

Э.А. Усаяв

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫЕ МАШИНЫ



СЕРИЯ IV · 1966

23



ТЕХНИКА

Э. А. Исаев

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫЕ МАШИНЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Москва 1960

Брошюра Э. А. Исаева в популярной форме знакомит с применением цифровых электронных машин в управлении. Управление современным производством, оснащенным огромным количеством разнообразных машин и механизмов, представляет собой весьма сложный процесс, в значительной мере определяющий качество работы предприятия. В брошюре рассказано, как новейшие средства вычислительной техники могут облегчить и улучшить этот процесс. В ней рассматривается и управление технологическим оборудованием (станками, агрегатами и т. д.), и, главным образом, управление предприятием в целом (планирование, диспетчерское управление, отчетность и т. д.).

Брошюра написана на современном научном уровне и в то же время вполне доступна для широких читательских кругов. Она побуждает читателя искать приложения ЦЭВМ в области своей профессии.

Доктор физико-математических наук

А. Л. БРУДНО

ВВЕДЕНИЕ

Одна из примечательных особенностей прогресса промышленности за последнее десятилетие — широкое внедрение средств вычислительной техники в самые различные отрасли народного хозяйства страны. Кажется, еще очень недавно мы поражались способности первых вычислительных машин решать сложнейшие математические задачи. А вскоре оказалось, что электронные вычислительные машины могут не только считать, но и использовать результаты вычислений для управления объектами. Появились машины, управляющие станками для обработки металлов, машины, контролирующие технологические процессы на предприятиях, управляющие работой генераторов электрической энергии и распределением электроэнергии между потребителями. В последние годы электронные вычислительные машины начинают использовать для управления заводами.

По мере совершенствования электронных управляющих машин им стали поручать все более сложные задачи управления. В последние годы особое внимание стали уделять использованию управляющих ЦЭВМ в системах, способных автоматизировать административное управление предприятиями. Создание таких систем позволяет использовать машину для составления производственного плана предприятия, поручить ей учет материальных ценностей, расчет заработной платы работников предприятия, контроль за ходом производства и целый ряд других задач, которые в настоящее время решают работники заводоуправлений.

Для мелких предприятий содержание своего вычислительного центра с управляющей машиной и другим необходимым оборудованием может оказаться невыгодным, так как расчеты для такого предприятия не смогут полностью загрузить вычислительный центр. Тогда однотипные предприятия могут быть объединены в отрасль с централизованным управлением, планированием и учетом. В такой централизованной автоматизированной системе управления, планирования и учета

машина заменяет огромное количество квалифицированных специалистов, занятых составлением планов, учетом и экономическими расчетами при неавтоматизированном управлении.

Конечно, не надо думать, что такая автоматизированная система управления может обойтись без участия людей. Современные управляющие машины пока еще работают по заданной программе. И хотя эти программы стремятся составлять так, чтобы расчеты, выполняемые машиной, давали оптимальные результаты, в реальных условиях могут возникнуть ситуации, не предусмотренные программой. В таких случаях на помощь машине приходит человек.

Может возникнуть вопрос: «А зачем тогда машина, если человек все равно необходим?» Да, пока еще человек сильнее машины в области принятия непредвиденных решений. Сильнее потому, что он способен отойти от любой программы и принять совершенно новое решение с учетом особенностей возникшей ситуации. Но ситуации, которые невозможно предусмотреть при разработке программы для машины, возникают сравнительно редко. Вместе с тем при неавтоматизированном управлении целая армия плановиков, экономистов и бухгалтеров занята не слишком сложными, но однообразными, громоздкими и утомительными расчетами, необходимыми для нормальной работы предприятий. Способность машины рассчитать множество вариантов и выбрать лучшее решение задачи позволяет не только высвободить людей, но и одновременно повысить эффективность управления предприятием.

В последние годы созданию автоматизированных систем управления производством с использованием средств вычислительной техники уделяется очень большое внимание. Достаточно сказать, что пятилетний план развития народного хозяйства СССР предусматривает создание более 1000 таких систем.

ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА

Прежде чем говорить о системах управления производством, давайте разберемся, что такое система.

Человек собрался очинить карандаш и взял в руки перочинный нож. Даже этот простой инструмент состоит из ряда деталей и имеет определенное назначение. Видимо, и нож можно попытаться назвать системой, предназначенной для концентрации усилия руки на малой площади. Давление, возникающее при такой концентрации, достаточно для резания дерева (конечно, если нож острый, т. е. площадь острия достаточно мала). Иначе говоря, даже такая простейшая система способна увеличить физические возможности человека.

Токарный станок, резец которого способен резать металл, а нониусные устройства обеспечивают точный контроль за

очень малыми перемещениями резца, тоже можно назвать системой для увеличения физических возможностей.

Системы такого типа могут быть разной сложности и назначения. Участие человека в их работе тоже может быть различно. Существуют, например, автоматические поточные линии станков, осуществляющие полный цикл станочной обработки изделий. В этом случае роль человека сводится к наблюдению за работой оборудования и устранению неполадок в его работе. И цифровую электронную вычислительную машину (ЦЭВМ) тоже можно назвать усилителем возможностей — мыслительных возможностей человека.

Из приведенных примеров можно заметить, что любая система для выполнения целенаправленных действий распадается на две части — управляемую и управляющую. Так, при обработке заготовки на токарном станке объектом управления является станок, которым управляет человек, но может управлять и автомат. Управляемая система — токарный станок состоит из множества элементов, охваченных взаимными связями. Узлы станка тоже представляют собой системы отдельных деталей, связанных между собой. Отличие таких систем от станка состоит в их назначении, в том, что отдельные частные системы не могут заменить станок в целом. А если сам станок входит в систему оборудования для полной механической обработки деталей, то он является частью этой системы обработки.

Объектом управления мы будем называть систему, состоящую из взаимно связанных частей, способную выполнять свое назначение под управляющим воздействием. Управление назовем такое воздействие на управляемый объект, которое обеспечивает достижение поставленной цели.

Количество систем в природе и технике бесконечно велико. Поэтому стоит попытаться как-то их классифицировать. Прежде всего, системы могут различаться по степени сложности. Конечно, такое деление будет весьма произвольным. Перочинный нож вряд ли кто-либо сочтет сложной системой, простота токарного станка многим покажется относительной, но, наверное, все согласятся, что современная цифровая электронная вычислительная машина является весьма сложной системой. Однако все перечисленные системы, независимо от их простоты, обладают общим свойством: функционирование таких систем строго определено. Их поведение в процессе работы может быть предсказано заранее, а любое отклонение от заданных правил функционирования — попросту авария. Системы такого типа, независимо от их сложности, мы будем называть детерминированными (определенными).

Класс **детерминированных систем** весьма обширен, но охватывает далеко не все системы, существующие в реальной жизни. Попробуйте подбрасывать монету и угадывать, какой

стороной она упадет на пол. Первые же опыты покажут, что такая «система» работает крайне ненадежно. Падение монеты можно угадать лишь с известной долей вероятности. Такие вероятностные процессы также поддаются математическому описанию. Однако в этом случае математическое описание лишь приближенно определяет характер процесса и не может гарантировать наверняка определенный результат. При описании «поведения» вероятностных систем с помощью специальных математических методов, основанных на теории вероятностей и некоторых других разделах математики, может быть получено хорошее приближение к реальным условиям, но никогда нельзя рассчитывать на полное совпадение теоретически предсказанных событий с реальными.

Класс **вероятностных систем** очень обширен. Например, система управления крупным предприятием является вероятностной системой, так как практически невозможно заранее учесть все события, которые могут повлиять на работу предприятия.

Итак, мы договорились, что объектом управления всегда является система. Система может быть простой или сложной и независимо от сложности может быть детерминированной или вероятностной.

Любая самая сложная детерминированная система может быть описана при помощи математических методов. Действие такой системы всегда определено (что следует из ее названия), а это значит, что можно построить математическую модель системы, изучить ее функционирование, провести все необходимые расчеты и использовать результаты моделирования для построения реальной системы управления.

Четкое описание функционирования вероятностной системы может быть получено далеко не для всех случаев. Для относительно простых вероятностных систем может быть составлено математическое описание процессов, происходящих во время функционирования системы, и построена математическая модель системы. Это дает возможность приближенно предсказать поведение реальной системы. Но если вероятностная система достаточно сложна, то ее функционирование может быть подвержено воздействию настолько большого количества внешних влияний, что предсказать результат их воздействия окажется невозможным. Этот особый класс «неописуемых», или **неопределимых, вероятностных систем** потребует каких-то новых методов управления, отличных от методов, используемых для управления детерминированными, или определенными, вероятностными системами,

* * *

Нас интересуют системы управления производством. Поэтому мы не будем рассматривать такие «сверхпростые» си-

стемы управления, как «управление» перочинным ножом, и не станем интересоваться такими очень сложными вероятностными системами, как управление экономикой страны.

