему господству» [2]. Ведь, в самом деле, чисто качественными формулировками и соотношениями теперь мало кто довольствуется, и все большее и большее число

описательных наук прибегает к применению измерительного эксперимента, а точные науки предъявляют все большие требования к совершенствованию как методов измерения, так и измерительных средств. В равной степени эти соображения можно отнести и к производству, для которого новое средство измерительной техники часто является фактором, способствующим увеличению производительности труда, повышению качества и надежности продукции. Более того, в настоящее время по уровню оснащенности контрольно-измерительными средствами в значительной мере можно судить о культуре производства на промышленных предприятиях.

Не следует также забывать, что любое современное производство (особенно машиностроительное) базируется на принципах взаимозаменяемости, которые могут быть реализованы только при наличии достаточно совершенной контрольно-измерительной службы. Попутно напомним общеизвестную истину, что такая служба вообще принципиально может существовать только при обеспеченном единстве мер в стране. В этом обстоятельстве одна из важных сторон исключительного значения государственной службы мер — развития метрологических работ и правильной организации поверочного дела.

Особенно возрастает роль измерительной техники в наши дни, когда условия современного сложного научного эксперимента или автоматизированного производства нередко носят экстремальный характер: высокие или низкие температуры и давления, агрессивные среды, радиация, взрывоопасность, крайне малые или, наоборот, очень высокие скорости протекания процессов, широкий диапазон изменения измеряемых величин и др. При этом необходимо получать информацию в сотнях или тысячах точек, часть из которых может быть недоступной. Информация, получаемая от объекта эксперимента или производственной установки, подлежит обработке иногда по достаточно сложной программе, и затрачиваемое на это время играет подчас решающую роль в успехе научного эксперимента или качестве производственного процесса. В системе машина — человек возникает в связи с этим ряд специфических задач, обусловленных, если можно так выразиться, недостаточной высокой пропускной способностью органов чувств и мозга человека. Если функции обработки огромного потока информации возложить на человека, вооруженного лишь простейшими измерительными и вычислительными устройствами, то в силу своих физиологических особенностей, даже при весьма тщательной тренировке, он не сможет надежно и длительно осмысливать поток информации и оперативно принимать необходимые решения [3, 4, 5]. Мы уже не говорим о тех случаях, когда из-за опасных условий проведения эксперимента или вредности технологического процесса участие человека-экспериментатора или контролера вообще недопустимо. Следовательно, необходимо прибегнуть в подобных случаях к каким-либо способам автоматизации умственного труда [6] — созданию специальных кибернетических устройств, измерительных информационных систем [7, 8], способных полностью или максимальным образом автоматизировать процесс измерения, а следовательно, разгрузить человека от необходимости сбора и обработки поступающей от испытываемого объекта информации. Раздел науки, занимающийся теорией и практикой создания автоматических средств измерения, в том числе подобных систем, получил название автометрии.

Повышение качества, надежности и долговечности промышленных изделий — важнейший резерв увеличения производства продукции на душу населения. «Систематическое повышение качества продук-

ции, — говорится в Программе КПСС, — является обязательным требованием развития экономики».

Технические пути улучшения качества продукции и повышения надежности, конечно, могут быть разными — здесь и прямое улучшение технологии, применение более надежных материалов и деталей, какие-либо специальные приемы, изучаемые теорией надежности, например резервирование и т. д. Однако отметим, что совершенно очевидным и необходимым условием получения высококачественной продукции является прежде всего абсолютно надежный контроль качества сырья, полуфабрикатов и деталей, применяемых в производстве. Этот этап борьбы за надежность имеет огромное и не всегда должным образом оцениваемое значение. Ведь известно, что, например, три четверти отказов в работе современной радиоаппаратуры происходит из-за низкого качества комплектующих изделий. А если вспомнить, что некоторые современные механизмы содержат сотни тысяч деталей, каждая из которых способна вызвать аварию, то легко себе представить, как тщательно должна быть организована проверка этих деталей.

Итак, самый тщательный контроль в процессе производства необходим; в значительной степени он является гарантией высокого качества и надежности. Есть все основания говорить, что «качество — это контроль»*. Однако, если ориентироваться на выполнение этой работы человеком-контролером, вооруженным только простейшими мерительными приспособлениями, мы в конце концов можем прийти к абсурдному положению, когда количество контролеров и время, затрачиваемое на контроль деталей и узлов, совершенно непомерно возрастут. Уже сейчас имеются примеры того, что операция контроля требует большего времени, чем изготовление контролируемых деталей. Так, например, по данным С. Румянцева [9], на Московском автозаводе им. Лихачева на обработку картера руля затрачивается 2,5 мин., а на контроль — 3,5 мин. Контроль резьбовых изделий нередко требует в 50—100 раз больше времени, чем само изготовление. Все это приводит к тому, что на многих заводах работники ОТК составляют 30—40% от числа всех производственных рабочих. И все же, не взирая на то, что, например, в машиностроительной промышленности занято около миллиона контролеров с заработной платой в несколько сот миллионов рублей в год, потери от брака в этой отрасли достигают почти двухсот миллионов рублей в год. Аналогичное положение и в других отраслях — например, только в химической промышленности более 20 000 лаборантов заняты стандартными типовыми анализами.

