



Л. И. Шаров

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ВЫСШЕГО РАНГА

Л. И. ШАРОЛЬ

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ВЫСШЕГО РАНГА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Москва 1963

Труд сотен и тысяч людей облегчают сегодня электронные кибернетические машины. Они решают математические задачи, вычисляют планы перевозок грузов, составляют проекты крупных строек, управляют станками, электровозами.

Но кибернетика идет дальше. В лабораториях научно-исследовательских институтов создаются машины, способные управлять целыми производственными комплексами (железнодорожными узлами, цехами, комбинатами).

Вот об этих управляющих машинах высшего ранга и рассказывается в брошюре.

На примере кибернетического начальника нагревательного цеха металлургического комбината Л. И. Шароль показывает процесс создания машин такого типа. Материал подается живо и популярно. Сравнения и аналогии, которыми пользуется автор, делают понятными сложнейшие технические определения.

В брошюре освещаются проблемы подготовки специалистов-кибернетиков, экономического обоснования эффективности новой техники.

Брошюра дает массовому читателю возможность заглянуть в творческую лабораторию создателей кибернетической техники.

*Доктор технических наук,
профессор*

Е. Г. ДУДНИКОВ

УПРАВЛЕНИЕ УСЛОЖНИЛОСЬ

Уже созданы и успешно работают кибернетический фрезеровщик, оператор блюминга, машинист электровоза, пилот. Электронные вундеркинды управляют отдельными агрегатами, и инженеры штурмуют следующий рубеж, который приведет к поистине революционным преобразованиям в народном хозяйстве.

Окружающий мир буквально соткан из бесчисленных систем управления. Директор управляет заводом или комбинатом, токарь — станком, сталевар — мартеновской печью...

Полвека назад человек довольно легко мог управлять такими сложными для того времени объектами, как химический завод или железнодорожный узел.

Теперь человеческому организму и в первую очередь мозгу стало трудно самостоятельно управлять, скажем, реактивной техникой или мощным прокатным станом. И люди создали себе помощников — кибернетических управленцев.

Предполагалось, что человек останется координатором локальных управляющих машин. Но эти расчеты не оправдались. Появились сверхсложные производственные комплексы людей и машин. Современные химические и металлургические комбинаты, железнодорожные или энергетические системы состоят из тысяч разнообразных агрегатов, которые обслуживаются десятками тысяч людей. Координировать работу подобных комплексов с каждым днем становится все сложнее.

Казалось, что выход из создавшегося положения — в увеличении управленческого персонала. Но штаты росли, а качество управления ухудшалось. Впрочем, внешне все выглядело нормально: заводы работали, энергосистемы давали энергию, по железным дорогам перевозились гигантские партии груза. Но, как показали расчеты, возможности производства использовались далеко не полностью.

Украинские математики, например, рассчитали оптималь-

ный план перевозок свеклы по республике. Он оказался на 8 процентов выше того, каким много лет пользовались транспортники. А эти 8 процентов дают 120 тысяч рублей экономии, высвобождают 10 тысяч вагонов.

И такие «золотые» проценты есть везде. Чем сложнее производство, тем дороже каждый процент. В этих не добытых крупницах — один из главных резервов прогресса.

Вот почему мы придаем огромное значение созданию автоматов высшего ранга: кибернетических диспетчеров железнодорожных узлов, начальников цехов, директоров заводов.

Электронные координаторы производства конструируются полным ходом. Но в процессе работы появилась масса новых проблем, потребовалось решить сотни сложнейших задач. Ведь подобных машин в мире еще нет.

В брошюре на нескольких примерах мы расскажем о том, как рождаются кибернетические управленцы, о проблемах, стоящих перед работниками новой отрасли индустрии, и о некоторых аспектах будущего кибернетики.

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ НАЧАЛЬНИК ЦЕХА

Объект управления

Когда появилось электронное устройство, управляющее фрезерным станком, мало кого интересовал объект управления. Конструкция фрезерного станка известна многим. Все хотели знать принцип работы управляющего устройства.

А для того чтобы представить объем и сложность задач, стоящих перед творцами автоматов высшего ранга, прежде всего необходимо познакомиться с объектом. Именно с его изучения начинается процесс создания управляющей машины.

Один из типичных объектов, которыми собираются управлять такие автоматы, — цех. Например, нагревательный цех металлургического комбината*.

Цепочка производства металла на любом комбинате начинается на руднике, где добывают руду. Затем — агломерационная фабрика, где руду обрабатывают. Затем доменный цех: там получают чугун. В мартеновском цехе из чугуна выплавляют сталь. И, наконец, цех проката, где металл прокатывают.

Нагревательный цех расположен между мартеновским и прокатным. Формально он считается вспомогательным. Но

* Проект управляющей машины для нагревательного цеха Магнитогорского металлургического комбината разрабатывался во Всесоюзном центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации (ЦНИИКА).

именно этот тихий уголок — одно из самых «узких» мест всего металлургического цикла.

В мартеновском цехе несколько десятков печей. Примерно каждые полчаса одна из печей выдает плавку, завершает превращение очередной порции чугуна в сталь. Плавка — 300 т жидкой стали — разливается в 30 специальных форм, стоящих на железнодорожных платформах. Электровоз везет сталь в прокатный цех — к блюмингу. Во время движения металл остывает до температуры 700—800°.

А блюмингу нужна горячая пища с температурой не ниже 1100—1400°.

И тогда вступает в действие нагревательный цех.

Вдоль одной из его стен на высоте 10—12 м тянется широкий железный помост с перилами. Это своеобразный капитанский мостик цеха. Здесь расположены все приборы управления и контроля и находятся люди, управляющие гигантским производственным организмом.

Под помостом вдоль всего цеха, вплотную друг к другу, стоят печи: громадные, восьмиметровой высоты колодцы, сложенные из огнеупорного кирпича и закрытые сверху мощными стальными крышками. Через циклопические ворота в цех въезжает состав с плавкой. Он останавливается в центре цеха. Десятитонные слитки раскаленного металла в формах стоят вертикально, словно детские куличи.

Тотчас по невидимым рельсам, укрепленным в темной выси цеха, к составу устремляются два мостовых крана.

Стальная клешня хватает слиток. Прочертив огненную траекторию, он повисает над печью. Подчиняясь чьему-то приказу, стальная крышка с грохотом откатывается, открывая пышущий пламенем прямоугольный зев. Клешня опускает слиток в зев. Крышка закрывается.

Второй кран в центре цеха проделывает аналогичную операцию.

Третий кран в противоположном конце цеха вытаскивает нагретые слитки из печей. В печах слитки находятся три-четыре часа. Затем ярко-белая болванка бережно опускается на стальной транспортер. Слиток по транспортеру мчится к блюмингу.

Современный блюминг необычайно прожорлив. Чтобы удовлетворить его аппетит, одного крана-подносчика мало. Поэтому нагретые слитки выдает и четвертый кран. Но чтобы не мешать третьему, он кладет свои слитки не на транспортер, а на тележку-слитковоз, который носится вдоль всего цеха.

Получив очередную порцию, слитковоз мчится к транспортеру блюминга и опрокидывает на него свою ношу...

Описанное составляет лишь десятую долю процессов, ежедневно происходящих в цехе. И каждым из них надо управлять, причем взаимосвязанно со всеми остальными.