Начнем с объекта управления — станка. Станок предназначен для выполнения вполне определенных операций. В этом случае возможно управление объектом по жесткой программе. Эта жесткая программа может, например, обеспечивать контроль наличия и качества заготовок, управлять подачей заготовок, перемещением обрабатывающих инструментов (резцов, фрез, сверл и т. п.), обеспечивать контроль размеров, твердости или иных параметров изготавливаемых деталей. Для нас пока неважно, как обеспечивается управление станком. Ограничимся утверждением, что программа управления станком может быть жестко задана.

Программа управления автоматической линией станков будет более сложной, чем предыдущая программа, но и она может являться неизменной для любого достаточно малого отрезка времени.

При управлении более сложными производственными объектами жесткая программа может оказаться непригодной. В этом случае может потребоваться гибкая программа управления, а управляющий объект должен быть способен перестраивать процесс управления применительно к изменению внешних условий.

Правильность функционирования объекта управления определяется критериями качества или эффективности его работы. Если таким объектом является станок, то критериями качества могут служить время обработки детали, точность соблюдения размеров и формы, заданных чертежом.

Скорость обработки может быть ограничена возможностями станка, а точность обработки не может быть абсолютной. Учтя эти ограничения разумным выбором скоростей обработки и установив допустимые отклонения размеров детали от номинальных размеров, указанных на чертеже, мы можем обеспечить выполнение обоих критериев качества работы станка.

Правда, одновременное выполнение даже двух критериев не всегда возможно. Представим себе, что мы остановили на улице несколько десятков прохожих и попросили их построиться так, чтобы слева стоял самый высокий и тяжелый человек, а далее рост и вес людей убывали одновременно. Надо полагать, что такое построение окажется невозможным; рост и вес не всегда однозначно взаимосвязаны.

Наш простой пример показывает, что критерии могут оказаться противоречивыми. Это заставляет очень осторожно подходить к выбору критериев для оценки качества управления, оценивая выполнимость выбранных критериев и дейст-

вительную необходимость выполнения критериев, которые противоречат друг другу.

Допустим, что необходимо автоматизировать процесс управления заводом. Выберем в качестве критерия прибыльность выпускаемой продукции. В этом случае наиболее выгодна та продукция, для которой разница между себестоимостью и отпускной ценой наибольшая. Допустим также, что именно эту продукцию легче всего выпустить в больших количествах. Тогда, выпуская прибыльную продукцию и пренебрегая выпуском остальных изделий, завод легче всего обеспечит выполнение заданного критерия качества работы. Однако будет ли такая работа предприятия действительно качественной? Разумеется, нет.

Прежде всего не будет выполнен план по номенклатуре изделий. Это значит, что потребители не получат нужных изделий и не смогут выполнить свои планы выпуска продукции. Излишки продукции, выпущенной заводом сверх плана, могут не найти сбыта и будут лежать на складах заказчика или завода-изготовителя, тщетно дожидаясь реализации. Чтобы не стимулировать такую «работу», при оценке выполнения плана предприятием учитывается не только валовая продукция (т. е. стоимость выпущенных изделий), но и выполнение заданного ассортимента изделий — выполнение плана по номенклатуре.

Допустим, что критерии оценки эффективности работы предприятия выбраны правильно, составлена и изучена математическая модель функционирования системы, разработаны необходимые программы управления и выбраны технические средства для автоматизации управления, но все программы управления являются жестко заданными. При первой же попытке осуществить управление предприятием по таким программам почти наверняка начнутся неувязки.

Современное предприятие, например машиностроительный завод, представляет собой сложный объект управления, и его нормальная работа зависит от множества факторов. Срывы графика снабжения сырьем, аварии оборудования, болезни рабочих и т. д. требуют немедленного вмешательства персонала управления. Люди, управляющие производством, учитывают возникающие затруднения и вносят необходимые коррективы в управление, руководствуясь конечной целью производственного процесса — своевременным выпуском продукции, предусмотренной планом. Выдача необходимых коррективов, меняющих программу управления производством, как раз и позволяет осуществлять процесс управления, несмотря на непредвиденные возмущения нормального хода производственного процесса.

Работа по гибкой программе, предусматривающей выдачу коррективов управления, связана с необходимостью анализа

влияния непредвиденных воздействий на ход производства. На основе анализа могут быть приняты необходимые решения, нужные для выдачи корректив. Очевидно, что автоматизация управления производством может быть осуществлена лишь в том случае, если система управления сможет учитывать возмущающие воздействия и изменять программу управления, стремясь к оптимальному выполнению конечной цели управления — выполнению плана выпуска изделий.

Создание ЦЭВМ неизмеримо увеличило скорости выполнения расчетов. Это дало возможность внедрить расчеты в такие области, где ранее принимались лишь интуитивные решения. Развитие специальных методов программирования работы машин позволило поручить машине не только расчеты, но и принятие решений на основе анализа полученных результатов.

Принятие оптимальных решений обычно связано с поиском наилучшего варианта среди множества возможных решений задачи. Этот процесс сопровождается «перебором» различных решений и оценкой их при помощи какого-либо критерия. Оказалось, что машина способна значительно быстрее человека провести такое сравнение, учитывая при этом большое количество необходимых данных. Однако не всегда победа остается за машиной. Человек никогда не решает задачу простым «перебором» всех возможных вариантов, а заранее отбрасывает все заведомо негодные варианты.

Первые машины работали по жестко заданной программе. Работа такой машины в принципе не отличалась от работы станка с программным управлением. Затем были созданы машины, способные проводить поиск решений по методу «проб и ошибок». В этом случае машина сравнивает каждый из вариантов решения с каким-либо критерием качества и выбирает наилучший вариант из всех возможных вариантов решения задачи. Но во многих случаях количество возможных вариантов оказывается столь велико, что поиск оптимального решения невозможен даже для машины. Чтобы найти в таких условиях оптимальное решение, машина должна действовать подобно человеку. А для этого машина должна уметь обучаться.

В самые последние годы усилия конструкторов и ученых многих стран направлены на создание именно таких машин. Обучающаяся машина запоминает не только правильные, но и ошибочные решения и перестраивается таким образом, чтобы ошибки не повторялись. Строго говоря, обучается не машина. Работа любой ЦЭВМ определяется заданной программой. Эта программа может быть как жесткой — неизменной, так и гибкой — изменчивой. Процесс обучения машины состоит в том, что программа изменяется в зависимости от результатов работы. В процессе обучения программа изменяет-

ся так, чтобы выполнение программы обеспечивало результат, приближающийся к оптимальному решению данной конкретной задачи.

УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Говоря об управлении производством, надо различать два совершенно различных понятия, которые могут быть обозначены этим сочетанием слов. Под управлением производством часто понимают управление технологическими процессами, т. е. управление работой технологического оборудования. Такое управление вполне поддается автоматизации, в том числе и автоматизации с помощью вычислительных машин. В области автоматизации технологических процессов в настоящее время достигнуты значительные успехи.

Однако под управлением производством понимают и другой процесс, связанный с обеспечением правильности работы всего предприятия. Этим управлением обычно занят большой коллектив людей от директора предприятия до мастера и бригадира в цехах и других подразделениях. Эти люди не производят материальной продукции, но от качества их работы зависит эффективность работы предприятия. Сложность управления современным производством непрерывно растет. Поэтому задача автоматизации управления предприятием в последние годы стала особенно актуальной.

Возьмем в качестве примера машиностроительный завод. Такое предприятие представляет собой дискретное производство, в отличие от предприятий, где производственный процесс превращения сырья в готовый продукт протекает непрерывно. (Об автоматизации управления производством с непрерывными технологическими процессами рассказано в брошюре С. Г. Пиггота «Автоматизация управления предприятиями химической промышленности. «Знание», 1966). В дискретном производстве периоды обработки деталей чередуются с перерывами. Такие перерывы могут вызываться необходимостью переналадки оборудования, выдержки деталей перед дальнейшей обработкой, организационными причинами и т. д.

Управление предприятием связано с необходимостью своевременного сбора различных сведений о ходе производства, анализа этих сведений и необходимости выдачи множества команд для управления дальнейшим ходом производственного процесса. Про такой объект управления можно сказать, что в нем циркулируют очень большие объемы информации, так как эта сложная система имеет множество взаимосвязей. В этих условиях человек зачастую оказывается не в силах осуществить оптимальное управление производством, так как работники аппарата управления оказываются перегружены

информацией, которую нужно воспринять и проанализировать для принятия правильного решения.

Объемы информации (потоков сведений, подлежащих восприятию и переработке) принято оценивать в двоичных единицах информации — битах. Специальные исследования показали, что средний человек способен принимать решения, близкие к оптимальным, если он перерабатывает объем информации, не превышающий двух-трех бит в секунду.