В целях уменьшения числа контролеров ныне весьма часто прибегают к выборочным (статистическим) методам контроля. Объем прямой контрольной работы заметно сокращается, ибо при этом непосредственно контролируется из партии деталей только некоторая часть (выборка), а по результатам контроля бракуется или принимается вся партия. Конечно, такие методы ведут к экономии времени, труда и средств, но их отрицательное свойство — принципиальная возможность проскальзывания брака. Ведь проверяется-то далеко не каждая деталь!

Видимо, наиболее оптимальным выходом из создавшегося положения (как и во многих других случаях) будет использование для измерения и контроля современных методов и средств автоматизации.

* Роль и значение контроля в борьбе за качество начинают по достоинству оцениваться научно-технической общественностью (см., напр., передовую статью газеты «Известия» от 11 ноября 1964 г.). Однако предстоит еще большая работа — и техническая, и разъяснительная.

Естественно, что наиболее надежный, стопроцентный контроль может быть осуществлен только при помощи быстродействующих автоматов. Проблема всеобъемлющего стопроцентного контроля, несомненно, является проблемой ближайшего будущего. Она вполне может быть решена при дальнейшем развитии автоматической контрольной техники, и не следует забывать, что это решение принесет прямой огромный экономический эффект.

Обратимся теперь к важнейшей проблеме создания материально-технической базы коммунизма — проблеме повышения производительности труда. И в этом, как и при обеспечении надежности, могут быть разные пути реализации — конструктивные, технологические, организационные и др. Но, как известно, наибольший технический и экономический эффект дает комплексная автоматизация всего производственного процесса в целом. И опять исключительно важное, а подчас решающее значение при этом имеет проблема непрерывного автоматического контроля всего производственного процесса в целом и по отдельным этапам. Хорошо разработанная система автоматического контроля — необходимый, а во многих случаях решающий этап на пути к автоматизации соответствующего производственного процесса.

Для полного обеспечения промышленности потребуются самые разнообразные типы контрольных автоматов — от простых, разбраковывающих элементарные детали, до весьма сложных измерительных информационных систем, способных к обработке информации и некоторым логическим выводам. Последние нужны не только для научных исследований, но и для проверки сложных объектов (техническая диагностика). Не следует бояться труда и затрат на эти разработки — все это окупится многократно и очень быстро.

До сих пор шла речь о повышении производительности труда, качества и надежности выпускаемой продукции. Теперь хотелось бы особо остановиться на вопросе о надежности тех устройств, которые призваны следить за изготовлением качественных и способных длительное время нормально работать изделий, т. е. о надежности измерительных приборов, контрольных автоматов и т. д. Вопросы повышения качества и надежности средств измерения всегда находились в поле зрения приборостроителей. Однако обычно речь ранее шла прежде всего только о повышении стабильности показаний измерительных приборов, поддержании величин погрешностей в некоторых заданных пределах. Ныне же можно и нужно говорить о новых задачах в этой области, имея в виду анализ надежности измерительных устройств как сложных систем, не умаляя, естественно, важности вопросов постоянства метрологических свойств. Наряду с применением новых высокостабильных материалов, совершенствованием технологии и организации производства в приборостроительной промышленности следует всячески развивать исследования по структурной надежности сложной измерительной аппаратуры, добиваясь безотказности ее функционирования и поддержания параметров в заданных пределах. Особенностью подобных исследований можно считать то обстоятельство, что наряду с отказами в измерительных средствах особую опасность представляют отклонения параметров и режимов, как правило, медленные во времени, вызывающие увеличение погрешности за пределы допустимых значений (класса). Специфичность такого подхода к оценке надежности измерительных систем определяется тем, что подобные отклонения от класса подчас весьма трудно обнаружить, и поэтому они в некотором смысле могут быть опаснее, нежели прямые отказы, которые всегда очевидны.

Говоря о развитии средств измерения и контроля, их дальнейшем

совершенствовании, необходимо подчеркнуть и социальную сторону проблемы. Освобождая человека от необходимости выполнять однообразные и утомительные контрольные операции, мы тем самым в широких масштабах осуществляем автоматизацию умственного труда, поскольку труд измерителя, труд контролера прежде всего труд умственный, хотя в зависимости от условий разной степени интеллектуальности. При этом огромная армия нередко довольно квалифицированных специалистов высвобождается для решения других задач в современном высокоорганизованном и сложном производстве. Поэтому в Программе КПСС специально подчеркивается важность и необходимость разработки теоретических основ и технического совершенствования вычислительных, управляющих и информационных машин.