Однако, чтобы не перегружать ваш мозг технологией, временно перейдем к другим вопросам. Укажем лишь еще на одну чрезвычайно важную функцию нагревательного цеха.

Блюминг одновременно может прокатывать лишь один слиток. Но зато «ест» он быстро и ритмично: в среднем штуку в минуту. Значит, максимальную производительность блюминга, от которого существенно зависит коэффициент полезного действия всего комбината, можно получить тогда, когда слитки на прокатный стан будут поступать именно с этой частотой: не чаще и не реже.

Первое условие — не чаще — выполнять нетрудно. А вот второе... Случается, два-три часа подряд ни одна мартеновская печь не выдает плавку. Если бы не своеобразный резервуар, нагревательный цех, блюминг стоял бы без работы. Но в 40 печах обычно сидит около 300 слитков. И промах мартена исправляется.

Оглушительно свистит электровоз, вывозящий разгруженный состав. В черном поднебесье цеха гремят краны. Грохочет слитковоз. Лязгает блюминг. Из печей вырываются двухметровые языки пламени. Гигантский производственный организм, подчиняясь приказам десятков невидимых управленцев, выполняет свою программу.

Анализ объекта

Создатели кибернетического начальника цеха в принципе идут тем же путем, что и конструкторы простых управляющих автоматов. Они изучают объект, которым надо управлять, приемы и методы управляющего персонала. Используя первое и второе, они разрабатывают правила работы электронного автомата и вводят их в его память.

Впрочем, есть разница: кибернетический фрезеровщик должен управлять одним станком, а автоматический начальник нагревательного цеха — ансамблем из 46 разнородных участников (40 нагревательных печей, 4 крана, слитковоз, электровоз).

И еще. У машиниста электровоза или у того же фрезеровщика обычно существуют подробные правила работы, что существенно облегчает труд творцов автоматов.

Начальники же цехов, мастера производственных участков, диспетчеры не имеют инструкций на все случаи жизни. Как правило, свои решения они принимают не в результате четких математических расчетов, а на основе опыта, интуиции. Осмыслить принципы этой деятельности с тем, чтобы вложить их в память автомата, необычайно трудно.

Станком или электровозом обычно управляет один человек. В управлении цехом, например нагревательным, кроме начальника, участвует сменный мастер, машинисты кранов,

нагревательщики. Всем известно: единоначалие — лучший метод руководства. Но управлять цехом настолько сложно, что мозг одного человека не в силах переработать в нужное время необходимую информацию. Поэтому почти на всех сложных объектах действует некий обобщенный мозг, а руководитель, начальник цеха или директор завода, координирует его работу.

Вот почему создать автомат — координатор производства несравненно сложнее, чем локальную кибернетическую машину.

Особенно труден первый этап научно-исследовательской работы — анализ объекта и системы управления.

Анализ должен быть предельно объективен. Поэтому приходится штудировать цеховую документацию за несколько лет; сразу в десятках точек цеха в течение нескольких суток хронометрировать работу сварщиков, машинистов кранов, мастера, записывать телефонные распоряжения диспетчеров различных смен и т. д.

Анализ должен быть предельно полным, и автоматизаторы неделями бегают по всему цеху за мастерами или начальниками и выпытывают: почему Павел Петрович дал именно крану 3 команду начать посадку слитков прибывшей плавки, а крану 4 — выдавать, а не наоборот? Почему Сергей Васильевич попросил диспетчера мартеновского цеха задержать поступление в цех плавки 1137, а ускорить подачу плавки 1138?

Когда инженеры и ученые впервые приступили к скрупулезному изучению процесса управления цехом, они были потрясены: как цеховые руководители ухитряются управлять своим динамичным хозяйством? Ведь, к примеру, мастеру цеха за смену приходится решать десятки сложнейших задач, нередко несколько — одновременно.

Вот одна из таких задач. Электровоз доставил в нагревательный цех 28 слитков. В момент прибытия плавки один из четырех кранов на ремонте, а два выдают нагретые слитки. Нужно очень быстро сообразить, какие печи свободны, учесть, что в одну печь можно сажать не более восьми и не менее шести слитков и что сажать в печь, находящуюся рядом с той, из которой идет выдача слитков, нельзя, так как столкнутся краны. Сразу же нужно обдумать: целесообразно ли снять один кран с выдачи и бросить на посад для его ускорения?

Мастер должен принять решение в считанные секунды. Ведь каждая заминка с подачей нагретого металла на блюминг означает: промышленность получит на 10 т проката меньше.

Немудрено, что живые прототипы кибернетического управления довольно часто допускают промахи. Например, в цех прибыла очередная плавка. Но мастер не дает кранам команду начинать посад. По его сведениям, в цехе нет свободной печи. А через час выясняется: печи 37 и 38 давно пустуют...

Машина играет с цехом

На первом этапе работы очень важно правильно поставить задачу, иными словами — четко сформулировать конечную цель.

Как это ни удивительно, но конечная цель творцов кибернетического начальника нагревательного цеха формулируется примерно так: создать электронную машину, способную... играть с цехом и в большинстве случаев добиваться выигрыша.

Да, играть, причем без кавычек.

Наша жизнь пронизана бесчисленными простыми и сложными процессами управления. И каждый из них при рассмотрении под определенным углом зрения можно отнести к классу игровых ситуаций.

Что такое игровая ситуация?

Это случай, когда двое или больше противников вступают в борьбу, в соревнование за обладание каким-либо выигрышем, за получение каких-либо выгод. Такие конфликты, как известно, в конечном итоге сводятся к тому, что один из игроков оценивает ситуацию, сложившуюся в игре к моменту его хода, затем, используя имеющиеся в его распоряжении правила и приемы игры, планирует свою игру, вырабатывает стратегию и решает, какой сделать очередной ход; наконец, делает этот ход. Противник выполняет аналогичные операции.

Подобные рассуждения, заметит читатель, вполне справедливы для шахмат и футбола. Но с кем играет сталевар или начальник нагревательного цеха?

Начальник цеха, как это на первый взгляд ни парадоксально, играет с... технологическим процессом в цехе. Точнее, против техпроцесса ведет игру обобщенный мозг всех управленцев цеха.

Вот как идет игра.

В начале смены первый игрок (начальник цеха и его помощники) выясняет, сколько слитков осталось в печах от предыдущей смены, какие краны и печи на ремонте и какие требуют ремонта, сколько плавок движется из мартеновского цеха в нагревательный, т. е. изучают ситуацию, сложившуюся к началу игры.

Затем игрок обдумывает ход. Учитывая ситуацию на подступах к цеху и в цехе, а также просьбу диспетчера блюминга подать на прокатку в первую очередь слитки легированной стали, принимает решение: начать в 12.00 выдачу слитков из печи 21 краном 2.

Наконец, наступает третий этап — управленцы цеха начинают двигать фигуры: машинист крана 2 направляет свой кран к печи 21; сварщик этой печи нажимает рычаг, и электромотор открывает крышку...

Второй игрок, технологический процесс, делает ответный

ход: перегорает электромотор крана 2; в цех входит очередная плавка.

Ситуация резко меняется. Первый игрок начинает обдумывать новый ход и т. д.