Исследования же фактического положения, проведенные на ряде предприятий, показали, что объемы информации, которые приходится перерабатывать работникам управления, в несколько раз превышают допустимую норму. При этом неизбежно теряется до 10% информации. А поскольку современная структура предприятий построена так, что ряд информационных потоков (документы и другие информационные материалы) обрабатывается многими работниками управления, суммарная потеря информации может превышать 50%. Иначе говоря, не исключена возможность принятия решений с учетом только половины необходимых данных. Естественно, что при этом традиционная система управления становится малоэффективной.

В течение многих лет процесс совершенствования и развития производства был связан с уменьшением времени, необходимого для получения готовых продуктов из исходных материалов. Автоматизация технологических процессов позволила сильно сократить время обработки сырья и одновременно избавить людей от тяжелого, а иногда и непосильного труда. При этом одновременно сокращались материальные затраты на производство изделий. Однако увеличение сложности производственных процессов и организационной структуры предприятий, которое явилось следствием прогресса промышленности, привело к снижению эффективности управления предприятиями.

Сложилась ситуация, в которых создание системы автоматизированного управления производством стало очень актуальной задачей. Однако построение таких систем стало возможно лишь в последнее десятилетие — благодаря бурному развитию кибернетики, теории информации, созданию технических средств, необходимых для реализации автоматизированных систем управления производственными предприятиями.

* * *

Началу создания автоматизированной системы управления обычно предшествует детальный анализ функционирования действующей системы управления производством и определение тех функций управления, которые должны быть авто-

материзованы в первую очередь. Например, можно выделить функции, наиболее важные для обеспечения эффективного управления предприятием, и автоматизировать их в первую очередь. Возможен и такой подход, когда первоочередной автоматизации подлежат те функции управления, которые требуют наибольших затрат труда и времени работников.

Управление производством может быть грубо расчленено на несколько основных процессов. Первым из них можно считать **сбор информации** о фактическом состоянии производства изделий. Комплекс этой информации должен охватывать сведения, собранные со всего производственного процесса — от наличия сырья и заготовок до наличия готовых изделий на складе.

Следующим процессом будем считать **передачу полученной информации** в те подразделения, где она необходима. Такими подразделениями могут быть участки учета и элементы управления (люди или автоматические устройства), которые анализируют эту информацию и принимают соответствующие решения.

Когда собранная информация передана по соответствующим адресам, может быть начат процесс **обработки информации**. Этот процесс включает в себя анализ фактического хода производства, сопоставление результатов анализа с планом выпуска изделий, выяснение причин неполадок и отклонений от нормального хода производственного процесса.

Следующим этапом управления будет **выработка решений**, управляющих ходом производственного процесса, включая разработку воздействий, позволяющих исправить влияние отклонений от нормы или свести нежелательное воздействие к возможному минимуму.

Еще одним процессом в этой цепи будет **выдача управляющих решений на места**.

Для осуществления автоматизированного управления в соответствии с намеченными основными процессами приходится создавать довольно сложные комплексные системы. Попробуем хотя бы в общих чертах наметить, что же понадобится для осуществления такой автоматизации.

Сбор информации о ходе производства потребует создания и установки на местах возникновения информации системы датчиков. Затем собранная информация должна быть преобразована так, чтобы ее можно было использовать для целей управления. Виды такой информации могут быть различны в зависимости от условий ее использования. В некоторых случаях это должен быть документ, включающий буквенные и цифровые тексты. Если собранная информация будет передана в дальнейшем на управляющую машину, то она должна быть соответствующим образом закодирована и нанесена на перфокарты, перфоленту или иной носитель информации,

пригодный для использования в данной конкретной системе управления.

Для передачи собранной информации в управляющее вычислительное устройство потребуется спроектировать и создать на предприятии систему связи, обычно проводную. Эта же система должна обеспечить передачу управляющих воздействий. Такими воздействиями могут быть команды для управления станками и агрегатами, но могут быть и сигналы, например световые, которые должны передаваться руководителям соответствующих подразделений предприятия.

Обработка и анализ полученной информации обычно осуществляются в вычислительном центре. Его оборудование, помимо управляющей вычислительной машины и устройств для ввода и вывода информации, должно включать в себя все дополнительные устройства, необходимые для совместной работы вычислительного центра с остальной аппаратурой системы. Именно в вычислительном центре осуществляется анализ информации о ходе производства, проводится сравнение результатов анализа с плановыми показателями работы предприятия и вырабатываются необходимые управляющие решения. При этом управляющая вычислительная машина осуществляет коммутацию аппаратуры, установленной в вычислительном центре и на периферии системы (на местах).

Коммутация осуществляется устройствами, которые обеспечивают своевременную подачу входной информации с датчиков и выдачу сведений, полученных в результате расчетов, в соответствующие подразделения.

Однако автоматизация системы управления предприятием связана не только с техническими трудностями. Не менее (если не более) важный этап разработки автоматизированной системы — перестройка структуры и организации административного управления предприятием с учетом возможностей, которые могут обеспечить технические средства автоматизированной системы. Во многих случаях качество осуществления этой работы определяет эффективность внедрения созданной системы управления. Дело в том, что при управлении предприятием с помощью электронной вычислительной машины исчезает необходимость создания многих документов, которые имеют временный справочный характер, так как все необходимые данные, нужные для справок при разработке плана или для учета сырья и продукции, могут храниться в запоминающих устройствах ЦЭВМ.

Чтобы использовать преимущества, которые создает автоматизация управления производством, необходимо свести к минимуму потоки документов, циркулирующие в системе предприятия. Кроме того, еще до внедрения автоматизированной системы нужно разработать новые формы документов. Документы для автоматизированной системы должны быть

построены таким образом, чтобы максимальное количество документов, нужных для управления, учета и отчетности, создавались механизированным путем.

Система административного управления предприятием в случае внедрения автоматизированного управления также может измениться. При рациональном построении административной структуры предприятия автоматизация управления позволяет сильно сократить управленческий аппарат и разгрузить оставшихся работников управления от той работы, которую может выполнить ЦЭВМ.

Из предыдущего описания можно видеть, что в автоматизированной системе управления ЦЭВМ должна решать множество сложных задач, сильно отличающихся по своему характеру. И надо помнить, что качество работы управляющей машины полностью зависит от того, насколько правильно и рационально будут составлены программы для нее.

Составление программ для вычислительных машин во многих случаях очень непростое дело. Обычно, когда приходится программировать управление сложными процессами, вначале составляются математические модели процессов, которые должны быть запрограммированы. На основе изучения математической модели процесса составляется подробное описание действий, которые должны выполнить машины для решения поставленной задачи — алгоритм. Затем составляется программа решения с учетом особенностей той машины, которая выбрана для данной системы управления. Правильность программы проверяют путем сравнения результата работы машины с математической моделью процесса. Только после того, как программы управления составлены и проверены, может быть осуществлено включение ЦЭВМ в систему управления.



Современное производство весьма динамично. Для него характерно быстрое изменение производственной ситуации. Поэтому система автоматизированного управления должна обеспечивать достаточно быстрый сбор и обработку первичной информации, поступающей с мест ее возникновения. В противном случае анализ возмущений, нарушающих нормальный ход производственного процесса, не поспевает за реальными изменениями ситуации. Тогда управляющие решения, разработанные в результате анализа поступившей информации, будут выдаваться в подразделения с большим опозданием. Иначе говоря, подобная система управления позволит констатировать «прошедшее время», но не сможет ликвидировать воздействие вредных возмущений, т. е. не сможет оперативно управлять ходом производства на предприятии.

Для производства с дискретным характером и большим ассортиментом выпускаемой продукции существенно эффективное оперативное управление. Оно особенно важно при точно-массовом выпуске изделий, что имеет место на многих заводах. Однако решение этой задачи может быть отнесено к числу наиболее трудных.

Так, например, современный машиностроительный завод представляет собой объект управления с таким огромным количеством взаимосвязей, что его можно считать скорее вероятностной, чем детерминированной системой. Поэтому и система управления таким производством не может рассматриваться как детерминированная. Для построения математической модели такого производства приходится использовать методы теории вероятностей, теории массового обслуживания и стохастического моделирования.

Модель процесса оперативного управления можно представить себе в виде двух потоков, существующих и изменяющихся во времени. Один из них представляет собой реальный поток обрабатываемых деталей. В процессе обработки детали поступают на станки и другое оборудование, проходят операции внутрицехового и межцехового контроля и т. д. Время прохождения каждой детали по всему технологическому циклу — вполне определенная конечная величина, а движение каждой детали носит прерывистый характер. Иными словами, реальный поток деталей прерывист, дискретен.

Продвижение этого реального потока задано технологической документацией, плановыми и иными документами, а также руководящими указаниями, поступающими от персонала управления производством. Эти данные можно рассматривать как поток информации, которая определяет реальный ход производства. Отдельные части — составляющие информационного потока — возникают в различных местах и направляются в разные подразделения предприятия. Это объясняется тем, что различные управляющие воздействия (документы и распоряжения) выдаются соответствующими управляющими подразделениями.

