

Я Н А У Э Р Х А Н

АВТОМАТИЗАЦИЯ

и

ОБЩЕСТВО

СОЦЭКГИЗ · 1960

ЯН АУЭРХ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОБЩЕСТВО

ИЗДАТЕЛЬСТВО
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва • 1960

ГЛАВА I

АВТОМАТИЗАЦИЯ — НОВАЯ СТУПЕНЬ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРУДА

(ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТИЗАЦИИ)

1. Место автоматизации в развитии техники

За последние годы в экономической, технической, философской и другой литературе многих стран все чаще употребляется термин «автоматизация». Однако при ближайшем рассмотрении становится ясно, что этот термин по-разному понимается различными авторами. Существует большое число мнений, разобраться в которых возможно только, если выделить главную тему спора. А она формулируется, примерно, в следующем виде: каково место автоматизации в развитии техники, является ли она самостоятельным, качественно новым этапом технического развития? Если ответ положителен, то каково содержание автоматизации, чем она отличается от предыдущего этапа технического развития?

Английский буржуазный экономист Паул Эйнциг понимает автоматизацию просто как «синоним передовой механизации». Американский сенатор О'Махони идет еще далее и утверждает, что автоматизация — это лишь новое слово для «проблемы, которая возникла с первым станком или даже с первым колесом». Таким образом представители этой концепции, довольно широко распространенной в буржуазной литературе, отрицают всякую специфику автоматизации как нового, качественно иного этапа технического развития.

Другие авторы стоят на противоположной точке зрения. Например, западногерманский реформистский

теоретик Карло Шмид утверждает, что «...автоматизация многих производственных процессов, электронный мозг — это вещи, которые ни с чем в наших производственных отношениях не сравнимы» и что эта новая техника «появляется спонтанно, без непрерывной связи с предыдущим».

Оставим пока в стороне то, что обе эти концепции в большинстве случаев не являются результатом бескорыстного научного исследования. Сейчас нас интересует только, как они решают вопрос о месте автоматизации в развитии техники. Итак, речь идет о двух крайних мнениях, из которых первое отрицает понимание автоматизации как новой, самостоятельной фазы технического развития и подчеркивает ее связь с предыдущим развитием техники, в то время как второе содержит диаметрально противоположную точку зрения. Общей основой обоих этих крайних, полярных мнений является метафизический подход к изучению проблемы, одностороннее подчеркивание и выхватывание из взаимной связи явлений различных сторон объективной действительности.

Научное определение места автоматизации в развитии техники не может не учитывать, с одной стороны, неразрывной связи автоматизации со всей историей постепенного укрепления и расширения власти человека над силами природы, а с другой — качественно новых черт, которыми автоматизация отличается от предыдущих этапов развития техники. Автоматизация является продолжением и закономерным результатом технического развития, представляя, однако, одновременно его качественно новый этап, настоящий скачок в развитии производительных сил. Так решает эту проблему марксистская наука и это решение является единственным научным определением места автоматизации в развитии техники.

Автоматизация является логическим результатом и продолжением технического развития. Возможность и необходимость ее определены процессом развития материального производства. Переход к массовому производству во многих отраслях промышленности, комплексная механизация производственных процессов, создание контрольных приборов, более глубокое познание и овладение техническими закономерностями

производственного процесса, быстрое развитие электроники и техники связи, короче говоря, весь предыдущий прогресс техники производства создал техническую *возможность* автоматизации производственных процессов.

Дальнейшее развитие техники все более *нуждается* в переходе к автоматизации. Большинство производственных процессов в настоящее время столь усложнилось, требования к соблюдению режимов настолько повысились, что человек уже не всегда может следить за многочисленными приборами, управлять процессом, своевременно принимать меры, обеспечивающие его нормальный ход.

Автоматизация является продолжением и закономерным результатом технического развития, но не представляет собой только более высокую степень механизации. Отличительная черта автоматизации заключается в том, что производственный процесс осуществляется без вмешательства человека, функции управления и контроля над этим процессом выполняют механизмы.