Конечно, свои ходы цех делает несознательно. Как говорит один из отцов кибернетики Норберт Винер, неживая природа не коварна. Она лишь реагирует на действия человека. Эта реакция в большинстве случаев подчиняется объективным законам. Познав эти законы, человек получает возможность играть в основном на выигрыш.

Есть, правда, три «но». Во-первых, познать эти законы, особенно сложных систем, достаточно трудно. Во-вторых, неживой игрок, например тот же техпроцесс цеха, часто делает неожиданные ходы, не подчиняющиеся закономерностям (аварии и т. п.). В-третьих, даже, изучив методы своего противника, люди не всегда оказываются способными использовать эти знания, чтобы сделать наилучший ход.

Но так или иначе игровой подход позволяет ученым более четко ставить задачу автоматизации процессов управления сложнейшими производственными объектами.

Математики разработали даже специальную теорию игр. Она содержит несколько комплексов правил, руководствуясь которыми один из игроков может обеспечить себе почти беспроеигрышную игру.

Но об этом более подробно мы поговорим ниже.

Электронный игрок вырабатывает ход

Как ни сложен этап кибернетического анализа, когда-нибудь он кончается и наступает следующий — синтез алгоритма.

Алгоритм — это свод правил, согласно которым кибернетические устройства решают порученные им задачи.

Возвращаясь к электронному начальнику нагревательного цеха, можно сказать, что его алгоритм есть инструкция, согласно которой начальник должен играть с технологическим процессом цеха.

Как построить инструкцию для электронного начальника?

Прежде всего кибернетический игрок должен выяснить ситуацию. Поэтому в первой части алгоритма описываются операции, которые должна проделать машина, чтобы получить эти сведения. Одно из правил этой части алгоритма выглядит, к примеру, так: выяснить, есть ли на железнодорожном пути в цехе неразгруженный состав с плавкой. О том, как управляющая машина практически это делает, расскажем ниже.

Узнав ситуацию, электронный игрок переходит к следующему этапу: вырабатывает ход, иными словами — решает, что делать.

В принципе, машинный алгоритм похож на тот, который находится в памяти начальника цеха, мастера и других управленцев. Ведь люди, с точки зрения кибернетики, тоже действуют в основном согласно имеющимся в их памяти алгоритмам. Фактически обучение человека в школе, в институте, на производстве есть не что иное, как запоминание разнообразных алгоритмов, созданных предками и современниками. Типичный пример человеческого алгоритма—правила уличного движения. Только высший этап нашей деятельности, творчество, протекает в основном не в соответствии с алгоритмами. И в этом причина его очарования и одновременно трудности.

Без алгоритмов мы действуем и в непредвиденных случаях.

Мы уже говорили, что из-за ограниченности объема человеческой памяти, из-за невысокого быстродействия мозга алгоритм управления цехом разделен на части и роздан управленцам, образующим мозг этого объекта.

Электронная память машины, в отличие от живого мозга, способна вместить весь алгоритм.

У электронного начальника цеха алгоритм может состоять из нескольких сот или тысяч разнообразных ситуаций, которые могут возникнуть в цехе в процессе работы. (Этот перечень создается в ходе первого этапа научно-исследовательской работы — анализа).

Для каждой такой ситуации подробно указываются операции, которые должен совершить электронный управленец, чтобы найти наилучшее решение. Имея инструкцию, кибернетический начальник цеха сможет найти выход из большинства положений. Довольно часто для одной и той же ситуации в алгоритме есть несколько решений.

Например, в цех пришла плавка из тридцати двух слитков. Для их посадки необходимы четыре свободные печи. В цехе же есть семь свободных печей. Нужно составить из них всевозможные комбинации по четыре и найти наилучшую. На этот случай в основном алгоритме имеется вспомогательный, оценочный алгоритм.

Каждой полученной комбинации по специальной шкале присваивается стоймость.

Допустим, в комбинацию А вошли свободные печи 1, 2, 16 и 23, а в комбинацию Б — печи 1, 2, 16 и 24. Печи комбинации Б равноценны по технологическим характеристикам. Каждая из них оценивается в 3 очка. А в печи 23 плохо работает подача воздуха, и она назначена к ремонту. Эта печь оценивается в одно очко (в нее можно сажать слитки, но нагрев идет очень медленно).

В результате комбинация А получает 10 очков, комбинация Б — 12. Ясно: лучше выбрать Б.

На практике каждый ход оценивают по гораздо более сложной шкале. Учитывается расположение печей по отноше-

нию к блюмингу, ходовые качества кранов, ход нагрева и т. д.

Изменяются и сами оценки. Например, только что отремонтированная печь получает повышенную оценку.

Необходимо, чтобы в каждый данный момент машина нашла такой вариант работы нагревательного цеха, при котором производительность блюминга была бы максимальной.

Машинная иерархия

Одна из основных проблем, которая неизбежно встает перед создателями кибернетических управленцев, — четкое определение функций этих машин.

В последнее время исследователи все чаще приходят к выводу, что для управления сложными объектами типа цеха, завода, комбината целесообразно создать не одну управляющую машину, а систему машин. В этот комплекс должны входить несколько более простых машин, управляющих работой отдельных технологических агрегатов, и машины-координаторы, централизованно управляющие локальными кибернетическими устройствами. Несколько машин-координаторов могут подчиняться машине-координатору, более высокого ранга.

Итак, в «машинном обществе» намечается та же иерархическая структура, что и в человеческом.

Можно было бы, очевидно, создавать машины-сверхгиганты, каждая из которых была бы способна одна управлять цехом или заводом. Однако на данном этапе развития техники, когда надежность узлов машин крайне мала, этот путь явно нереален.

Иерархия машин нагревательного цеха будет состоять из автоматов двух рангов. Машины первого ранга предназначены для управления транспортными средствами в цехе: кранами, слитковозом, электровозом. Другая группа автоматов этого ранга будет управлять работой 40 нагревательных печей. А деятельность этих устройств будет координировать автомат второго ранга.

Машины первого ранга в принципе похожи на кибернетических автофрезеровщиков или автомашинистов. Как известно, их задача состоит в том, чтобы, согласно полученному заданию, обеспечить оптимальный режим технологического процесса.

Автомашинист отличается от автомата, управляющего работой крана в нагревательном цехе, в основном тем, что первому задание дает человек, а второму — машина-координатор.

Принципы создания и работы кибернетических устройств типа автомашинист довольно подробно освещались в печати. Поэтому мы остановимся в основном на автоматах второго ранга.

Координатор думает

Процесс научного творчества у кибернетиков похож на аналогичный процесс представителей других отраслей науки, например математиков. Как те, так и другие нередко делают гипотетические, но реальные предположения. Отталкиваясь от них, строят расчеты. Затем возвращаются назад, чтобы подтвердить или опровергнуть сделанные предположения.

Станем на этот путь. Допустим, что комплекс управляющих машин первого и второго ранга для нагревательного цеха уже создан. Локальные машины рассредоточены по всему стальному помосту, протянувшемуся вдоль цеха. Для них есть специальные герметически закрытые помещения, расположенные около подопечных агрегатов. А в центре помоста в светлом стеклянno-алюминиевом домике стоит электронный координатор. Вся система кибернетического управления цехом опробована десятки раз, принята государственной комиссией.

Несколько секунд назад главный конструктор нажал красную кнопку. Впервые в мире управление гигантским цехом полностью передано машинам. Необычные игроки приготовились. Вот-вот начнется игра.