Весь объект управления может быть представлен в виде комплекса потоков информации, которые различны по объему сведений и перемещаются в разных направлениях. Скорость передвижения этих потоков информации и скорость движения отдельных составляющих каждого из этих потоков могут быть различны. Однако в большей части потоки информации взаимосвязаны. Это значит, что изменения в каком-либо потоке информации влекут за собой изменения в других. Естественно, что это приводит к изменениям в комплексном потоке информации, который управляет движением реального потока изделий. Иначе говоря, происходят изменения реального потока под влиянием управляющих воздействий, которые мо-

гут быть как полезными (собственно управляющие воздействия), так и вредными (возмущения информационного управляющего потока, вызванные ошибками аппарата управления, дефектами документов или иными неполадками).

Отклонения от нормального хода производственного процесса вносят изменения в реальный поток. Эти изменения анализируются работниками управления. В результате анализа возмущений в реальном потоке изделий выдаются управляющие воздействия, т. е. изменяется информационный поток. Это в свою очередь вносит нужные изменения в реальный поток, который управляется потоком информации.

Эффективное управление производством возможно лишь в том случае, если анализ воздействий, возмущающий нормальное движение реального потока, будет осуществлен достаточно быстро. Тогда управляющие воздействия успеют скорректировать ход производственного процесса. Для идеального управления было бы желательно обеспечить нулевое запаздывание реакции управления на возникающие аномалии производства. Конечно, полную синхронность реального потока с потоком управляющей информации обеспечить невозможно. Но, к счастью, это и не нужно. В реальных условиях всегда допустимо некоторое запаздывание. Однако интервал времени между возникновением аномалий производства и выдачей исправляющего сигнала должен быть достаточно мал, добиться чего с учетом потребностей производства часто оказывается невозможно.

В этих случаях задачу управления можно упростить, выбрав из множества составляющих, характеризующих реальный поток деталей, только те данные, которые наиболее важны для небольшого данного периода времени. При построении таких упрощенных моделей управления часто используют метод моделирования на ЦЭВМ.

В дискретном производстве обычно создают задел — небольшой запас деталей, которые прошли лишь часть технологического цикла. Наличие такого незавершенного производства позволяет сглаживать многие отклонения от нормы. Так, если один из станков поточной линии обработки деталей внезапно выйдет из строя, то можно на некоторое время обеспечить работу последующих агрегатов за счет деталей задела. Наличие слишком большого задела невыгодно, так как детали в заделе не являются готовой продукцией. Однако очевидно, что слишком малый задел не сможет сгладить влияние ненормальностей, которые могут возникнуть в процессе производства. Определение оптимального размера задела деталей в неавтоматизированном производстве осуществляется интуитивно, на основе опыта соответствующего работника управления, и проверяется дальнейшим ходом производства. При таком способе решения этого вопроса всегда возможны

ошибки. Значительно лучшие результаты получаются в том случае, когда величина задела определяется путем моделирования производственного процесса на ЦЭВМ.

Величина задела в значительной степени зависит от характера производства на данном предприятии. Например, в мелкосерийном производстве обычно достаточен малый задел. Если производство крупносерийное, то наличие задела становится необходимым условием нормального хода производства. При массовом производстве деталей задел является необходимым компенсатором возмущений технологического цикла. Кроме того, уменьшение размера задела, например, указывает, что скорость обработки деталей на предыдущих операциях должна быть увеличена.

Любой оперативный план производства изделий по существу — это результат моделирования производства для какого-то периода времени. Оперативное управление сводится к оценке результатов моделирования. Управляющие воздействия, которые выдаются управлением, являются таким образом изменением параметров построенной модели применительно к реально имеющимся условиям.

В процессе оперативного управления осуществляется анализ влияния возмущающих воздействий, возникающих в ходе производства. Если учесть взаимодействие реального и информационного потоков, то такой анализ можно представить себе как определение вероятности совпадения реального и информационного потоков.

При описании модели производственного процесса обычно используют заданные параметры потоков и сравнивают их с текущими фактическими параметрами, устанавливают причины расхождений и вносят необходимые изменения в ход производства.

Итак, система управления производством должна обеспечивать:

1. Централизованный сбор и накопление первичной информации, нужной для оперативного управления производством и других видов работ по управлению предприятием.
2. Периодическое сравнение плановых и фактически полученных показателей качества производственного процесса.
3. Формирование информационных сигналов о ходе производства и выдачу этих сигналов по нужным адресам.
4. Выдачу необходимой информации по запросам, поступающим от работников управления.
5. Расчет оперативного плана работы производственных подразделений и выдачу на места необходимых плановых документов.
6. Анализ влияния на ход производственного процесса возмущающих воздействий и выдачу управляющих воздействий в подразделения.

7. Расчет зарплаты работников предприятия.

8. Формирование сводных данных о деятельности предприятия и выдачу необходимых отчетных документов.

9. Статистический анализ информации, поступающей с различных участков производства, с целью учета полученных результатов при разработке планов на последующие периоды времени.

* * *

Чтобы понять значение автоматизации и механизации, попробуем совершить мысленную прогулку по основным участкам предприятия.

Начнем со склада сырья. На этот склад периодически поступают сырье и другие исходные материалы, необходимые для изготовления изделий, которые выпускает предприятие. Приход сырья на склад учитывается путем внесения записей в специальные документы. Выдача материалов со склада в подразделения производства также сопровождается записью выданного количества и вида материалов. Все эти записи отнимают много времени. Понятно, что положение коренным образом изменится, если кладовщик будет учитывать приход и расход материалов не «вручную», а при помощи машины, передавая информацию в устройство памяти ЦЭВМ.

В производственных подразделениях предприятия также возникает большое количество первичной информации по учету. В частности, нужно обеспечить учет времени, проработанного каждым работником, подсчитать количество деталей, выпущенных отдельными рабочими, количество заготовок или сырья, поступивших в цех за определенный период времени, и количество готовых деталей, переданных для дальнейшей обработки в смежные подразделения предприятия. Необходимо также учесть количество деталей, не принятых отделом технического контроля (т. е. брак), и учитывать состояние производственного задела, если он используется в данном подразделении. Для возможности такого учета в производственном подразделении устанавливают целый ряд специальных датчиков и устройств.

Информация о ходе производства, полученная из производственных подразделений, позволяет выполнить оценку состояния выполнения плана в подразделениях и на предприятии. Данные оценки плана подразделений выдаются руководителям подразделений, а сводные данные передаются руководству завода.

Наличие централизованной системы сбора, накопления и обработки первичной информации позволяет выдавать в соответствующие управляющие подразделения большое количество информационных сигналов. Своевременное поступление сигналов о ходе производства позволяет работникам управления своевременно принять меры к устранению недостатков

в работе управляющих подразделений (завезти недостающее сырье, обратить внимание на качество обработки изделий, устранить неполадки оборудования и т. д.).

Уследить за всеми деталями производственного процесса без помощи такой информационной системы обычно оказывается невозможно.

На первый взгляд может показаться, что поступление информационных сигналов добавляет работы сотрудникам управляющих подразделений. В действительности это не так. Дело в том, что программы формирования информационных сигналов составляются таким образом, чтобы в каждое управляющее подразделение выдавалась только та информация, которая там действительно необходима. Это позволяет уменьшить объемы информации, поступающей к отдельным работникам, и избавляет их от поиска нужных сведений в более общих сводных данных.

Однако может оказаться, что кто-либо из работников управления не удовлетворится информацией, которая поступает к нему из вычислительного центра без каких-либо специальных запросов. В этом случае он может запросить недостающую информацию от ЦЭВМ. Разумеется, для осуществления выдачи информации по запросам должны быть разработаны специальные программы.

Заглянем теперь в планово-производственный отдел предприятия. В обычных условиях работники этого подразделения получают данные о плановом задании предприятия и рассчитывают производственные программы работы для всех подразделений завода. В процессе таких расчетов приходится учитывать большое количество сведений. Поэтому план работы не всегда оптимально учитывает возможности каждого подразделения.

В автоматизированной системе управления плановые расчеты берет на себя ЦЭВМ. Получив исходные данные о плановом задании предприятия, состоянии незавершенного производства в отдельных подразделениях и о возможностях подразделений обеспечить выполнение плана, ЦЭВМ рассчитывает плановые задания для подразделений. При этом машина использует введенные в нее критерии оценки качества разработанных вариантов плановых заданий и выбирает те варианты производственных программ, которые лучше всего удовлетворяют заданным критериям качества с учетом реальных возможностей производства. По окончании расчетов печатающие устройства ЦЭВМ печатают все необходимые плановые документы (производственную программу, фонд зарплаты работников и т. д.). При этом аппаратура, печатающая документы, в случае необходимости может размещаться непосредственно в подразделениях, так как управляющие ею сигналы могут передаваться по линиям связи.