При механизации машина заменяет физический труд человека, но человек должен еще детально контролировать ее операции и управлять ими. Человек должен постоянно следить за тем, что делает машина и руководить ее деятельностью. Автоматизация устраняет необходимость такого рода контроля, потому что машина самостоятельно регулирует свою собственную работу по заданной программе. Человек должен только задать эту программу, наблюдать, чтобы машина была в порядке, и вмешиваться в процесс работы лишь в тех исключительных случаях, когда машина из-за какого-то непредвиденного обстоятельства уклонится от заданной программы. При автоматизации, таким образом, машина исполняет некоторые функции управленческого труда человека на производстве. Переход к автоматизации поэтому завершает освобождение человека от непосредственного участия в производственном процессе и резко меняет весь характер человеческого труда. До сих пор машина заменяла руки, мускулы человека, сейчас она начинает заменять — в известных границах — его мозг и нервную систему.

Количество рабочих инструментов, которыми человек-ремесленник может действовать одновременно,

сила, скорость и точность этого действия ограничены количеством и возможностями органов человеческого тела. Механизация уничтожает эти границы тем, что инструменты переходят от человека к механизму. «Таким образом, количество орудий, которыми одновременно действует одна и та же рабочая машина, с самого начала эмансипируется от тех органических ограничений, которым подчинено ручное орудие рабочего»¹.

Но механизация во многих случаях еще сохраняет необходимость тяжелого физического труда (загрузка станка, передача полуфабриката с одной машины на другую и т. п.) и прежде всего необходимость постоянного контроля человека над работой механизма. Механизация не уничтожает вполне эти виды труда. Количество механизмов, скорость течения производственного процесса, которые рабочий в состоянии контролировать, быстрота и точность его вмешательства в работу механизма в конце концов ограничены возможностями нервной системы человека. Вследствие этого механизация, даже в своей высшей фазе — комплексной механизации, не устраняет полностью субъективного принципа разделения труда, типичного еще для мануфактуры, т. е. приспособления производственного процесса к рабочему.

Автоматизация последовательно ликвидирует зависимость производственного процесса от физических возможностей человека. Механизм может контролировать производственный процесс и управлять им лучше, чем человек, без усталости и с гораздо большей точностью, скоростью и безошибочностью. Он может работать в таких условиях, которые не выносятся человеческим организмом — при высоких или сверхнизких давлениях и температурах, в жизнеопасной среде и т. п. Это позволяет осуществить такие операции, которые превышают возможности ручного ухода за станком и зрительного контроля. Отсюда автоматизация позволяет расчленить производственный процесс объективно по его собственному характеру и обеспечивает создание технологии производства, независимой от возможностей обслуживающего рабочего, исключи-

¹ К. Маркс, Капитал, т. I, Госполитиздат, 1955, стр. 380.

тельно на основе научного познания и технического овладения закономерностями самого производственного процесса.

Современная высокомеханизированная фабрика представляет собой в большинстве случаев техническое единство в том значении, что многие рабочие машины, сосредоточенные на одном месте, получают одновременно и равномерно движение от общего двигательного механизма, являются связанными системой передаточных устройств в одно целое. Но сам технологический процесс в подавляющем большинстве случаев такого технического единства не представляет. Он разбит на ряд самостоятельных процессов, не связанных ни поточным переходом полуфабриката с одного участка на другой, ни ритмом производства. Это характерно для некоторых производств в большей мере (например, машиностроение или металлургия), для других в меньшей мере (например, некоторые химические производства), но в той или другой степени этот признак присущ подавляющему большинству неавтоматизированных производств. Единство производственного процесса поэтому существует скорее субъективно — в планах управления предприятием, в заданных программах производства. Автоматизация осуществляет это единство объективно как техническое единство всего производственного процесса: вместо отдельных станков, расставленных группами по типам оборудования, появляется интегрированная система машин, взаимно связанных в единое, ритмически работающее целое, которое само контролирует и регулирует свои операции и устраняет отклонения от заданной программы и в котором материал или полуфабрикат движется через отдельные операции без применения человеческих рук и без непосредственного участия человека в производственном процессе вообще.