Давайте посмотрим, что будет происходить в «мозгу» главного участника игры — электронного координатора.

В воротах цеха показался электровоз с очередной плавкой. Передние колеса замкнули контактный датчик, спрятанный в рельсах, и в координатор пошел сигнал. Технологический процесс сделал первый ход. Игра началась.

Координатор решает лишь общие задачи управления цехом, точнее — организует три главных процесса: посадку, нагрев и выдачу слитков. В общем случае эти три процесса могут идти одновременно. Но иногда в цехе идет только нагрев: нет плавки для посадки, нет готовых слитков для выдачи. Бывает, идет нагрев и выдача, или посад и нагрев.

Первый этап работы координатора — анализ ситуации. Он посылает запросы машинам, управляющим работой нагревательных печей: что происходит в каждом из сорока агрегатов? Мгновенно в специальную зону памяти координатора поступают ответы: печь 1 — свободна, печь 2 — на ремонте, в печи 3 идет нагрев семи слитков легированной стали, процесс закончится через 5 мин., в печи 4 процесс нагрева закончен, восемь слитков готовы к выдаче и т. д.

Затем координатор опрашивает машины, управляющие работой мостовых кранов. Поступают ответы (конечно, в виде электронных импульсов): кран 1 ведет выдачу из печи 37, осталось выдать шесть слитков; кран 2 свободен; кран 3 ведет выдачу слитков из печи 10, осталось выдать два слитка.

Опрос продолжается. Теперь координатор связывается с диспетчером мартеновского цеха. Выясняются характеристики

прибывшей в цех партии слитков. Ответ: тридцать один слиток, легированная сталь, температура 700°.

Ситуация ясна. Координатор переходит ко второму этапу: обдумывает ответный ход. Прежде всего устанавливает, сколько печей необходимо для посада. В печь можно посадить не больше восьми и не меньше шести слитков. Лучше восемь — в этом случае производительность печи будет максимальной. Поэтому машина попытается рассадить плавку по восемь слитков.

Арифметическое устройство разделит 31 на 8. Получит остаток 7. Сравнит семь с шестью. Убедится: остаток больше. Значит, для посада плавки нужны четыре печи, причем в три из них следует посадить по восемь слитков, а в одну — семь. Если бы в остатке оказалось, допустим, четыре, то машина попыталась бы посадить в каждую печь по семь слитков.

Следующий этап: поиск наилучшего набора из четырех свободных печей. Здесь машина использует шкалу оценок. Образовав из всех свободных печей всевозможные комбинации по четыре, координатор объективно оценит их и найдет оптимальную. Допустим, это печи 7, 8, 25 и 38.

Дальше идет распределение кранов. Процесс «размышления» таков.

Кран 1 ведет выдачу слитков из печи 37. Намечена к выдаче печь 30. Эти печи находятся близко от блюминга и кран совершит наиболее короткий путь: он может один прокормить блюминг в течение 10—12 минут (средний ритм работы блюминга — один слиток в минуту).

Кран 2 свободен и может начинать посад немедленно. Кран 3 освободится через две минуты и тоже приступит к посаду. Но в какие печи? Печь 38 в ближайшие 6 минут трогать нельзя: она находится рядом с печью 37, из которой кран 2 ведет выдачу. А двум кранам рядом работать не разрешается по соображениям техники безопасности. Посад в печи 7 и 8 одновременно вести нельзя по тем же соображениям.

Решение: кран 2 начинает посад в печь 7 (в данный момент он находится к ней ближе), а кран 3 через две минуты начнет посад в печь 25. Затем кран 2 перейдет к печи 2, а кран 3 к печи 38.

Процесс размышления машины на этом этапе в принципе весьма прост. Например, как она выясняет, что в печь 38 в данный момент посад вести нельзя?

В программе (о построении программы см. ниже) работы машины заложено условие: кранам не разрешается одновременно работать с двумя соседними печами. Иными словами, номера печей, одновременно находящихся в работе, должны отличаться больше, чем на 1. Поэтому всякий раз арифметическое устройство машины сравнивает номера печей. Если, скажем, идет выдача из печи 38, а печь 37 свободна, то после

проверки ($38 - 37 = 1$) на печь 37 накладывается запрет: печи—соседи. Посад в печь 37 вести нельзя.

Обдумав ход, координатор раздает задания локальным машинам.

Автоматам, управляющим нагревательными устройствами, сообщаются номера печей, в которые будут посажены слитки прибывшей плавки, последовательность посадки, число слитков и их температура.

Машинам, управляющим транспортными средствами цеха, сообщается, с какими печами, какие краны и когда должны начать работу, сколько слитков надо посадить в ту или иную печь.

Получив приказы, локальные машины, словно руки шахматиста, начнут передвигать «фигуры» на «доске» цеха: электро-воз войдет в цех и, подчиняясь приказам транспортной машины, расцепит состав на несколько частей так, чтобы платформы со слитками оказались против печей, намеченных для посадки. Краны возьмут первые слитки и понесут к печам и т. д.

Едва электронный координатор сделает свой ход, как противник — технологический процесс — сделает ответный.

В действительности процесс размышлений координатора гораздо сложнее. И решать ему предстоит неизмеримо больше задач. Ведь помимо трех главных процессов в гигантском организме цеха идут другие. Краны, слитковоз, печи требуют профилактического и аварийного ремонта. В печах регулярно производится спуск шлака: на это время они выходят из игры. Ремонт и шлакование нельзя делать на глазок. Иначе в один прекрасный день в цехе половина или больше агрегатов окажется бездействующими.

Мы не сказали и о другой стороне вопроса. Помимо чисто оперативных задач: куда посадить, откуда выдать? — координатору придется решать и стратегические задачи. Слитки из мартеновского цеха в нагревательный идут в среднем полтора часа. В пути обычно находится около десяти плавков. Среди них есть срочные. Им необходимо организовать зеленую улицу, т. е. поскорее пропустить к блюмингу. Координатор заранее получает от диспетчера мартеновского цеха сообщение о такой плавке.словно шахматист, продумывающий игру на несколько ходов вперед, он составляет стратегический план движения срочной плавки: придерживает до ее прихода в цех самые хорошие печи, отдает машинам, управляющим нагревом, приказ установить в печах форсированный режим, бросает на выдачу этой плавки два или даже три крана.

Все задачи кибернетический координатор будет решать в соответствии с программой, которую до начала его работы инженеры введут в память машины.

Программа игры

В основе программы лежит алгоритм. Но между алгоритмом и программой — дистанция огромного размера.

Внешне алгоритм похож на гигантскую инструкцию. Чем сложнее объект, которым предстоит управлять, тем больше пунктов в этой инструкции.

Все пункты алгоритма тесно связаны между собой. Вот небольшой отрывок из алгоритма (применительно к нагревательному цеху):

п. 28: если число слитков в плавке делится на 8 без остатка, то частное A есть число печей, необходимых для посадки данной плавки.

Далее см. п. 29: если есть остаток, см. п. 42.

Читатель, очевидно, уже догадался, о чем идет речь. Поэтому мы поясним лишь следующее. При словесной записи алгоритма все задачи располагаются в определенной последовательности. Порядок следования определяется главным образом здравым смыслом. Каждая задача разбивается на более или менее мелкие этапы, или пункты, которые затем при переходе к программе дробятся до элементарных.