В автоматизированной системе управления любые существенные отклонения от нормального хода производственного процесса немедленно фиксируются системой сбора первичной информации и передаются в ЦЭВМ. Машина в соответствии с программой анализирует влияние этих отклонений на дальнейший ход производства. В результате анализа этих возмущений рассчитываются коррективы, необходимые для восстановления нормального хода процесса, и выдаются команды тем или иным способом изменить ход производства в данном подразделении. Своевременная выдача управляющих корректирующих воздействий, характерная для автоматизированной системы управления, позволяет в значительной мере уменьшить влияние непредвиденных отклонений (аварий оборудования и т. п.) на эффективность работы предприятия.

Расчет зарплаты работников предприятия в условиях неавтоматизированной системы отнимает большое количество времени. В автоматизированной же системе расчет заработной платы одного работника может занять меньше одной секунды. При этом ЦЭВМ учитывает время, отработанное работником, осуществляет все виды удержаний и доплат, используя данные, имеющиеся в ее запоминающих устройствах.

Помимо выполнения работ по управлению предприятием, ЦЭВМ автоматизированной системы обеспечивает составление и печать в нужном количестве экземпляров всех необходимых отчетных документов, характеризующих работу предприятия, документов, необходимых для финансовых расчетов с поставщиками, исходных материалов для расчетов с заказчиками, документов для финансовых расчетов за электроэнергию, газ, воду и т. д. Получение этих данных обеспечивается как системой сбора и передачи первичных данных с мест в запоминающие устройства ЦЭВМ, так и наличием специальных программ, определяющих работу машины во время сбора данных, расчетов и печати полученных результатов.

У автоматизированной системы управления производством есть еще одно важное качество: она в состоянии непрерывно совершенствовать эффективность процессов управления. Это достигается благодаря тому, что ЦЭВМ управляющего вычислительного центра производит статистическую обработку получаемой информации о ходе производства, анализирует результаты этой обработки и изменяет программу дальнейшей работы системы управления так, чтобы заданные критерии эффективности работы предприятия удовлетворялись наилучшим образом.

В частности, анализируя сбыт выпускаемых предприятием изделий, управляющая машина может анализировать спрос за некоторый прошедший период времени и разрабатывать

план-прогноз выпуска изделий, оптимальный с точки зрения их сбыта.

Управляющая ЦЭВМ может также анализировать расход сырьевых материалов и определить запасы сырья на складах, обеспечивающие нормальную работу предприятия. Решение этой проблемы может позволить уменьшить площадь складов и повысить эффективность работы отдела снабжения предприятия.

Важным свойством правильно построенной автоматизированной системы управления является своеобразный «запас мощности». Это значит, что на первых этапах внедрения системы вычислительный центр управления и система сбора и передачи данных решают лишь самые первоочередные задачи управления, нужные для работы предприятия. Однако по мере накопления опыта по эксплуатации автоматизированной системы и устранения ошибок, допущенных при ее создании, система берет на себя все большее количество функций управления. Естественно, что и экономический эффект от внедрения автоматизированных систем управления по мере их совершенствования постепенно увеличивается.

Создание систем полностью автоматизированного управления производством — дело очень непростое, требующее огромных затрат времени, сил и средств и подчас даже оказывающееся невозможным или невыгодным. Поэтому часто ограничиваются созданием систем, которые осуществляют сбор и обработку первичной информации, собираемой непосредственно на производственных участках и других подразделениях предприятия. При этом персонал управления получает всю информацию, необходимую для принятия обоснованных решений. Выдача в управляющие подразделения обработанной информации избавляет работников управления от восприятия чрезмерных количеств информационного материала и позволяет резко улучшить качество управления производством. Системы такого типа правильней было бы называть не управляющими, а информационными.

Построение информационных систем проще и дешевле, а эффективность от их внедрения достаточно велика. Именно поэтому как в нашей стране, так и за рубежом для совершенствования управления предприятием зачастую прежде всего создают и внедряют информационную систему, а лишь после этого передают на ЦЭВМ разработку управляющих воздействий, определяющих ход производства.

Для оперативного управления производством очень важно своевременно собрать и представить в удобном виде информацию с рабочих мест. Наличие такой информации, передаваемой на пульты управляющего персонала, позволяет резко улучшить эффективность управления даже без использования ЦЭВМ.

Для сбора такой информации была сконструирована специальная установка первичной информации УПИ-1. Эта установка была изготовлена московским заводом «Энергоприбор» и демонстрировалась на выставке «Инфорга-65» (Москва, 1965 г.). Установка предназначена для сбора и передачи информации с рабочих мест. Она позволяет осуществить автоматический учет рабочего времени и простоев до 40 единиц производственного оборудования. Аппаратура установки позволяет осуществить анализ простоев с указанием причин. Кроме того, производится объективная оценка непроизводственных потерь времени и работа отдельных подразделений предприятия за смену и за месяц. Рабочие места мастеров и рабочих оборудованы пультами, которые обеспечивают возможность переговоров.

Кроме установки УПИ-1, на выставке «Инфорга-65» демонстрировались и другие установки для совершенствования и автоматизации управления производством.

Одна из таких установок, «Эксперт-1», выполненная из типовых нормализованных элементов, предназначена для оперативного управления производством на машиностроительных предприятиях. Эта установка обеспечивает автоматизацию первичного учета изготовленной продукции, сигнализацию и регистрацию работы и простоев оборудования. Кроме того, установка осуществляет контроль за состоянием страховых заделов заготовок, деталей и инструментов, а также оперативную производственную телефонную связь и дистанционную передачу результатов на носители информации.

К установкам такого типа можно отнести и другой экспонат этой выставки — центральный общезаводской диспетчерский пульт завода «Фрезер». Этот пульт обеспечивает непрерывный диспетчерский контроль и регулирование работы производства. Пульт оборудован промышленной телевизионной установкой ПТУ-103. Это позволяет наблюдать за состоянием производства даже при пониженной освещенности помещений. Оборудование пульта включает в себя станцию диспетчерской связи на 100 номеров, которая обеспечивает индивидуальную групповую и циркулярную связь, а также проведение диспетчерских совещаний.

Пульт имеет поисковую световую сигнализацию на 50 номеров, блоки для автоматизированного учета выпуска изделий на автоматических линиях, аппаратуру для магнитной записи и звукусилительную станцию.

Системы для сбора первичной информации используются и многими зарубежными фирмами. Так, одна из моторостроительных компаний США внедрила на своих предприятиях систему сбора информации, разработанную компанией «Дженерал тайм корпорэйшн». На предприятиях фирмы была создана централизованная сеть связи, оснащенная телетайпами,

Это обеспечило надежную двухстороннюю связь между производственными цехами и отделом оперативного планирования.

Система работает следующим образом. Операторы производственных цехов передают в отдел оперативного планирования сводки о количестве работников, присутствующих на рабочих местах, и об отсутствующих работниках. Кроме того, передаются данные о том, какие задания выполняют работники и на каком оборудовании они работают. В отдел оперативного планирования сообщается также количество изготовленных изделий, сведения о незавершенном производстве и о движении материалов.

Основная часть данных наносится на перфокарты. Некоторые виды информации вводятся в систему при помощи номеронабирателей, подобных телефонным дискам. При этом часть информации подвергается обработке, для чего в систему включены специальные устройства.

В системе используются три вида перфокарт. На перфокарты первого типа (самые крупные) наносится информация о номере заказа, номер изделия и номер выполняемой операции. Перфокарты среднего размера содержат информацию об используемом оборудовании, а самые мелкие перфокарты — сведения об исполнителях работы.

Перфокарты первого типа подготавливаются для каждого заказа, а остальные перфокарты хранятся в виде наборов.

В отделе управления материальными ресурсами по определенной форме составляется заказ на изделия. При помощи специальной печатающей машинки «Флексорайтер» данные о заказе наносятся на перфоленту. Затем перфоленту с данными о заказе передается на станцию механизированного учета. Здесь перфоленту помещают в устройство, способное прочесть информацию на перфоленте и перенести ее на перфокарты. В результате получают перфокарты, содержащие данные о заказе и операциях, которые необходимо выполнить для получения готовых изделий из исходных материалов. При помощи вычислительного оборудования, установленного на станции механизированного учета, вычисляются нормы времени для каждой производственной операции.

На основании комплекта исходных перфокарт подготавливаются перфокарты, которые в дальнейшем используются для передачи сведений о движении материальных потоков изделий. После этого исходные перфокарты используются для подготовки месячного отчета о загрузке предприятия.

Вся информация, необходимая для планирования выполнения заказа, направляется в отдел оперативного планирования. При составлении графиков работы станков учитывается каждая операция и планируется отпуск необходимых материалов.

За три дня до начала выполнения заказа вся необходимая

информация о заказе направляется на склады и в производственные цехи. Склады отпускают сырье в производственные цехи вместе с сопроводительными картами. В отдел оперативного планирования передаются сведения о наличии сырья. При этом используются карты работника, заказа и технологического маршрута, а также дополнительная информация, набиваемые на телефонном диске, которая передается в отдел при помощи аппаратуры связи. После получения подтверждения о наличии необходимого сырья вводятся в действие графики работы отдельных станков. Эти графики операторы получают с телетайпов.

