

## НАУЧНЫЕ КОНСУЛЬТАЦИИ

### ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА В ЭКОНОМИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ США

*(обзор тенденций, методов, техники)*

Ю. И. ЧЕРНЯК

*(Москва)*

Рост производства электронных вычислительных систем и технический прогресс в этой области имели за последние годы наиболее высокий устойчивый темп из всех отраслей промышленности крупнейших капиталистических стран, причем эти темпы имеют тенденцию к дальнейшему ускорению. Этот процесс отнюдь не случаен и не связан с временной конъюнктурой, он обусловлен объективными закономерностями развития общественного производства на современном этапе. В развитых странах трудности управления производительными силами увеличились теперь настолько, что без помощи машин человек уже не может справиться с ними. Ускорение производственных процессов, появление с каждым годом все большего числа новых изделий (в том числе сложнейших систем, которые включают десятки тысяч деталей), использование новых технических способов производства — все это приводит к гигантскому возрастанию потоков информации в экономике, т. е. числа документов, сообщений, сигналов, которые должны быть переработаны в жесткие сроки, диктуемые темпом производственных процессов. В результате рост конторского персонала в аппарате экономического управления начал принимать за последнее десятилетие во всех экономически развитых странах угрожающие размеры. В 1950 г. 40% всего работающего населения США было занято в учреждениях. К 1960 г. конторские служащие составляли уже 51% работающих в США. Начиная с 1961 г., удалось сдержать этот угрожающий рост благодаря массовому внедрению электронных систем в экономическое управление. О темпах роста производства электронных вычислительных машин свидетельствуют следующие цифры. Первая в мире электронная вычислительная машина промышленного значения ЭНИАК была выпущена в 1945 г. В ту пору некоторые представители деловых кругов высказывали мнение, что в обозримом будущем все вычислительные потребности США могут быть удовлетворены тремя достаточно мощными машинами. По данным ценза, к июлю 1961 г. в США были изготовлены в общей сложности 5371 электронная вычислительная машина и система, не считая электронных вычислителей малой мощности. К концу 1962 г. в США эксплуатировалось около 10 000 электронных вычислительных систем. На конец 1964 г. число эксплуатируемых в США электронных машин и систем достигло 18 000. Кроме того, фирмы имели заказы на изготовление еще 9000 электронных машин и систем в 1965 г.

Действительный темп роста производства и продаж электронных систем до сих пор неуклонно превосходил все самые смелые прогнозы.

В 1956 г. стоимость проданных электронных машин составляла 125 млн. долл., а в 1959 г. — около 370 млн. По прогнозам тех лет, объем продаж электронных машин мог составить в 1970 г. от 1 до 2,5 млрд. долл. Однако стоимость проданных электронных вычислительных машин перевалила за 1 млрд. долл. уже в 1961 г., а в 1962 г. — за 1,5 млрд. долл.; по новым прогнозам, объем продаж электронных систем в 1965 г. достигнет по крайней мере 8 млрд. долл.

Сама электронная вычислительная техника претерпела за эти годы огромные изменения. В настоящее время электронная вычислительная или управляющая система представляет собой весьма сложный комплекс устройств, где электронный вычислитель ни по значению, ни по стоимости не занимает доминирующего положения. Наряду с неуклонным ростом мощности вычислителя периферийное оборудование автоматического сбора и сортировки данных, их дистанционной передачи и ввода в электронную машину приобретает все большее значение. По прогнозам ведущих специалистов, в течение ближайшего десятилетия производство оборудования для передачи данных и другого вспомогательного оборудования достигнет такой же стоимости, как и производство электронных вычислительных машин.

В результате этого, а также быстрого изменения конструкции электронных вычислительных машин цены на них с развитием производства не только не снижаются, но даже показывают тенденцию к возрастанию. Обычно стоимость достаточно современных электронных машин и систем весьма высока. Так, система «Стрэтч» с разными ее модификациями стоит около 13 млн. долл., система «Ларк» — около 8 млн. долл. Стоимость рядовых электронных систем, относимых в настоящее время к классу мощных машин (скорость с быстродействием порядка микросекунд), обычно превышает 1 млн. долл. Средние электронные машины (быстродействие порядка миллисекунд) стоят обычно от 0,5 до 1 млн. долл., цены же на малые электронные машины колеблются в весьма широком диапазоне в зависимости от модели машины и комплектующего ее оборудования. Арендная плата за использование электронных машин находится также на весьма высоком уровне и не показывает тенденции к снижению из-за быстрого морального износа машин.