Если до сих пор развитие машинной промышленности в основном характеризовалось постепенным расчленением производственного процесса на простейшие операции, исполняемые отдельными узкоспециализированными машинами, то автоматизация, наоборот, представляет собой противоположную тенденцию, тенденцию к комбинированию всех операций, необходимых для изготовления продукта (или по крайней мере

группы этих операций), на одном агрегате или одной системе машин, взаимно связанных в одно целое.

Границу между механизацией и автоматизацией, разумеется, невозможно провести вполне точно. В этом разграничении выделяются лишь крупные, общие, характерные черты, ибо эпохи истории орудий производства не отделяются друг от друга строгими разграничительными линиями. Механизация с самого начала приносила с собой некоторые элементы автоматизации и отдельные примеры автоматического управления работой механизма были известны уже довольно давно. Так, механический ткацкий станок Жакарда, представленный публике впервые в 1801 г., управлялся автоматически с помощью перфорированной бумажной карты; у паровой машины Уатта, созданной в конце XVIII в., был автоматический центрифугальный регулятор. В машинах XIX и особенно XX в. появляется все больше отдельных элементов автоматического управления и контроля.

Еще до второй мировой войны на отдельных промышленных предприятиях было внедрено автоматическое регулирование и управление некоторыми параметрами химических процессов, автоматическое регулирование питания котлов и процесса горения в тепловых электростанциях, автоматический контроль температуры и давления в нефтеперерабатывающей промышленности, автоматическое управление некоторым оборудованием гидроэлектростанций и т. п. Но все же до недавнего времени эти нововведения в технологии производства носили случайный характер, причем автоматические устройства были в состоянии выполнять лишь очень ограниченное количество сравнительно несложных функций. Только научные и технические открытия, особенно в области электроники и техники связи, сделанные в период второй мировой войны и после нее, позволили вместе с дальнейшим развитием комплексной механизации и с созданием совершенной технологии отдельных производственных процессов осуществить широкое применение автоматизации. Новая отрасль технических наук — автоматика заложила единую теоретическую основу для создания автоматических систем управления и контроля, которые в состоянии выполнять самые разные и часто очень сложные функции.

Все эти изменения в производстве создали научные и технические возможности для широкого перехода к автоматизации в самых различных отраслях производства, перехода от отдельных, изолированных элементов автоматизации к автоматической системе машин. Количество переходит в качество. Таким образом, автоматизация, подготовленная всем предыдущим развитием техники, представляет собой революционный скачок в развитии производительных сил общества, качественно новый этап технического развития, новую фазу в длительном процессе укрепления и расширения власти человека над силами природы.

Автоматизация является в современных условиях решающим звеном технического прогресса, главным направлением развития техники. Уровень автоматизации становится ныне основным показателем степени технического развития страны.

Автоматизация открывает принципиально новые возможности решения технических проблем. При этом в отличие от большинства других форм технического развития, имеющих специфическое значение для отдельных, особенных отраслей (развитие металлообработки, химической аппаратуры и т. п.), автоматизация дает новую концепцию всего производственного процесса, потенциально применимую в подавляющем большинстве отраслей производства, а в будущем, без сомнения, во всех производственных отраслях вообще.

Автоматизация позволяет находить недоступные ранее решения и в то же время сама нуждается в них. Нельзя автоматизировать производственный процесс, основанный на устарелой и несовершенной технологии, однако, в свою очередь и применение новых, самых продуктивных, высокоинтенсифицированных технологических процессов было бы невозможно без известной степени автоматического контроля и управления. Например, уже осуществленный сегодня переход к высоким давлениям и температуре пара в теплоэлектростанциях, так же как и ряд новых технологических процессов в химической и нефтеперерабатывающей промышленности, оказались бы абсолютно неосуществимы без автоматизации. Современная технология и ее развитие все больше оказываются в техническом

противоречии с полумануфактурной концепцией процесса производства, приспособленного к физическим возможностям рабочего.