В конце каждого такого этапа указывается пункт, к которому надо перейти в зависимости от результата, полученного на данном этапе.

Но продолжим непосредственный показ алгоритма.

п. 29: перейти к решению задачи поиска свободных кранов, см. п. 30.

п. 42: сравнить остаток с числом 6. Если он больше или равен 6, то число печей, необходимых для посадки данной плавки, равно $A+1$. Далее см...

Если остаток меньше 6, см. п. 49.

Дадим п. 49: разделить число слитков на 7...

Переход к п. 29 говорит о том, что решение задачи поиска числа необходимых печей закончено и начинается следующий этап вычислений.

Если логика алгоритма требует перехода к п. 42, то это означает, что слитки плавки не удается разместить по восемь в каждую печь: надо попробовать основную часть слитков рассадить по восемь, а в одну печь семь или шесть слитков. Если и этот путь не даст решения (согласно технологии, в печь нельзя сажать меньше шести слитков), надо перейти к п. 49 и попытаться рассадить всю плавку по семь слитков и т. д.

Иногда для наглядности составляют блок-схему алгоритма. Для этого каждый пункт записывают в отдельном квадрате. Квадраты изображают на длинном листе миллиметровки вертикально один за другим. А связи между отдельными пунктами обозначают линиями со стрелками. Получаются длинные папирусы, по которым можно проследить логику алгоритма.

В будущем, когда алгоритм превратится в программу и в виде тысяч цифр окажется в памяти машины, «электронная мысль» будет строго и неукоснительно мчаться по этим логическим путям.

Каждый пункт алгоритма связан с соседними, а через них с большинством предыдущих и последующих. Вот почему процесс создания алгоритма обычно протекает в ожесточенных спорах и борьбе. Ведь каждое изменение, которое неумолимые кибернетики пытаются внести в структуру алгоритма, рвет чуть ли не всю его ткань, приводит к необходимости начинать почти всю работу заново. Здесь невольно напрашивается сравнение с шеренгой фишек домино, которую дети так любят выстраивать на столе. Стоит толкнуть одну, и рушится вся шеренга.

После сотворения блок-схемы идет этап математизации.

На примере выявления запретных печей мы уже показывали, как любое, даже самое словесное правило, может быть представлено в виде чисто математической задачи. Современная математика позволяет перевести на язык формул, символов и цифр, закодировать, практически любое сообщение. Затем создают собственно программу.

Мы не будем останавливаться на процессе программирования электронных цифровых вычислительных машин. Он достаточно подробно освещен в литературе. Заметим только, что в принципе процесс создания программы чисто вычислительной машины (например, той, которая в лаборатории решает задачи высшей математики) и вычислительной управляющей (для управления, скажем, нагревательным цехом) аналогичны. И в первом и во втором случаях алгоритм, записанный в виде последовательности математических формул, переводится на цифровой язык, понятный машине, и вводится в ее память.

Несколько необычно у управляющих машин протекает лишь этап проверки разработанной программы.

Как проверяют программу чисто вычислительной машины? Допустим, для машины типа «Урал» создана новая программа решения сложных систем дифференциальных уравнений. Необходимо выяснить, правильно ли составлены алгоритм и программа. Без машины на этот вопрос ответить необычайно сложно. Математикам пришлось бы в течение многих месяцев, копируя машинные методы работы, решить несколько сот систем уравнений.

Большинство современных электронных машин из всех арифметических операций предпочитают сложение. И осуществляют они эту операцию очень быстро, иные до миллиона сложений в секунду.

Одна из основных задач программистов и состоит в том, чтобы привести большинство математических операций алго-

ритма к единому виду: сложению. (Вычитание заменяется сложением с обратным знаком, умножение — многократным сложением, деление — многократным вычитанием и т. д.).

Вот почему программы для решения даже простых математических задач внешне выглядят весьма внушительно и состоят из десятков или сотен тысяч «шагов», которые должна сделать машина. Ясно, что попытка проверить такую программу «вручную», путем слепого следования по этим шагам, выглядит абсурдно, ведь человек делает в секунду всего около пяти операций сложения, да и то с пяти-шестизначными числами.

Обычно поступают так. Используя обычные методы математики, где умножение 5 на 100 легко производится в уме, а не сводится к операции сложения ста пятерок, создатели программы вручную решают несколько примеров. Затем эти же задачи поручают машине.

Результаты сравнивают. Если они совпадают, программа составлена верно. Теперь машина может решать миллионы подобных задач, и ее создатели, регулярно контролируя схемы, будут спокойны за достоверность ответа.

У творцов управляющей машины нет возможности подобным путем проверить программу работы своего детища. Электронный координатор нагревательного цеха, к примеру, будет решать не математическую задачу, а задачу управления. Образно говоря, обычная вычислительная машина похожа на математика. Ему выдали все необходимые условия задачи, и вот он сидит в тиши лаборатории и упорно, методично, не встречая никаких неожиданностей, ее решает. А координатор похож на шахматиста. Ему известны основные приемы игры противника. Но в любой момент он должен ждать и неожиданных и даже ошибочных ходов.

Очевидно, читатель уже догадался, куда ведет логика наших рассуждений: для того чтобы проверить программу создаваемого игрока, необходимо дать ему возможность сыграть несколько партий с «противником». Значит, сам игрок должен появиться на свет раньше программы. Замкнутый круг?

Нет. Ученые нашли выход.

Оказывается, можно теоретически организовать проверочный матч координатор — нагревательный цех.

В память большой вычислительной лабораторной машины вводят программу работы координатора. В другую часть памяти этой же машины вкладывают так называемую математическую модель цеха. И начинается игра.

Представьте себе, что в течение нескольких месяцев вы довольно часто играете в шахматы с вашим соседом. В конце концов вы настолько изучите приемы его игры, что у вас в памяти образуется его «шахматный образ» — некая модель

противника. Начиная с этого момента, вы при желании сможете играть с вашим соседом даже теоретически, в уме. Вы будете делать свои ходы и сами же отвечать за воображаемого противника.

Математическая модель цеха и есть тот теоретический образ технологического процесса, который создают математики на основе изучения работы реального производственного объекта. Этот образ в виде реальных математических формул они вводят в память лабораторной вычислительной машины.

Логика и опыт говорят: как бы хорошо вы ни изучали вашего соседа, противника по шахматным боям, вы всегда должны ждать от него какого-либо необычного, неожиданного хода, сознательного или ошибочного. Поэтому кибернетики, создавая математические модели производственных объектов, всегда дают возможность противнику делать случайные ходы. В этом случае управляющее устройство (у нас — координатор) будет вести игру в условиях, близких к реальности. Естественно, случайные ходы, которые допускается делать модели цеха, берутся не с потолка, а из ситуаций, которые когда-либо возникали на объекте.

После создания модели электронная машина, находясь в лаборатории, начинает как бы в уме разыгрывать матч между математическими моделями цеха и координатора.

Если окажется, что координатор удовлетворительно решает задачи, можно приступать к конструированию опытного образца специальной управляющей машины. Иными словами, автомату высшего ранга дается путевка в жизнь.

Если координатор теоретический матч проиграет, начинается улучшение алгоритма управления цехом, затем новая проверка, и т. д.