Измерительная техника и техника автоматического контроля в долгу перед народным хозяйством, перед бурно растущими наукой и производством. На очереди решение теоретических вопросов, связанных с дальнейшим повышением чувствительности и точности измерительных приборов, создание новой современной теории измерительных информационных систем, способов проектирования сложных многоточечных систем автоматического контроля и измерения, разработка новых первичных преобразователей и многое другое.

Особо отметим, что нам представляется исключительно перспективным развитие исследований, направленных на изучение с точки зрения интересов измерительной техники биологических систем. Известно, что биологические системы обладают высокой надежностью, экономичным использованием пространства и энергии, способностью оптимально перерабатывать огромное количество информации. Кроме того, подобные системы нередко обладают необычайной чувствительностью, быстродействием, способностью восприятия изменяющегося в широком диапазоне внешнего воздействия. И поэтому при создании первичных преобразователей, отдельных приборов и целых систем, предназначенных для автоматического сбора, обработки, хранения и выдачи измерительной информации, техническая реализация достижений живой природы может привести к качественно новым принципам их построения [10], столь необходимым уже сейчас и еще более необходимым в будущем, — видимо, уже близком! Не надо забывать, что недалеко то время, когда советский космический корабль сначала без людей опустится на каком-нибудь небесном теле, и тут как никогда понадобятся автоматически действующие измерительно-исследовательские лаборатории, те самые «киберы», которые уже давно хорошо работают на страницах фантастических романов.

К этому нужно готовиться, и работы в области техники измерений, и в особенности измерительных информационных систем, ведутся сейчас во многих местах. Однако следует заметить, что пока еще планирование этих работ достаточно случайно и координация слаба. Можно надеяться, что известную роль в улучшении координации сыграет Секция измерительных информационных систем Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме Академии наук СССР, равно как и выпуск нового журнала «Автометрия», специально посвященного вопросам теории и практики измерительных информационных систем.

В одной статье, конечно, трудно рассказать о всем разнообразии и широте распространения средств измерения в наши дни и о всех тех проблемах, которые стоят перед наукой об измерениях. Однако можно с достаточным основанием утверждать, что измерения, дающие необходимые количественные сведения об окружающем нас материальном

мире, являются необычайно актуальной отраслью науки, в значительной степени предопределяющей прогресс развития народного хозяйства. Многими достижениями в области науки, техники и производства мы обязаны изобретению новых приборов и методов измерения. Достаточно напомнить успехи в овладении тайнами атома, запуски с высокой степенью точности советских космических кораблей, открытие новых месторождений полезных ископаемых и многое другое.

Трудно не согласиться с мнением английского профессора Дж. Бернала, что «именно измерение связывает науку с математикой, с одной стороны, и с торговлей и технической практикой — с другой» [11].

С каждым днем жизнь выдвигает новые проблемы в области измерений, от решения которых во многом зависит прогресс науки и производства. Особенно развились измерения в последние годы, и можно надеяться, что в дальнейшем наука об измерениях будет двигаться вперед ускоренными темпами и что советские специалисты-измерители внесут весомый вклад в великое дело строительства коммунизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. Маркс, Ф. Энгельс. Сочинения, т. XIV, стр. 355.
2. М. А. Шателен. Работы Б. С. Якоби в области электрических измерений. Электричество, 1950, № 9.
3. В. М. Глушков. Об информационных возможностях современных электронных вычислительных машин. ИВУЗ, Электромеханика, 1960, № 7.
4. Л. Б. Ительсон. Современная техника и психологические возможности человека. Вопросы философии, 1961, № 4.
5. Д. Ю. Панов, Д. А. Ошанин. Человек в автоматических системах управления.— В сб. «Кибернетику на службу коммунизму». Под ред. акад. А. И. Берга. М.—Л., Госэнергоиздат, 1961.
6. К. Б. Карандеев. Измерения в автоматизации умственного труда. Измерительная техника, 1962, № 3.
7. К. Б. Карандеев. Измерительные информационные системы и автоматика. Вестник АН СССР, 1961, № 10.
8. М. П. Чапенко, Ф. Б. Гриневич, Б. М. Пушной, А. К. Романов, Б. С. Синицын. Измерение и кибернетика.— Автоматический контроль и методы электрических измерений (Труды III конференции), т. I. Новосибирск, РИО СО АН СССР, 1964.
9. С. Румянцев. Автоматы — надежные контролеры качества. «Правда», 27 мая 1959 г.
10. К. Б. Карандеев, Б. И. Пучкин. Бионика и измерения. Измерительная техника, 1964, № 4.
11. Д. Бернал. Наука в истории общества. Перев. с англ. М., Изд-во иностр. лит., 1956.

Поступила в редакцию
14 ноября 1964 г.