По данным 1961 г., число фирм во всех капиталистических странах, специализирующихся на производстве электронных машин и систем, обслуживании этого производства, торговле машинами и сдаче их в аренду с коммерческими целями, превышало 700, причем непосредственно в области производства (сборки) электронных машин было занято около 70 фирм. Господствующее положение прочно занимают американские крупные фирмы и монополии, наиболее мощные из них имеют филиалы во всех основных капиталистических странах. Крупнейшей в мире монополией является фирма ИБМ (International Business Machines Corporation), которая контролирует около 75% всего мирового выпуска электронных вычислительных машин и систем по капиталистическим странам. ИБМ имеет филиалы почти во всех странах Западной Европы и осуществляет сбыт своей продукции в 84 странах мира. Фирма специализируется исключительно на производстве и коммерческой эксплуатации электронных вычислительных машин и систем. Она имеет широко разветвленную сеть вспомогательных и обслуживающих промышленных предприятий, а также научно-исследовательских учреждений. Второе место в США по производству электронных вычислительных систем занимает фирма «Сперри рэнд корпорейшн», в общем объеме валовых продаж которой электронные вычислительные системы занимают около 20%. Другими крупнейшими производителями электронных систем в США являются различные дочерние

фирмы крупнейших капиталистических монополий: «Дженерал электрик», «Миннеаполис — Хонгуэл» и «Радио корпорейшн оф Америка». Кроме того, еще 10 фирм имеют в США заводы, серийно выпускающие электронные вычислительные машины и системы, и большое число других фирм выпускает или проектирует выпуск отдельных видов оборудования или несерийных систем.

Обладая широким рынком сбыта и перспективами хорошей конъюнктуры в будущем, большинство фирм, занятых в производстве электронных систем, быстрыми темпами наращивают мощности и производят крупные капиталовложения в строительство новых заводов. Общих данных об объеме капиталовложений в этой отрасли не имеется, однако можно с уверенностью сказать, что относительная их величина выше, чем в любой другой отрасли промышленности. В то время как электронная промышленность становится наиболее крупной и динамичной отраслью промышленности (так, продукция электроники составляла в 1962 г. в США 13,1 млрд долл., а в 1963 г. — 15,1 млрд долл.), внутри нее ведущим производством становится создание электронных вычислительных машин и систем.

Автоматизация процессов экономического управления стала к настоящему времени главной областью использования электронных вычислительных систем, причем большинство прогнозов сходится в том, что в предвидимом будущем доля электронной техники, используемой в экономике, будет неуклонно возрастать. Классификация сфер применения электронных машин в экономике чрезвычайно обширна, включая комплексное управление производственными процессами, организацию производства на предприятии, учет материальных и иных ресурсов, составление оптимальных планов производства и капиталовложений и контроль за их осуществлением, контроль себестоимости и финансовое планирование, организацию сбыта и снабжения и системы контрактов, экономические исследования и прогнозы, массовую обработку статистических материалов цензов, многовариантные расчеты-прогнозы для обоснования перспективной экономической политики. Насчитываются уже сотни типов экономических задач, регулярно и систематически решаемых с применением электронных вычислительных машин.

В настоящее время различают четыре стадии автоматизации экономических расчетов и управления предприятием и фирмой.

На первой стадии электронные вычислительные машины используются для решения единичных производственных и экономических задач, причем подготовка данных проводится вручную в соответствии с разработанной для данного случая экономико-математической моделью и задачи решаются по специальной программе. Такой процесс характерен для ранней стадии использования электронных машин, однако широко распространен и в настоящее время. Обычно фирмы, не имеющие собственных электронных вычислительных машин, передают для решения за соответствующую оплату в коммерческие вычислительные центры или в исследовательские организации и университеты крупномасштабные задачи, связанные с реорганизацией производственных процессов, разработкой долгосрочных планов капиталовложений, разработкой программы строительства и монтажа и т. д.