Напомним, матчи между моделями идут в очень сжатые сроки. Например, моделирование трехмесячного процесса управления крупным цехом занимает всего несколько минут. Правда, подготовка матча и создание моделей длится неделями.

Память машины

Процесс создания кибернетической машины в какой-то степени можно сравнить с появлением на свет и формированием человеческой личности. Недаром среди кибернетиков в последние годы началось довольно интенсивное разделение на три группы: родителей, педагогов и сослуживцев.

Родители проектируют и непосредственно из сопротивления, полупроводниковых триодов, ферритовых сердечников и других элементов создают те самые стальные шкафы с неоновыми глазами, которые так красочно описывают журналисты.

Педагоги вкладывают в память машин знания, необходимые им для дальнейшей работы.

Служивцы участвуют в эксплуатации машин, работают вместе с ними.

Правда, порядок появления на свет управляющих машин несколько необычный. Сначала педагоги создают программу их работы, а уж затем родители приступают к сотворению самих машин.

Итак, программа работы координатора нагревательного цеха создана и проверена в лабораторных условиях. Наступает черед действовать родителям.

Прежде всего начинается тщательное изучение программы. Вычисляют темп технологического процесса, которым будет управлять машина. Затем подсчитывают количество арифметических операций, которые в среднем должен совершать в своем электронном уме координатор для того, чтобы обдумать один ход. Теперь можно вычислить среднее быстродействие машины, т. е. число операций, совершаемых в секунду.

Допустим, нагревательный цех в среднем делает один ход каждую минуту (ход объекта — качественное изменение на «доске»). В нашем случае признаком такого изменения может служить приход новой плавки, поломка какого-либо технологического агрегата и т. п. А для того чтобы выбрать и сделать ответственный ход, координатору необходимо произвести 120 000 арифметических операций сложения. Какое среднее быстродействие должна иметь машина?

120 000 операций : (1×60) сек. = 2000 операций в секунду.

Следующая задача — расчет необходимого объема памяти машины. У современных электронных машин два вида памяти: долговременная и оперативная. Различие между ними примерно такое же, как между памятью нашего мозга и материальной памятью, в первую очередь книгами.

Человеческий мозг способен запоминать и отыскивать в своей памяти необходимые данные почти мгновенно, оперативно. Но объем этого оперативного запоминающего устройства из живых клеток ограничен. Поэтому с развитием цивилизации, с увеличением количества накопленных знаний людям пришлось создать искусственную, дополнительную память. Фактически вся наша материальная культура — книги, музеи, архитектурные ансамбли — есть не что иное, как записанная на века, на тысячелетия информация, которую вырвали у природы наши предки.

В свою долговременную память человек обычно заносит сведения, которые не нужны ему ежесекундно. А всю оперативную информацию он держит в своей памяти.

Так и у машин. Оперативная электронная память обычно во много раз меньше по объему долговременной. Реализуются они с помощью различных физических принципов, причем опе-

ративная память обычно стоит гораздо дороже долговременной. В связи с этим перед кибернетиками обычно стоит очень сложная задача: построить работу машины таким образом, чтобы свести объем оперативной памяти к минимуму.

С другой стороны, запись и выборка необходимых данных в процессе работы машины из долговременной памяти происходит гораздо медленнее, чем из оперативной. Вспомнить какую-либо дату гораздо легче, чем искать в справочнике или энциклопедии. Эту сторону вопроса приходится учитывать при расчете быстродействия машины. Обычно в оперативную память машины вносят прежде всего программу ее работы. Если бы эту инструкцию родители поместили в долговременную память, то их детище оказалось бы в положении человека, севшего за руль автомашины, не выучив правил движения, в надежде на справочник, который он собирается вытаскивать из кармана на каждом перекрестке.

Часть оперативной памяти координатора необходимо отвести для запоминания ситуации в цехе. Ведь эта информация поступает к нему почти ежесекундно. По прошествии некоторого промежутка времени эту информацию необходимо стирать.

Наконец, в оперативной памяти записываются и некоторые наиболее важные промежуточные размышления машины, то, что держат «в уме».

Вся остальная информация, с которой оперирует управляющая машина: долговременный прогноз, основные характеристики управляемого объекта (для координатора — число печей в цехе, число кранов, плановый график ремонта печей и т. п.), записывается в долговременное запоминающее устройство.

Нервная система

Деятельность инженеров, создающих управляющую машину высшего ранга, отнюдь не кончается после появления на свет самого автомата. Электронная машина — ядро, мозг управляющей системы. Но для того чтобы она смогла управлять, ее необходимо снабдить «нервной системой».

Автоматы первого ранга управляют непосредственно технологическими объектами. Поэтому в их «нервную систему» входят термодары, расходомеры, газоанализаторы, т. е. датчики, с помощью которых электронная машина получает информацию о работе вверенного ей агрегата и целая сеть каналов связи, по которым движется информация к машине и от машины.

Подобно начальнику цеха, координатор будет получать информацию не от первичных приборов, а от своих электронных помощников — машин первого ранга.

Их приказы воспринимают другие электронные машины и уже сами управляют исполнительными органами.

«Нервная система» координатора нагревательного цеха будет состоять из многочисленных каналов связи. Координатор должен быть в курсе работы всего участка: мартеновский цех — нагревательный цех — блюминг. Поэтому двойные каналы свяжут его с диспетчерами мартеновского цеха и блюминга. Такие же линии связи пойдут от координатора к машинам, управляющим работой печей и транспортных средств нагревательного цеха.

Когда будет создана многоступенчатая кибернетическая система управления металлургическим комбинатом сверху до низу, специальные каналы связи соединят координатор с вышестоящими электронными начальниками. На первом же этапе работы роль вышестоящего начальника будет выполнять оператор, который, в свою очередь, свяжется с главным инженером или другими руководителями комбината.

Как известно, все электронные машины «разговаривают» и «размышляют» на электронно-импульсном языке. Естественно, что автоматы первого и второго рангов будут обмениваться информацией также на этом языке. А диспетчеры мартена и блюминга будут передавать свои сообщения координатору с помощью аппарата, похожего на телеграфный.

Отметим одну особенность: последние работы автоматизаторов показали, что все кибернетические управленцы ранга начальника цеха и выше должны иметь своеобразного... электронного секретаря. Правда, в технических отчетах НИИ этот «секретарь» именуется куда скромнее: УСО (устройство связи с объектом). Но в принципе этот блок выполняет и секретарские функции.

Допустим, координатор создан и управляет цехом. Электронный мозг сосредоточенно решает задачу посадка прибывшей плавки. И вдруг машина, управляющая работой транспорта, посылает внеочередной сигнал. Что делать? Прервать вычисления и разобрать новое сообщение? Или упрямо продолжать работу? Электронный мозг, как и человек, не может решать две задачи одновременно. А вдруг сигнал аварийный?

Этим вопросом и займется УСО. Оно выяснит степень важности сигнала, в случае необходимости прервет процесс размышления начальника. Если сообщение может подождать, то УСО запомнит его и передаст координатору, когда тот закончит очередной этап расчета.