О выполнении задания операторы сообщают в отдел оперативного планирования при помощи аппаратуры сбора и передачи данных. Новое задание выдается оператору по телетайпу. Одновременно с получением задания оператор получает всю необходимую информацию об отдельных производственных операциях и сроках их выполнения. В ходе выполнения задания оператор сообщает данные в отдел оперативного планирования, используя систему сбора данных и систему связи.

За передачу изделий от станка к станку отвечает специальный диспетчер, который сообщает о перемещениях по системе сбора данных.

Информация о ходе выполнения заказа поступает в центральный диспетчерский пункт. Персонал диспетчерского пункта следит за общим графиком выполнения заказа. Новые задания выдаются только после выполнения предыдущих работ. Выдача заданий производится с учетом их роли в выполнении заказа в целом и с учетом оптимальной последовательности выполнения операций.

Такая система не обеспечивает автоматизацию собственно управления производством. Однако внедрение ее сводит к минимуму ошибки при регистрации данных, обеспечивает руководство точной и своевременной информацией, на основе которой принимаются необходимые административные решения и выдаются воздействия по управлению ходом производственного процесса. Надежная двухсторонняя связь, обеспечиваемая такой системой, также благотворно влияет на качество и оперативность управления производством.

Применение ЦЭВМ на производственном предприятии позволяет существенно улучшить его работу даже при сохранении «ручного» управления. Этот эффект может быть получен за счет рационализации решения некоторых основных задач, обеспечивающих нормальную работу предприятия. К таким основным задачам можно отнести планирование производства, контроль своевременности и качества выполнения производственных процессов и бухгалтерские расчеты.

Для решения этих задач может использоваться как одна

ЦЭВМ, так и большее количество машин более узкого назначения.

Одна из французских фирм разработала машины, специально предназначенные для решения задач планирования, контроля и бухгалтерских расчетов на предприятии. Если на предприятии целесообразно установить три машины такого типа, то одна ЦЭВМ обеспечивает планирование производства, вторая учитывает качество выпускаемых изделий и осуществляет контроль состояния производства, а третья выполняет бухгалтерские расчеты. Если же предприятие небольшое и на нем невыгодно устанавливать несколько машин, то решение всех трех задач может обеспечить одна ЦЭВМ.

При использовании нескольких машин на предприятии отдельные ЦЭВМ обмениваются информацией и выдают данные решения своих задач. Обмен информации между ЦЭВМ осуществляется при помощи быстродействующих электронных устройств. При этом скорость передачи данных может превышать 30 тыс. десятичных знаков в секунду.

Управление работой машин и обменом информацией осуществляется специальной системой.

Для подготовки и планирования производства в такой системе используются исходные данные о заказе, который предстоит выполнить предприятию. Эти данные могут включать: номер заказа, количество продукции, допуски на отклонения от заданных параметров изделий. При этом определяются или уже известны номера станков, на которых будут обрабатываться изделия данного заказа.

Система учитывает номер заказа, номер станка и номер работника. Изменение любого из этих параметров (например, другой работник в следующей смене) также учитывается системой. Передача исходных данных может осуществляться по проводам при помощи телеграфных или телефонных аппаратов либо с помощью клавиш или кнопок, установленных на производственном оборудовании.

В такой системе ЦЭВМ учитывает количество выпущенной продукции, полезное время работы оборудования и время простоя. На станках смонтированы сигнальные лампы, которые вспыхивают при перерывах работы. Этот сигнал — напоминание рабочему указать причину простоя. Если рабочий не укажет причину, то ЦЭВМ, по сигналу датчика, учтет время простоя с пометкой «причина не указана».

ЦЭВМ анализирует данные о состоянии производства и передает время простоя с указанием причин только в тех случаях, когда превышены нормы времени на обработку изделий, а также если скорость изготовления деталей или их наличие на данный момент времени не обеспечивают заданный срок выполнения заказа.

Результаты анализа выдаются на центральное устройство

контроля, а также в соответствующие производственные подразделения.

Анализ работы одного станка выполняется примерно за одну секунду. При этом датчики, установленные на станках, ежесекундно выдают информацию, а машина поочередно анализирует работу каждого станка. Например, для группы в 600 станков интервал времени между двумя последовательными оценками работы каждого станка составит 10 минут.

Такая система контроля производственного процесса позволяет своевременно и наглядно информировать персонал управления о ходе выполнения заказа. Это позволяет немедленно использовать полученные данные для корректировки производственного процесса, т. е. осуществить действительно оперативное управление производством.

Системы описанного типа осуществляют сбор первичной информации и выполнение отдельных расчетов, необходимых для решения основных задач, возникающих в процессе управления производством. Однако способность ЦЭВМ анализировать результаты расчетов позволяет создавать и более сложные системы.

МАШИНЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ

В связи с необходимостью разработки автоматизированных систем управления производством в нашей стране были созданы ЦЭВМ, способные осуществить решение многих плановых и экономических задач, возникающих в процессе работы современного крупного предприятия. Такие машины, например, как «Минск-22» и «Минск-23», комплектуются внешними устройствами, способными осуществлять прием большого количества исходных данных, поступающих от датчиков сбора первичной информации, хранить эту информацию в запоминающих устройствах и использовать ее для расчета в соответствии с заданными программами работы. Результаты расчетов могут выдаваться в виде текстовых материалов, для чего предусмотрены выходные печатающие устройства.

При разработке машин предусмотрена их работа совместно с системами передачи данных, а агрегатная конструкция и возможность изменения состава устройств, комплектующих ЦЭВМ, позволяют удовлетворить требования различных разработчиков систем управления производством. По существу, машины такого типа с комплектом внешних устройств представляют собой универсальные системы для обработки информации. Они позволяют осуществить решение широкого круга планово-экономических и научно-технических задач.

Система обработки информации машины «Минск-22» включает в себя: центральный вычислитель с арифметическим устройством и устройством управления, а также фотоэлектрическое устройство для ввода в ЦЭВМ информации, нанесенной в виде отверстий на перфоленту, центральный пульт управления, оперативное и внешнее запоминающее устройство, алфавитно-цифровое печатающее устройство и быстродействующее устройство для печати цифр. В комплект системы входят также выходные перфораторы для нанесения данных на бумажную перфоленту, устройства для нанесения информации на перфокарты и устройства для подготовки исходных данных на перфоленте и перфокартах. Устройство ввода — вывода позволяет работать с пишущей машинкой, телеграфным аппаратом

и осуществляет ввод данных с перфоленты в старт стопном режиме, т. е. с возможностью перерывов во время ввода информации.

Для сравнения правильности нанесения информации на перфоленту предусмотрено контрольно-считывающее устройство для сравнения двух перфолент.

«Минск-22» создан специально для решения экономических задач. Поэтому при разработке машины особое внимание уделялось увеличению количества устройств для ввода данных в ЦЭВМ и для вывода результатов расчетов или других данных. При разработке машины предусматривалось увеличение объема памяти. В этой машине предусмотрена возможность обмена информацией между внешними устройствами параллельно с работой арифметического устройства ЦЭВМ и независимо от него.

Использование в ЦЭВМ двоичной системы счисления связано с затратами времени на перевод информации из двоичной системы в десятичную, если результаты должны быть выданы в десятичной системе, и обратный перевод входной информации, поступающий в виде чисел десятичной системы. Для уменьшения затрат времени, связанных с таким переводом, в машине «Минск-23» применена десятичная система счисления. Это позволяет сократить время, затрачиваемое на решение задач.

К машине «Минск-23» можно подключить до 64 внешних устройств. Предполагается, что система обработки данных с этой ЦЭВМ сможет работать с внешними устройствами, предусмотренными системой «Минск-22», допуская, кроме этого, подключение 32 одновременно работающих линий связи и 16 лентопротяжных механизмов для записи информации на магнитную ленту. В машине «Минск-23» предусмотрен ввод данных, нанесенных на специальный бумажный бланк. Исходная информация на такой бланк наносится при помощи обычного карандаша — в виде черточек в определенных местах. Это позволяет значительно упростить и ускорить процесс нанесения исходной информации на бланк-носитель. Кроме того, считывание бланков при помощи специального устройства, предусмотренного в машине «Минск-23», занимает очень немного времени.

Во время функционирования системы управления производством возможно возникновение ситуаций, требующих немедленного решения. Для этого в машинах «Минск-22» и «Минск-23» предусмотрена система прерывания программ. Прерывание осуществляется в зависимости от приоритета решаемых задач. Это значит, что если в момент решения какой-либо задачи на ЦЭВМ придут исходные данные более важной или более срочной задачи, машина автоматически прекратит вычисление первой задачи и переключится на решение второй. После выдачи срочного решения ЦЭВМ продолжит прерванные вычисления.