На следующей стадии внедрения электронных вычислительных машин на них возлагается уже непрерывное осуществление какой-либо функций управления на предприятии или в фирме. Типичным примером такого применения машин является автоматическое управление запасами сырья, комплектующих изделий и деталей и готовой продукции на складах и на всех стадиях производства. Автоматизация управления запасами осуществлена уже в сотнях фирм, для этой цели разработано несколько типов

специализированных электронных машин и систем. Данные о состоянии запасов на складах и в производстве поступают в вычислительный центр либо на бланках специальной отчетности, которые затем считываются машиной, либо же для этой цели организуются специальные автоматические следящие системы. Так, на некоторых складах, где число хранимых видов товаров достигает многих тысяч, используются телевизионные следящие системы, информация с которых вводится непосредственно в машину. Электронная машина не только ведет текущий учет состояния запасов, но и предсказывает их будущий расход в соответствии с планами производства, выписывает и оформляет документы на пополнение запасов недостающих деталей, разыскивая в своей памяти производителей, которые должны эти детали поставлять. Такие системы окупаются весьма быстро благодаря достигаемой с их помощью бесперебойности материального обеспечения производства, ускорению оборачиваемости фондов и уменьшению запасов, в которых омертвляются средства.

Весьма широко используются электронные машины для автоматизации расчетов фирмы с клиентами, ведения текущих счетов клиентов, контроля за выполнением графика поставок и отгрузок. Для этой цели разработана специализированная настольная электронная вычислительная машина «Пост-Троник», обслуживаемая двумя-тремя операторами; машина способна выполнять весь комплекс работ, осуществляемых бухгалтерией, отделом снабжения и отделом сбыта. Так, при помощи этой машины осуществляется весь комплекс работ, связанных с взаимоотношениями с клиентами в одной из фирм, специализирующейся на поставках всех видов отопительного оборудования. Особенностью работы фирмы является нерегулярность поставок и заказов и несистематические отношения так и с потребителями, которые осуществляют заказы в разовом порядке, так и с поставщиками, которыми являются предприятия самых различных отраслей и фирм, выполняющих также разовые заказы. Машина оформляет до 1000 сделок в сутки, для чего потребовался бы конторский персонал в несколько десятков человек. Машина последовательно осуществляет следующие действия: прием заказа и проверка правильности составления спецификаций, поиск счета клиента, контроль за состоянием счета, выписка требования на тот или иной вид оборудования, проверка наличия его на складе, выписка наряда, контроль за отгрузкой, обработка лицевого счета и главного баланса, оформление финансовых документов и целый ряд других.

В огромной степени повышается эффективность применения электронной вычислительной системы, когда фирмы переходят к третьему этапу ее использования — комплексной автоматизации всех процессов экономического управления для данного производственного комплекса. Образцом такой комплексной автоматизации может служить система компании «Фримен шу», которая является крупнейшим производителем обуви в США. Заводы этой компании ежедневно выпускают около 100 тыс. пар обуви более 400 фасонов. Различные комбинации стиля, размера и полноты доводят общее число учитываемых типоразмеров продукции до 20 тыс., которые поставляются 6500 клиентам компании. Учет заказов, составление производственных программ, запуск партии в производство, контроль за своевременностью и правильным составом отгрузок требовал содержания огромного конторского персонала фирмы. При проектировании автоматизированной системы обработки данных выяснилось, что те же сведения, которыми оперировала бухгалтерия и отделы снабжения и сбыта, используются в несколько ином разрезе, по существу, всеми отделами управления фирмы, ее филиалов и предприятий в планировании производства, организации труда, снабжения и т. д. Создание комплексной автоматизирован-