К сожалению, средства современной вычислительной техники не достигли еще необходимого уровня надежности. Поэтому создатели кибернетических управленцев, особенно высшего ранга, обязательно предусматривают контроль деятельности машин со стороны человека. С этой целью все важней-

шие решения, принимаемые машиной, выводятся на световое табло квалифицированного контролера. Он оценивает их с точки зрения разумности и безопасности. Если решение принято правильно, контролер дает «добро» и нажимает специальную кнопку. Тем самым он поднимает невидимый флажок, и приказ, выработанный машиной, реализуется. В случае ошибки приказ электронного управленца отменяется, и контролер сам принимает нужное решение.

Кстати, подобная страховка существует и в системах, где нет машин. В аварийных ситуациях в игру вступает высшее начальство.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Где готовят кибернетиков

Создание кибернетических управленцев высшего ранга — одна из самых сложных задач современной науки и техники. Ученые и инженеры идут по целине: в мире до сих пор нет ни одной машины, управляющей одним цехом или несколькими.

Естественно, на пионеров хлынула лавина технических, экономических, математических, психологических проблем. Одна из них — подготовка инженеров-кибернетиков.

Работа над первыми автоматами высшего ранга показывает, что нужны высококвалифицированные кибернетики. Ведь, к примеру, в проектировании координатора нагревательного цеха участвовали математики, теплотехники, экономисты, металлурги, специалисты по телемеханике, вычислительной технике, программированию...

Один человек не может вместить в свою память такую уйму знаний. И в научно-исследовательских институтах появляются синтетические кибернетики, т. е., говоря попросту, — группы специалистов разных профилей.

Впрочем и здесь есть трудности. Не хватает специалистов, члены группы долго срабатываются. Вот почему многие НИИ с кибернетическим уклоном сегодня похожи на филиалы института усовершенствования инженеров и техников.

Где выход? В Московском энергетическом институте, например, по инициативе студенческого конструкторского бюро работают комплексные группы для решения кибернетических задач. После окончания учебы эти группы в полном составе направляются в научные центры страны.

Математиков-программистов для вычислительных машин готовят и в средних школах. Впервые в мире занятия по элек-

тронно-вычислительной технике организованы в московской школе № 455. Над школьниками шефствует Центральный институт комплексной автоматизации. Ученики проходят практику в Вычислительном центре института, сотрудники НИИ читают в школе лекции, недавно институт передал школе вычислительную машину.

Конечно, нельзя закрывать глаза на то, что современная вычислительная техника еще очень сложна. Вот почему большой интерес вызывают работы ученых и инженеров Киевского института кибернетики. Они проектируют вычислительные машины среднего быстрого действия с необычайно простыми устройствами ввода и вывода информации, что намного облегчает задачу взаимопонимания между человеком и машиной.

Авторы этих машин недавно проделали интересный опыт. Десятикласснику, совершенно не знакомому с вычислительной техникой, дали прочесть инструкцию по использованию машины. Через полчаса юноша сел за пульт и начал самостоятельно решать кибернетические задачи.

Естественный отбор

Крупнейшие ученые мира признают: сейчас на Земле совершается вторая промышленная революция. В ходе первой революции люди передали паровым и электрическим машинам работу, которую раньше делали их руки и ноги. Теперь электронные вычислительные машины выполняют функции человеческого мозга. Например, управляют производством.

В ближайшие годы стране потребуются тысячи управляющих машин. Массовое производство экономично только при типизации и автоматизации технологических процессов.

Возможна ли в принципе автоматизация индустрии электронных машин?

В Америке уже несколько лет действует полностью автоматизированный завод, производящий радиоприемники. Электронная начинка современных вычислительных гигантов в принципе не отличается от радиосхем. Интересно, что в управлении этим радиозаводом широкое участие принимают вычислительные устройства. Иными словами, не исключено, что электронные машины будут создавать своих собратьев, т. е. заниматься самовоспроизведением. В этой формулировке нет ничего страшного. Достаточно вспомнить, что металлообрабатывающие станки фактически тоже занимаются самовоспроизведением, правда под управлением людей.

Вопрос о типовом и массовом производстве кибернетической техники уже стоит перед инженерами и учеными.

Но здесь есть целый ряд проблем.

Организм каждого человека, словно из кирпичиков, построен из 100 триллионов стандартных элементов — клеток. А

в машинной кибернетике пока идет отнюдь не типовое строительство.

Чуть ли не в каждой лаборатории, не говоря уже о НИИ, сотворяются свои собственные элементы электронных машин. В стране разработано и действует по меньшей мере несколько сот разнообразных схем и конструкций, триггеров, усилителей, вентилей, сумматоров и т. п. Можно сказать, что в электронике идет своеобразный естественный отбор. Надо признать, что этот отбор совершается в тысячи, а то и в миллионы раз быстрее, чем тот, который осуществляет первозданная природа в мире живых организмов. Чтобы избавить человека от ненужного ему хвоста, природе потребовалось около ста тысяч лет. Создатели же электронных машин в течение десятилетия перешли от ламп к полупроводникам.

В последнее время в области унификации элементов наметился известный прогресс. Многие научно-исследовательские организации стремятся выбрать из существующих схем наилучшие и использовать их для создания самых различных машин.

Существуют тысячи различных профессий. Однако всюду — на сцене театра, за штурвалом самолета, у кухонной плиты — действует одно и то же «устройство» — человек. Наш организм — поистине универсальная конструкция. За исключением редких случаев все основные параметры человеческого организма — объем памяти, скорость работы мозга, сила мускулов, быстрота реакции и т. п. — в среднем одинаковы.

А в мире электронных машин совсем иная ситуация.

Есть тихходные машины, совершающие в секунду 100 операций, и гиганты, работающие в тысячу и более раз быстрее. Так же резко колеблется объем памяти. Есть машины универсальные и специализированные; первые способны решать очень много различных задач, вторые — лишь одну конкретную.

Инженеры и ученые все чаще приходят к выводу, что необходимо унифицировать не только элементы машин, но и сами машины. Единого мнения здесь еще нет. Но очевидно одно: конструкторы машин не будут слепо следовать за природой. Вероятно, появится несколько стандартных типов машин, которые будут использоваться в определенных сферах.

Первый шаг в этом направлении уже сделан. В Киевском институте кибернетики разработана универсальная машина широкого назначения (УМШН). Она способна решать широкий круг задач управления производственными процессами. Машина пущена в серию.

Кибернетики идут и дальше. Как мы уже говорили, огромную долю труда отнимает разработка алгоритма и составление программы работы машины. Инженеры обычно танцуют от печки: анализируют объект, составляют алгоритм и т. д.

Однако опыт говорит, что многие процессы управления однотипны. И, следовательно, в проектировании новой системы можно использовать отдельные части или даже целые уже имеющиеся алгоритмы и программы. Иными словами, речь идет о создании сборников управляющих алгоритмов и программ, которыми могли бы пользоваться автоматизаторы различных отраслей народного хозяйства. Так, алгоритм вычислительной машины для управления теплоэлектростанцией, разработанный в ЦНИИКА, годится и для управления другими ТЭЦ. А в алгоритме советчика директора Магнитогорского металлургического комбината (об этой машине будет сказано ниже) есть элементы, которые можно использовать при разработке советчиков председателей советов народного хозяйства.

Математический путь

Когда ученые проектировали машины со скоростью десять тысяч операций в секунду и выше, многие удивлялись: зачем? На Земле не так уж много задач, которые необходимо решать с помощью машин. За короткий срок ваши электронные гиганты перерешают все. А что потом?