Параметры машин «Минск» делают их удобными для использования в системах управления крупными предприятиями. Установка же такой машины на мелком предприятии может оказаться невыгодной. В этом случае однотипные предприятия могут быть объединены в единую систему с общим вычислительным центром. В таком вычислительном центре может быть установлена ЦЭВМ, обрабатывающая информацию, которая поступает с предприятий, охваченных системой управления. Передача информации в вычислительный центр для обработки и выдача результирующей информации на предприятия в этом случае осуществляется по системам передачи данных, связывающим предприятия с вычислительным центром.

В последние годы разработаны также системы обработки данных на базе использования цифровых электронных машин «Урал». Для использования в таких системах был разработан комплекс машин «Урал-11», «Урал-14», «Урал-16». Все эти машины имеют блочную конструкцию и созданы на базе унифицированных элементов ЦЭВМ «Урал-10».

Машины «Урал» могут обрабатывать как цифровую, так и алфавитно-цифровую информацию. Параметры этих машин обеспечивают их пригодность для решения задач планирования, учета и для экономических расчетов. При разработке этого комплекса машин предусмотрена возможность изменения их характеристик путем добавления различных устройств.

Машина «Урал-11» — малая универсальная ЦЭВМ, предназначенная для решения плановых и учетных задач на мелких и средних предприятиях. Кроме того, она может осуществлять перепись информации с одних устройств накопления данных на другие устройства-накопители.

Машина «Урал-14» — универсальная ЦЭВМ, приспособленная для решения планово-экономических задач, задач учета продукции, статистических задач и т. д. Эта машина предназначена для использования на крупных и средних промышленных предприятиях, в вычислительных центрах средней мощности, обслуживающих ряд небольших предприятий. «Урал-14» может работать в сложных системах обработки информации, состоящих из многих машин, обменивающихся данными и соединенными линиями связи.

«Урал-16» — наиболее мощная ЦЭВМ из этой группы машин. Она предназначена для решения планово-экономических задач в крупных вычислительных центрах, но пригодна и для вычислительных центров средней мощности. Блочная структура машины позволяет комплектовать ее устройствами, различными по назначению, и в различном количестве. Это позволяет в широких пределах изменять характеристики ЦЭВМ применительно к условиям ее использования.

Для этих машин разработан ряд усовершенствований, которые повышают производительность их работы и увеличивают эффективность использования оборудования. Так, в машинах типа «Урал-14» и «Урал-16» предусмотрена возможность одновременного решения нескольких задач и параллельная работа нескольких устройств для ввода и вывода данных. Эти и многие другие усовершенствования (которые здесь не рассматриваются) позволяют использовать машины «Урал» в самых различных системах для обработки данных и управления производством.

В качестве примера системы управления, создаваемой на базе использования машины «Минск», можно привести систему управления производством Львовского телевизионного завода.

Система предназначена для решения задач учета материальных ценностей на складах завода, для ведения бухгалтерского учета. Кроме того, должно осуществляться начисление заработной платы работникам предприятия и решение финансовых задач расчетов с внешними организациями. Эта же система должна решать задачи планирования производства, а также выдачу необходимой информации на диспетчерские пульты цехов и завода. Для выполнения этих задач системы цифровой электронной вычислительная машина должна своевременно обрабатывать поступающую информацию и вырабатывать управляющие сигналы для объектов.

Если во время расчетов на ЦЭВМ придет сигнал от управляемого объекта, машина перейдет на соответствующую программу управления. Такие переходы обеспечиваются блоком прерывания программ работы. Прерывание программы может осуществляться в случае прихода сигнала по линии связи от телеграфного аппарата, необходимости осуществить вывод сигналов на телеграфный аппарат для передачи на объект, при изменении состояния оборудования и т. д.

Сбор первичной информации в этой системе осуществляется при помощи системы датчиков на рабочих местах, учитывающих количество выпущенных изделий, датчиков рабочего времени и простоев оборудования. Передача информации в ЦЭВМ осуществляется при помощи телетайпов по проводным линиям связи.

Системы управления производством при помощи ЦЭВМ создаются и внедряются и многими зарубежными фирмами.

ЦЭВМ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Актуальность использования ЦЭВМ для управления предприятиями пищевой промышленности особенно возросла в течение последних лет. За эти годы резко увеличился объем и ассортимент товаров широкого по-

требления. И продолжает возрастать в связи с решением огромных задач развития промышленности группы «Б», предусмотренного решениями XXIII съезда КПСС и новым пятилетним планом.

Целесообразность использования ЦЭВМ в пищевой промышленности связана также с тем, что многие изделия этой отрасли (например, хлеб, молоко и другие продукты) не выдерживают длительного хранения в обычных условиях. Это затрудняет хранение излишков на складе. Уменьшение же выпуска таких продуктов, как хлеб или молоко, с целью их безусловной реализации может привести к перебоям в снабжении населения, что совершенно недопустимо. Такое положение затрудняет планирование производства продуктов и приводит к многим трудностям при управлении соответствующими отраслями промышленности.

Чтобы лучше понять эти трудности, рассмотрим работу предприятий хлебопекарной промышленности Москвы. Хлебобулочные изделия для населения столицы выпекают десятки предприятий. При этом основная масса ржаного и пшеничного хлеба изготавливается на мощных хлебозаводах-автоматах. Процесс изготовления хлеба на таких заводах происходит практически без использования ручного труда. Периодически распахиваются ворота завода, и мощные муковозы въезжают на его территорию. Их путь к складу лежит через небольшое строение, пол которого является платформой весов. Здесь машина с мукой взвешивается и подъезжает к мучному складу. Рукав цистерны муковоза соединяют с приемником — резервуаром, способным принять до сотни тонн муки.

Выдача муки в производство и добавление к ней остальных продуктов, необходимых для изготовления теста, также осуществляются механизированным путем.

Готовое тесто поступает в тесторазделочные устройства, а оттуда в виде заготовок — на транспортер и в конвейерную печь. С выходного транспортера какой печи готовый хлеб поступает в экспедицию — распределительный пункт завода. Работники экспедиции подбирают хлеб, нужный для каждой из булочных и других торговых предприятий, прикрепленных к хлебозаводу. Хлеб, подготовленный к отправке, погружают в автомашины, специально приспособленные для таких перевозок, и отправляют потребителям.

Ежедневно с 9 до 14 часов торговые предприятия, прикрепленные к хлебозаводу, сообщают работнику стола заказов свою потребность в хлебе на следующие сутки. Передача заказов осуществляется по телефону. Однако торговым работникам приходится звонить не на одно, а на несколько предприятий, так как большинство заводов специализированы на выпуск хлеба определенных сортов. При передаче заказа на хлебозавод сообщают количество хлеба каждого сорта, которое необходимо завезти в булочную к определенному часу. Например, в крупные булочные, расположенные в густонаселенных районах, хлеб должен доставляться каждые несколько часов.

Хлебопекарные предприятия города подчиняются довольно «суровым» законам. По этим законам заказы торговых предприятий должны удовлетворяться полностью по количеству, ассортименту и времени поставки хлебобудничных. Время между выходом хлеба из производства и доставкой его в магазин или булочную не должно превышать шести часов.

Положение усложняется еще и тем, что изготовление теста при любой степени автоматизации требует изрядного времени — порядка 7 часов. Поэтому если в 20 часов начинается отгрузка хлеба торговым предприятиям для продажи его в последующие сутки, то изготовление этого хлеба приходится начинать еще до 14 часов, т. е. в то время, когда прием заказов торговой сети еще не окончен. Таким образом, начальник производства хлебозавода должен утром хотя бы примерно предугадать размер и состав заказа, который ему предстоит выполнять.

Не легче приходится и руководителям торговых предприятий. Они передают заказ в начале дня, когда на полках предприятия имеется большое количество еще не проданного хлеба. При этом им нужно предуга-

дать не только потребление хлеба, ожидаемое в последующий день, но и остаток от текущей продажи к моменту закрытия магазина. В таких условиях всегда возможны ошибки. Поэтому руководителям торговых предприятий разрешено передавать на хлебозаводы коррективы ранее поданного заказа. Это сделано прежде всего в интересах покупателей, чтобы население города всегда могло купить достаточно свежий хлеб. Однако коррективы заказов после их передачи дополнительно усложняют работу хлебозаводов.

Чтобы обеспечить нормальную работу отрасли, все хлебопекарные предприятия города подчинены единому руководству—Управлению хлебопекарной промышленности Мосгорисполкома. Прием заказов торговой сети заканчивается в 14 часов. К 16 часам персонал управления предприятий рассчитывает производственные программы на ближайшие сутки, определяет количество транспорта, необходимое для доставки заказанного хлеба, и оценивает возможности выполнения принятого заказа. В 16 часов проводится диспетчерское совещание директоров хлебозаводов и руководства Управления. Для возможности проведения таких совещаний все хлебозаводы связаны с Управлением прямыми телефонными проводами. Во время совещания руководители хлебозаводов сообщают в Управление сведения о принятых заказах торговой сети и возможностях их выполнения. Бывают случаи, когда тот или иной хлебозавод не в состоянии полностью обеспечить выполнение принятого заказа. Тогда остальные предприятия берут на себя часть заказа этого хлебозавода. Возможность такого перераспределения обусловлена тем, что заводы города имеют резервные мощности. Это и позволяет принимать дополнительные заказы на хлеб после приема основного заказа, а также осуществлять взаимопомощь предприятий.