ной системы обработки данных позволило полностью устранить дублирование показателей и обеспечить необходимыми сведениями все управленческие подразделения без дополнительных затрат и полностью устранить ручной конторский труд. Автоматизированная система включает две действующие электронные машины типа «Юнивак-120» с комплектующим оборудованием, линии связи и несложную приемно-передающую аппаратуру на каждом предприятии и в каждом филиале. Все заказчики снабжаются специальными блокнотами типовых бланков заказов, с которых информация может автоматически считываться и передаваться по каналам связи непосредственно в память электронной вычислительной машины. На основе этих сведений непосредственно формируются производственные задания и графики производства предприятиям фирмы, заказы на поставку сырья и материалов и другие документы. Ежедневно в машину вводятся также сведения о состоянии производства каждой партии на предприятиях, о затратах материалов и труда, о состоянии складских запасов по каждому виду обуви, об отгрузках каждому клиенту. На электронных вычислительных машинах ведется весь учет затрат труда и расчет заработной платы как производственным рабочим компании, так и административно-управленческому персоналу, учет запасов на складах, контроль за процессом производства, счет каждого клиента фирмы, а также оформляется главный бухгалтерский баланс фирмы. Несмотря на то, что качество экономической работы улучшилось (так, сведения, которые раньше можно было получить лишь по прошествии месяца, теперь получают ежедневно), расходы по управлению значительно снизились. Однако основную часть дополнительной прибыли фирма стала получать не за счет экономии на заработной плате управленческого персонала, а за счет лучшей ритмичности производства, уменьшения запасов, ускорения расчетов с клиентами и убыстрения оборачиваемости фондов.

Аналогичные комплексные автоматизированные системы обработки данных установлены десятками крупнейших компаний в США. Пионером в этой области является компания «Сильвания электрик», где на электронной вычислительной машине централизованно обрабатывается информация, поступающая по прямым проводным каналам связи от десятков предприятий и торговых филиалов. Подобные системы используются также различными отделениями фирм «Дженерал моторс», «Дженерал электрик», «Крайслер», «Белл телеграф энд телефон компани».

Однако электронные системы обработки данных устанавливаются не только в самых крупных фирмах с высокоавтоматизированными предприятиями, но и в сотнях мелких фирм и на промышленных предприятиях, выпускающих продукцию индивидуального и мелкосерийного производства. За последние годы выявилось, что использование даже дорогостоящих электронных систем оказывается рентабельным и в тех случаях, когда характер производства или его небольшие масштабы не позволяют автоматизировать технологические процессы. Тщательное планирование выполнения каждого элемента заказа, оптимальное распределение производственных мощностей, ежедневный учет рабочего времени по каждому виду операции и тщательное планирование запасов позволяет настолько повысить производственные возможности предприятий и снизить издержки, что относительно очень высокие издержки на электронную систему быстро окупаются. Это новое направление использования электронной техники получило название «автоматизация управления вместо автоматизации производства».

На четвертой стадии использования электронной вычислительной техники, которая сейчас быстро развивается, машина используется уже не только для автоматизации рутинной канцелярской работы и замены

неквалифицированного конторского труда, но и для осуществления целого ряда творческих процессов экономического анализа и планирования. По принятой в этой области терминологии от решения текущих тактических задач электронные вычислительные машины переключаются на решение стратегических задач поиска наилучшей политики фирмы в области специализации, планирования капиталовложений и т. д. Хотя подобные мероприятия связаны с весьма дорогостоящими научными исследованиями и с построением больших автоматизированных систем, крупные фирмы и их объединения часто идут на риск капиталовложений в эту область, поскольку, как это принято говорить, они окупаются «повышением способности принимать наилучшие решения в условиях неопределенности и риска».