Научно-популярная литература, газетные статьи и фантастические романы довольно часто в связи с автоматизацией сосредоточивают внимание на отдельных ее технических достижениях. В них, например, описываются высокоспециализированные автоматические линии в массовом производстве, которые во много раз повышают производительность труда, или электронные вычислительные машины, способные «запомнить» большое количество данных, делать вычисления со скоростью нескольких тысяч или даже десятков тысяч операций в секунду, решать некоторые логические задачи, самостоятельно «выбирать» оптимальный вариант производственного процесса и т. п. Эти достижения современной техники, без сомнения, свидетельствуют об огромных возможностях, которые автоматизация предлагает уже на современной, начальной стадии своего развития, однако надо иметь в виду, что они далеко не полностью отражают подлинное содержание автоматизации и уж во всяком случае никак не исчерпывают многообразия процессов, относящихся к области автоматизации.

Автоматизация включает в себя множество процессов технического развития, которые идут по трем главным направлениям:

1. Соединение отдельных машинных операций в линии или агрегаты поточного производства, на которых подача материала, отдельные операции и весь ход производственного процесса вообще исполняются в заданной последовательности без вмешательства человека, т. е. являются автоматическими.

2. Контроль и регулирование производственного процесса с помощью автоматических приборов и устройств, сравнивающими способ, которым осуществляется операция, со способом, каким она должна осуществляться. В результате все отклонения в работе механизма исправляются без вмешательства человека, автоматически.

3. Применение управляющих электронных вычислительных машин, которые быстро и автоматически отмечают, хранят и обрабатывают информации о течении

и условиях производственного процесса, выбирают на основе результатов оптимальную программу операций и дают приказы к действию автоматических систем машин¹.

Объединением этих трех главных направлений является автоматическая фабрика, завод-автомат. На таком предприятии отбор и поддержание наивыгоднейшего варианта производственного процесса, основные и подсобные операции, движение материалов и полуфабрикатов, сборка и контроль — все это осуществляется без прямого участия человека². Такая автоматическая фабрика пока еще не существует. Однако имеется уже много автоматических агрегатов, линий, цехов, участков и целых заводов в разных отраслях промышленности, которые в большей или меньшей мере приближаются к концепции завода-автомата.

¹ Здесь следует, между прочим, сделать одно замечание. Так как практически насущные задачи автоматизации в зависимости от конкретных условий весьма различны в отдельных отраслях производства, то некоторые авторы, исходя из своей специальности, односторонне отождествляют автоматизацию только с одной из вышеприведенных трех групп процессов. Например, Гардер определяет автоматизацию лишь как достижение автоматического рабочего цикла системы машин; Пикок и ряд других авторов понимают автоматизацию только как автоматическое регулирование; наконец, Пайк отождествляет автоматизацию с применением электронных вычислительных машин. Такое ограниченное понимание автоматизации имеет некоторое оправдание, если рассматривать его как выражение неотложных проблем автоматизации в отдельных отраслях производства, однако оно препятствует правильной оценке места и значения автоматизации в развитии техники.

² Попыток дать характеристику будущего завода-автомата в мировой литературе много, и в основном они отличаются друг от друга только большим или меньшим весом того или иного направления развития автоматизации. Лавры в этом отношении принадлежат, без всякого сомнения, сэру Пуки, который определил автоматическую фабрику как «такую, где автоматизация повсюду применяется и где все делается автоматически». Против такой совсем бесспорной дефиниции нельзя, конечно, ничего возразить, разве лишь то, что она является обыкновенной тавтологией.

Как было уже сказано выше, понятие «автоматизация» никак не является тождественным понятию «завод-автомат». Завод-автомат — это, конечно, цель автоматизации, но автоматизация включает в себя и постепенное приближение к заводу-автомату, и постепенное, частичное решение технических проблем, связанных с этим развитием, и новую концепцию решения технических проблем вообще.

Создание автоматических предприятий не означает, что производство будет происходить вообще без участия людей. Даже самый современный автоматический механизм нуждается и будет нуждаться по крайней мере в периодическом осмотре, наладке и ремонте. Он нуждается и, вероятно, в будущем часто будет нуждаться в труде человека для ликвидации чрезвычайных отклонений и помех, которые в автоматической программе работы механизма не было возможности предвидеть. И во всяком случае, даже самый совершенный автоматический механизм нуждается в том, чтобы человек дал ему определенную программу действия или по крайней мере конечные параметры производственного процесса. При резком повышении производительности труда автоматизация изменяет роль человеческого труда в производственном процессе, делает главной не работу у станка, а предварительную подготовку производства, ремонт и наладку автоматической системы машин. Механизм не заменяет человека, он только умножает производительную силу труда и власть людей над силами природы. Даже самая совершенная, полностью автоматизированная фабрика окажется без человека всего лишь бесполезной грудой металла.