Во время диспетчерского совещания выясняются возможности доставки хлеба и выделяется дополнительный транспорт, если это необходимо. Программа, скорректированная во время диспетчерского совещания, является суточным производственным планом отрасли. Быстрая корректировка программ, осуществляемая во время диспетчерского совещания, оказывается возможной только потому, что люди, которые проводят это совещание, обладают огромным опытом работы и в совершенстве знают возможности каждого предприятия.

Работа по суточным заказам требует высокой оперативности управления предприятиями. В этих условиях возможна еще большая перегрузка работников Управления, чем это имеет место на предприятиях, которые работают по месячным планам.

В таких условиях использование ЦЭВМ для управления предприятиями может сильно разгрузить работников Управления и облегчить работу руководящего персонала заводов. Цифровая электронная вычислительная машина могла бы значительно быстрее человека учесть все данные заказов торговой сети, оценить возможности их выполнения и скорректировать программы отдельных заводов таким образом, чтобы диспетчерское совещание стало ненужным. Конечно, такая автоматизация управления отраслью может быть получена только при наличии соответствующих программ для ЦЭВМ, скорректированных и проверенных в процессе эксплуатации машины. На первых порах ЦЭВМ могла бы обрабатывать информацию о заказах и представлять в Управление обработанные данные, нужные для принятия обоснованных решений.

Однако трудности функционирования хлебопекарной промышленности не исчерпываются затруднениями, связанными с оперативным определением производственных планов. На каждом из хлебопекарных предприятий создается множество документов, связанных с учетом материальных ценностей, с отгрузкой хлеба в торговые предприятия, документов для расчетов с поставщиками сырья и т. д. Многие из учетных и отчетных документов создаются в нескольких экземплярах. В результате на создание документации и расчеты, связанные с ее составлением и обработкой, отвлекается значительное число работников хлебозаводов. На хлебозаводах

автоматах противоречия современного технологического процесса и ручного труда, связанного с учетом и расчетами, особенно заметны. Чтобы уменьшить степень ручного труда в Управлении хлебопекарной промышленности, была создана машиносчетная станция, оборудованная счетно-перфорационными вычислительными машинами. Оборудование станций позволяет осуществить механизацию обработки документов, проводить централизованный расчет заработной платы для работников отрасли и т. д. К сожалению, счетно-перфорационные машины не в состоянии анализировать результаты расчетов. Возможности использования таких машин для создания первичных документов и управления предприятиями также очень ограничены.

Количество работников, занятых на каждом из хлебопекарных предприятий, весьма невелико. Если на крупных машиностроительных заводах работает свыше 10 тыс. человек, то состав работников даже крупного хлебозавода-автомата не превышает нескольких сот человек. В таких условиях использование ЦЭВМ непосредственно на предприятиях становится невыгодным. Однако при наличии централизованного управления предприятиями вполне оправдано создание общего для всей отрасли вычислительного центра. В этом случае управление и учет в отрасли могут осуществляться при помощи централизованной автоматизированной системы с использованием управляющей ЦЭВМ.

При наличии такой системы первичные документы могут создаваться как на самих предприятиях при помощи специальных устройств, так и путем сбора первичной исходной информации на заводе и последующей передачи информации в вычислительный центр при помощи системы передачи данных. Автоматизированная система на базе ЦЭВМ могла бы обеспечить централизованный сбор и накопление всей информации, нужной для управления и учета в отрасли. Хранение многих данных в запоминающих устройствах ЦЭВМ позволило бы отказаться от создания ряда документов. ЦЭВМ системы управления и учета могла бы обеспечить контроль производства на предприятиях и непрерывное сравнение фактического состояния производства с плановыми заданиями. В случае отклонения от нормального хода производства машина могла бы разработать необходимые управляющие воздействия и выдать их на предприятия по системе передачи данных. Кроме того, ЦЭВМ может обеспечить выдачу сводной информации о состоянии выполнения заказа торговой сети работникам Управления и выдачу нужной информации по их запросам.

Автоматизация расчетов с помощью ЦЭВМ позволит осуществить расчет оперативного плана для всех предприятий и передачу необходимых данных в соответствующие подразделения отрасли. В системе может автоматически осуществляться учет проработанного времени, учет производительности труда рабочих и расчет заработной платы работников отрасли. Результаты расчета заработной платы могут быть переданы на предприятия и отпечатаны устройствами вывода данных в виде готовых ведомостей.

Возможности ЦЭВМ позволяют автоматизировать процесс составления сводной отчетности. Кроме того, становится возможным статистический анализ производственной информации и информации о заказах торговой сети. На основе такого анализа могут быть разработаны меры для повышения производительности труда на предприятиях, а также начато прогнозирование спроса на хлебопродукты, что значительно улучшит эффективность снабжения населения.

Разгрузка персонала Управления и руководящего персонала заводов обеспечит возможности для более четкой и оперативной работы.

Особенности работы хлебопекарной промышленности характерны и для других отраслей, занятых снабжением населения пищевыми продуктами, не допускающими длительного хранения. Это позволяет предполагать, что в ближайшее время будут созданы вычислительные центры, которые возьмут на себя значительную часть работы по обеспечению

бесперебойного снабжения населения и улучшат эффективность работы соответствующих организаций.

* * *

Сейчас трудно предвидеть дальнейшее развитие систем управления на базе ЦЭВМ. Однако недалеко то время, когда руководители предприятий настолько привыкнут пользоваться «услугами» ЦЭВМ, что не смогут представить себе руководство крупным заводом или отраслью на основе в значительной мере интуитивных решений без знания действительного состояния производства во всех производственных подразделениях, без возможности немедленно получать точную информацию, нужную для принятия обоснованного решения по руководству заводом или отраслью промышленности.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Что такое система	4
Управление предприятием	10
Машины для управления	26
ЦЭВМ и пищевая промышленность	28

ЭММАНУИЛ АРОНОВИЧ ИСАЕВ

Редактор *А. А. Красновский*

Худож. редактор *Е. Е. Соколов*

Техн. редактор *М. Т. Перегудова*

Корректор *З. С. Патеревская*

Обложка *А. П. Кузнецова*

Сдано в набор 14/IX 1966 г. Подписано к печати 29/X 1966 г. Изд. № 358.
Формат бум. 60×90¹/₁₆. Бум. л. 1,6. Печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 2,18.
А17238. Цена 6 коп. Тираж 47 400 экз. Заказ 2864,

Б. З. № 65 поз. 14 за 1966 г.

Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

Типография изд-ва «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4,

Идет подписка на 1967 год

ТЕХНИКА

Индекс 70067

В 1967 году серия будет знакомить читателей с важнейшими, узловыми проблемами техники и технических наук, на решение которых нацелил ученых и инженеров XXIII съезд КПСС.

Многие брошюры серии являются своеобразными репортажами из лабораторий, научно-исследовательских институтов, заводов, конструкторских бюро.

В 1967 году читатели получают такие работы:

Академик Н. П. Са ж и н. «**Редкие металлы**».

Зам. министра станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, профессор А. Е. Прокопович. «**Технический прогресс в станкостроении**».

Директор Института сверхтвердых материалов АН УССР, доктор техн. наук В. Н. Ба ку л ь. «**Работающие алмазы**».

Доктор техн. наук В. А. Веников, канд. техн. наук Ю. Н. Астахов, инженер Э. Н. Зуев. «**Развитие энергетики и кибернетики**».

Доктор техн. наук П. К. Ощепков, инженер А. П. Меркулов. «**Интроскопия**».

Доктор техн. наук В. Т. Кононенко. «**Взрыв и металлообработка**».

Доктор техн. наук Б. Ф. Ломов. «**Деятельность человека в системах управления**».

Рассчитаны брошюры на всех, кто интересуется новейшими достижениями техники — от специалистов до студентов и старшеклассников средних школ.

12 брошюр в год средним объемом 48 стр.

Подписная плата на год — 1 руб. 08 коп.

Кроме этой серии, по вопросам техники, естественных и точных наук в 1967 году будут выпускаться серии: «Промышленность», «Транспорт», «Строительство и архитектура», «Радиоэлектроника и связь», «Физика, астрономия», «Математика, кибернетика», «Химия», «Наука о Земле», «Естественнонаучный факультет», «Естествознание и религия».

Подписка принимается в пунктах подписки «Союзпечать», городских и районных узлах связи, почтамтах, а также общественными распространителями печати на предприятиях, в учреждениях, организациях и учебных заведениях.

Просим своевременно выписать на 1967 год интересующие вас серии брошюр.

Издательство «Знание»