Такая работа была проделана, в частности, фирмой «Паблик сервис» — одним из крупнейших производителей электроэнергии в США. В электронной вычислительной машине имитировалась работа всей энергосистемы в целом и каждого ее отдельного элемента в реальных условиях окружающей обстановки. Для этого были построены математические модели (наполненные реальным содержанием — фактическими данными) по каждому типу электростанций, входящих в систему, по линиям энергопередач, разрабатывались специальные модели вероятных поломок и потерь, модели дневных, недельных, месячных и сезонных колебаний спроса по всем видам потребителей, модели капиталовложений, формирования себестоимости энергии и ценообразования на электроэнергию. Все эти сведения совместно вводятся в электронную вычислительную машину и комплексно обрабатываются там, имитируя реальную работу всей системы. При этом машине задаются те или иные внешние условия работы энергосистемы. Для отладки моделей имитировалось «развитие вспять» на 20 лет назад, а полученные результаты сравнивались с фактическими статистическими данными. Обсчет каждого такого двадцатилетнего цикла на машине ИБМ-7090 занимал всего несколько часов. После того как было достигнуто хорошее совпадение результатов, система стала использоваться для перспективного планирования на 20 лет. Руководство фирмы получило возможность за несколько часов экспериментально проверить вероятные отдаленные последствия любого экономического решения.

Следует отметить ряд отраслей экономики, где электронные машины находят особо широкое применение в автоматизации управления.

Прежде всего сюда следует отнести финансово-банковские органы и фирмы. Подавляющее число крупных и многие мелкие банки и финансовые компании в США установили комплексные системы электронной обработки данных, для чего производится несколько типов специализированных систем. Примером может служить «Юнион дайн сейвингс банк» в Нью-Йорке, где электронная система обрабатывает 160 тыс. отдельных счетов. В этой высокоавтоматизированной системе предельно устранен ручной труд. Документы клиентов (чеки, сберегательные книжки и др.) оформлены таким образом, что специальные устройства автоматически контролируют их аутентичность, считывают с них необходимую информацию, которая передается в центральную электронную машину, ведущую каждый счет и осуществляющую все необходимые операции. Документы, выдаваемые клиентам, также оформляются и печатаются автоматически.

Крупнейшая электронная система обработки данных, базирующаяся на новейших технических принципах, устанавливается на Нью-Йоркской фондовой бирже. Информация будет вводиться в систему оптическими читающими устройствами, что исключает необходимость перфорирования данных. Обработка данных осуществляется на двух машинах ИБМ-1410, оснащенных дополнительными мощными устройствами памяти. Сведения

будут непрерывно выдаваться на специальные световые табло в различных помещениях биржи, а также на световые табло в нескольких тысячах пунктах страны. Кроме того, машина имеет свой «голос» и сможет отвечать на 100 тыс. телефонных запросов ежедневно. Пропускная способность системы составит 16 млн. акций в день. Отладка и ввод в эксплуатацию системы предполагается в 1965 г.

Электронная система обработки данных начинает чрезвычайно широко применяться на транспорте и прежде всего в авиации. Подавляющее большинство американских авиакомпаний, осуществляющих пассажирские и грузовые перевозки, уже эксплуатируют или устанавливают электронные системы. Так, крупнейшая Панамериканская авиакомпания устанавливает электронную систему стоимостью 23 млн. долл., которая свяжет 114 крупнейших аэропортов США и других стран с главным вычислительным центром компании в Нью-Йорке. Системы обработки данных авиакомпаний, как правило, осуществляют комплексную обработку данных, включая оформление пассажирских билетов с одновременной автоматической резервацией мест в самолетах, планирование перевозок, планирование работы аэропортов, планирование ремонтов и содержания самолетов, учет запасов комплектующих частей оборудования и т. д. В планировании пассажирских перевозок основным входным документом является пассажирский билет. Одновременно с выдачей билета с кассового аппарата в систему вводятся сведения о направлении и времени полета пассажира, о стоимости билета, количестве багажа и т. д. Эти данные мгновенно передаются на центральную электронно-вычислительную машину, где и осуществляется комплексное планирование. Электронная система компании «Юнайтед эйрлайнс» обрабатывает ежемесячно 15 тыс. пассажирских авиабилетов. Аналогичные системы внедряются и мелкими авиакомпаниями, например Тихоокеанской юго-западной компанией, осуществляющей перевозки только внутри штата Калифорния.

Весьма перспективным рынком сбыта электронных систем считают область оптовой и розничной торговли, где как крупные, так и совсем небольшие фирмы начинают устанавливать системы обработки данных. Относительно небольшие специализированные машины, оборудованные, однако, мощными системами памяти, дают возможность осуществлять текущий учет спроса и продаж одновременно по десяткам тысяч видов, сортов и артикулов товаров в обширной сети магазинов, помогают организовать оперативную переброску товаров, что позволяет обходиться минимальными запасами, вести счета поставщиков, бухгалтерский учет и расчеты заработной платы.