Автоматизация движется вперед широким фронтом по разным направлениям, которые определяются условиями технического развития отдельных отраслей и заводов. Как уже говорилось выше, автоматизация ставит в основном три главные задачи: во-первых, достижение автоматического цикла работы машины или установки, т. е. исполнение требуемой группы операций в заданной последовательности без прямого участия человека; во-вторых, автоматический непосредственный контроль и с ним исправление хода машины; в-третьих, автоматический выбор оптимальной программы операций. В первой задаче машина, в сущности говоря, заменяет физический труд, расходовавшийся ранее на питание машины, транспортировку материала и полуфабрикатов внутри цеха, пуск и остановку отдельных органов машины и т. п. Во второй и третьей задачах машина заменяет известные участки умственного труда, выполнявшегося до сих пор в первом случае рабочим, обслуживающим машину, а во втором — техническим руководством предприятия.

Для того чтобы автоматический контроль и управление технологическим процессом были вообще осуществимы, сам этот процесс не должен нуждаться в применении физического труда как соединительного звена между операциями механизмов. Машины современной промышленности исполняют в большинстве случаев основные производственные операции автоматически. Однако, пока отдельные машины являются изолированными, самостоятельными единицами, даже при полностью автоматизированном цикле работы каждой из них остается необходимость применения тяжелого физического труда на загрузке машин и при передвижении материалов и полуфабрикатов внутри цеха. Только объединение отдельных машин в агрегаты и системы машин, исполняющие все операции, начиная с доставки сырья до выпуска готовой продукции, действительно завершает ликвидацию физического труда в производственном процессе и замену его работой механизма. На практике это достигается или сосредоточением всех необходимых операций на одном агрегате (например, автоматы для производства бутылок, спичек и т. п.), или объединением ряда машин в автоматическую линию. Такие устройства получили наименование циклических автоматических машин.

Циклическая автоматическая машина или система машин исполняют все необходимые основные и вспомогательные операции производственного цикла по заданной программе и не нуждаются в применении физического труда в качестве соединительного звена между отдельными операциями машины. Однако даже самая совершенная машина и самый устойчивый технологический процесс после некоторого времени отклоняются под влиянием различных обстоятельств (например, неодинаковое качество материала, затупление режущего инструмента и т. п.) от заданной программы. Качество продукта ухудшается, появляется брак. Каждая машина поэтому нуждается в контроле и регулировании, которые могут быть осуществлены либо обслуживающим персоналом, либо специальными устройствами, т. е. автоматически. Чем сложнее технологический процесс, чем больше операций сосредоточено в одной системе машин, тем при прочих равных условиях надежная система контроля и регулирование является более необходимой.

Обыкновенные контрольные устройства следят за работой механизма и в случае отклонений от нормального хода производственного процесса определенным образом сигнализируют об этом или останавливают механизм. Затем обслуживающий рабочий по данным контрольных приборов может исправить ход процесса. Такие устройства находятся даже на автоматических линиях и агрегатах. Очевидно, что это не полная автоматизация, ибо исправление ошибки нуждается во вмешательстве оператора. При автоматическом контроле и регулировании должна быть осуществлена так называемая обратная связь, при которой автоматическое устройство само контролирует производственный процесс, сравнивая способ, каким операция действительно исполняется, со способом, каким она должна выполняться, и автоматически исправляет отклонение в работе механизма. Такое устройство не нуждается во вмешательстве человека и действует намного лучше, точнее и быстрее, чем самый опытный и квалифицированный работник.