Электронные машины используются также для статистических работ и экономических исследований в ряде государственных органов США (Бюро цензов, Министерство торговли) и в многочисленных университетах и научных ассоциациях.

Однако наиболее широкое применение находят электронные машины и системы в военно-экономических ведомствах и армейских службах. Известна мощная электронная система обработки данных, обслуживающая снабжение американских вооруженных сил в Европе. Мощный вычислительный центр Национальной ассоциации астронавтики осуществляет многочисленные экономические расчеты.

Чрезвычайно благоприятные экономические перспективы применения электронных машин и систем стимулируют быстрый технический прогресс, который открывает все новые возможности для их применения в экономике. Темпы технического прогресса в этой области являются, как уже отмечалось, наиболее высокими по сравнению с другими отраслями и имеют тенденцию к дальнейшему ускорению. Малогабаритные и более

надежные полупроводниковые машины полностью вытесняют из производства машины на электронных лампах. Развиваются и осваиваются принципиально новые конструкции электронных машин и систем. Коренное повышение быстродействия и логических возможностей машин достигается в результате применения принципа автономной, независимой работы отдельных ее блоков, что позволяет одновременно считывать информацию, производить вычисления и выдавать результаты на печать. Развиваются системы памяти машин, которые из блока простого хранения данных превращаются в блоки систематизации и первичной обработки информации. Машины новых конструкций могут быть объединены в крупные системы, к ним можно подключать практически неограниченное число устройств ввода, вывода и хранения информации.

Именно широко разветвленные системы ввода и вывода информации, а также мощные системы памяти характеризуют системы для автоматизации экономических работ. До последнего времени самым слабым местом было сообщение между машиной и человеком, поскольку человек передает информацию голосом или же в виде печатных или рукописных знаков на бумаге, а большинство машин работало с перфокарт или перфолент. В этой области ведутся интенсивные исследования и по некоторым направлениям достигнут известный успех. В системах автоматизации учетно-банковских работ используются унифицированные документы, легко читаемые и заполняемые человеком, которые одновременно могут служить для непосредственного ввода информации в машину благодаря специальному расположению знаков на документах или записи магнитными чернилами и т. п. Испытывается и частично осваивается целый ряд устройств, распознающих любой печатный текст и даже рукописный текст различных почерков. Разработаны некоторые устройства, позволяющие вводить цифровые данные и команды в машину непосредственно голосом человека.

Однако применение электронных систем в такой сложной области, как автоматизация экономического управления, не может быть обеспечено одним лишь развитием электронной техники. Для этого требуется широкая постановка экономико-математических и экономико-кибернетических исследований, развитие целого ряда вспомогательных научных дисциплин. Следует отметить, что государственные органы и крупные монополии США не жалеют средств на такого рода исследования и Соединенные Штаты занимают первое место по состоянию и темпам развития научных исследований в этой области. В США в многочисленных университетах, научных ассоциациях и лабораториях фирм развивается ряд научных дисциплин, отсутствующих или слабо развитых в других странах, таких, как наука об экономическом управлении (Management Science), наука о поведении (Behavioral Science), методы электронной имитации (Simulation), методы эвристического программирования, наука о человеко-машинных системах (Ergonomics), алгоритмические машинные языки. Работы в каждом из этих научных направлений координируются и финансируются специальными ассоциациями, причем каждая из них издает ежемесячный журнал, а также неперiodические сборники.

Автоматизация управления, широкое внедрение электронной вычислительной техники в процессы экономического и технического управления является важным участком мирного соревнования экономических систем социализма и капитализма. Зная великие преимущества социалистического строя и планового хозяйства в развитии науки и техники, в темпах экономического развития, мы должны тем не менее знать и реально оценивать современное состояние и тенденции научно-технического прогресса за рубежом, умело использовать имеющийся там положительный опыт.

Поступила в редакцию  
6 III 1965