Именно поэтому автоматический контроль и регулирование позволяют осуществить сверхбыстрые процессы, когда отступление от заданной программы необходимо обнаружить и исправить в течение доли секунды, или сложные процессы, при регулировании которых надо учитывать большое количество величин в их взаимной зависимости. Осуществление таких процессов в условиях ручного контроля и регулирования было невозможно. К трем звеньям системы машин, о которых говорит Маркс¹ (рабочая машина, передаточный механизм и двигатель), развитие автоматизации добавляет четвертое звено — совокупность автоматических устройств, позволяющих без непосредственного участия человека контролировать и регулировать производственный процесс.

Автоматический контроль и регулирование вместе с циклическими автоматическими машинами представляют собой техническую характеристику современных автоматических систем и являются, можно сказать, первой, низшей ступенью автоматизации производственных процессов. Своей высшей точки эта первая ступень автоматизации достигает в производственном процессе,

¹ См. К. Маркс, Капитал, т. I, стр. 378—379.

протекающем без участия физического труда, снабженным на отдельных рабочих позициях автоматическим контролем и регулированием. Все управление этим процессом сосредоточено на центральном пульте. Это дает оператору возможность наблюдать за ходом этого процесса и в случае необходимости принимать меры для достижения заданного режима. Такая автоматизация производственного процесса существует уже на многих заводах различных отраслей производства.

Однако, чем сложнее производственный процесс, тем труднее для оператора устанавливать и соблюдать оптимальный режим. На течение процесса влияет значительное число величин, многообразно связанных между собой. Увеличивающаяся скорость производственных процессов требует во многих случаях, чтобы оператор решал сложнейшие математические задачи в течение времени порядка секунды или даже доли секунды. Это, конечно, не под силу человеку, и оператор в таких случаях действует просто на основе накопленного им опыта. Но следует иметь в виду, что эмпирическое решение далеко не всегда является и самым лучшим решением. При интеграции многих агрегатов в единую автоматическую систему, когда даже небольшое отклонение от оптимального режима или малейшее запоздание необходимого вмешательства в ход процесса ведут к огромным потерям и часто даже угрожают безопасности производства, эмпирическое, случайное решение недопустимо. Отсюда все более актуальным является переход на новую, высшую ступень автоматизации производственных процессов — замену оператора, управляющего процессом из центрального пульта, электронным вычислительным устройством. Это опять принцип так называемой обратной связи, но осуществляемый не на отдельной операции, а в масштабе цеха или завода и потому несравненно более сложный.

Применение электронных вычислительных устройств для управления производственными процессами позволит создать полностью автоматизированные фабрики, работающие в некоторых случаях «на замке». Однако в настоящее время значение электронных вычислительных устройств для целей внедрения автоматизации в производственную практику пока еще меньше, чем значение циклических автоматических устройств и авто-

матического регулирования. Электронные вычислительные устройства для непосредственного управления производственным процессом в промышленных условиях применяются в настоящее время только в редких случаях, причем это применение, как можно судить по заметкам в печати, имеет еще опытный характер. Правда, если смотреть в будущее, то со всей вероятностью можно сказать, что центр тяжести автоматизации и центр внимания технических наук переместятся в область промышленного использования электронных вычислительных машин, открывающую новые, огромные возможности технического развития.

Если полностью автоматическая фабрика в основном еще является только дальнейшей перспективой технического развития, то сегодняшние результаты автоматизации уже представляют собой новую ступень технического развития и резкое повышение производительности человеческого труда. Эти результаты свидетельствуют о необъятных возможностях, которые автоматизация открывает перед техническим прогрессом.

2. Достижения автоматизации в отдельных отраслях хозяйства

Развитие автоматизации можно представить как переход от отдельных машин к автоматическим линиям и агрегатам, а в дальнейшем от отдельных автоматических линий и агрегатов к автоматическим цехам и производствам и в конечном счете к соединению автоматических цехов и производств в полностью автоматическую фабрику. В настоящее время почти все отрасли используют автоматизацию, но степень развития ее в каждой отрасли весьма различна. Так, в большинстве отраслей задача заключается в создании автоматических линий и агрегатов и в их постепенном соединении в автоматические цеха и производства, в то же время в некоторых отраслях начинается переход к организации заводов-автоматов.

Наиболее благоприятной предпосылкой автоматизации является непрерывность производственного процесса. Непрерывность процесса производства — это, так ска-