С тех пор прошло десять лет. Действуют уже тысячи сверхбыстродействующих кибернетических вычислителей, а поток задач не уменьшается. Во всех вычислительных центрах страны на «прием» к машинам записываются за недели и месяцы.

Интересно и другое: есть задачи, для решения которых не хватает скорости в 100 тысяч операций в секунду и более. Чтобы решить, например, задачу оптимального снабжения в масштабах Украины, нужна машина, совершающая в секунду миллиарды операций.

Значит, надо создавать машины с большим быстродействием.

Но работа над первыми быстродействующими машинами показала, что повышение скорости неизбежно ведет к усложнению конструкции, увеличению числа элементов машины.

И здесь возникает серьезное «но». Как правило, изделие, рассчитанное на длительную эксплуатацию, не может проработать весь срок без поломок. Но как часто будет выходить из строя данное устройство или деталь? Если говорят, что надежность электрической лампочки равна 0,99, значит изготовитель гарантирует на 99 процентов из 100, что эта лампочка не перегорит раньше положенного ей срока.

В системе, состоящей из 10 подобных лампочек, вероятность того, что перегорит хотя бы одна из них, возрастает в 10 раз.

Следовательно, чем больше элементов входит в состав технического устройства, тем ниже надежность этого устройства

(абсолютно надежных элементов в технике не существует). В электрической лампочке 11 деталей, в телевизоре — 500, в автомобиле — около 10 тысяч. В современных электронных машинах число элементов доходит до 100 тысяч. Неисправность хотя бы одного элемента, входящего в состав технического устройства, нередко выводит его из строя.

Поэтому повышение быстродействия машин путем увеличения числа входящих в них деталей — отнюдь не лучший способ. Особенно опасен он для создателей управляющих машин. Ведь последним доверяется управление сложнейшими объектами, например стратегическими ракетами или железнодорожными составами.

К сожалению, современным вычислительным машинам еще очень далеко до надежности человеческого мозга. Луи Пастер, например, сделал все свои открытия, имея лишь одну половину мозга: другая была атрофирована в детстве в результате кровоизлияния.

Существует теория создания надежных устройств из ненадежных элементов. Но ее описание выходит за рамки данной брошюры.

Кибернетикам приходится искать иные возможности повышения скорости работы своих машин. Впрочем, делают они это и из других соображений.

В принципе быстродействие машин зависит от скорости движения импульсов по электронным коммуникациям внутри устройства. Наибольшей скоростью обладают импульсы света. Таким образом, на пути увеличения быстродействия электронных машин методом ускорения движения импульсов встает теория относительности.

Сейчас кибернетики наиболее перспективным признают математический путь. Речь идет о разработке специальных математических методов ускоренного решения машинами различных задач управления. Их могут применять только машины. Для человеческого мышления они слишком громоздки.

Здесь можно снова провести аналогию с шахматной игрой. Допустим, что шахматист-любитель, знающий основы шахматного искусства, перебирает перед каждым ходом все возможные, в том числе и плохие, варианты своей игры и ответов противника. Не исключено, что он сможет обыграть даже гроссмейстера, если забыть о цейтноте.

Опытный шахматист, отбрасывая заведомо негодные ходы, находит оптимальный путь к выигрышу гораздо быстрее.

Вот таким ускоренным приемам работы математики стремятся научить кибернетические машины.

Методы теории игр, теории массового обслуживания, теории линейного и динамического программирования — первые шаги в этом направлении. Но и они позволяют ускорить процесс решения задач в сотни и тысячи раз,

Эффект бесспорен

Недоверие к кибернетике, продолжавшееся почти десять лет, сменилось полным признанием. Теперь наши кибернетические машины ведут экономические расчеты, проводят медицинские эксперименты и химические исследования, решают биологические проблемы и т. д.

Но есть еще области, где электронные машины встречают красный свет. Особенно много преград перед входом в сферу оперативного управления производством.

Производственники нередко рассуждают так: одно дело разрешить машине заниматься теоретическими расчетами, другое — допустить ее к непосредственному управлению цехом. В какой-то степени их можно понять. Раньше автоматизаторы претендовали на станок, пресс, максимум на линию станков. И директор завода, иногда даже из боязни прослыть рутинером, шел на риск. Сейчас автоматика идет дальше.

Академика В. М. Глушкова, директора Киевского института кибернетики, как-то спросили, почему свою управляющую машину он впервые поставил на содовом заводе. Ведь были, наверное, более важные объекты.

Академик лукаво улыбнулся:

— Директор этого завода мой хороший знакомый. Он поверил в нашу машину. Теперь-то ее рвут на части — экономический эффект огромный. А вначале...

Экономический эффект ...Автоматизаторы единодушны в оценке роли экономического обоснования эффективной кибернетической техники. Они считают, что в основе проекта комплексной автоматизации любого производства должны стоять цифры, выражающие экономическую выгоду, которую даст система.

Экономический эффект тесно связан с эффектом психологическим. От того, как встретят кибернетическую технику производственники, зависит очень много. Известны случаи, когда на заводах бездействует новейшая автоматика, а работают по старинке, вручную. Сотрудникам завода кажется, что так производительность выше.

Несколько лет назад была спроектирована вычислительная машина «Сталь-1» для оптимального раскрытия проката на Магнитогорском комбинате. Привезли проект на Магнитку. Ученые прикинули экономический эффект. Но чтобы не прослыть фантазерами, сильно его занизили.

Началась наладка машины на объекте. Все это время отношение заводских работников к кибернетической «штучке» было более чем прохладное: по расчетам, она едва себя окупала.

Наконец, машина заработала и преподнесла авторам и хо-

звеем приятный сюрприз: 842 тысячи рублей экономии в год, т. е. окупилась за два месяца.

Для того чтобы предупредить недоверие к кибернетике, впереди автоматизаторов должны идти экономисты.

До сих пор не существует научной методики или теории оценки эффективности систем комплексной автоматизации. А старыми методами эти задачи решать практически нельзя. Управляющие автоматы высшего ранга являются качественно новой ступенью автоматизации. Поэтому они обладают рядом специфических особенностей. Как показала практика создания первых таких систем, их внедрение не сокращает общего числа людей, занятых на производстве. Нередко количество обслуживающего персонала даже увеличивается. По старым меркам экономистов это явный признак неэффективности новой техники. Но весь секрет в том, что управляющие машины, немного увеличивая число управленцев, резко улучшают качество управления, делают его оптимальным. Это дает экономическую выгоду, во много раз большую, чем стоимость нескольких штатных единиц.

Но допустим, что экономическая эффективность комплексной автоматизации доказана. Научно-исследовательский институт проектирует управляющую машину. И тут вновь возникают вопросы экономического характера.

Процесс создания кибернетического начальника цеха необычайно сложен. Можно смело сказать, что до сих пор инженеры и ученые почти не сталкивались с задачами такого масштаба. (Мы не говорим о тех невероятно сложных задачах, с которыми сталкивались создатели атомной бомбы, спутников, баллистических ракет, — эти вопросы выходят за рамки нашей брошюры).

Бывает, что группы и лаборатории, создающие управляющие кибернетические системы, сами превращаются в плохо управляемые «объекты». И тогда затягиваются сроки окончания научно-исследовательских работ, снижается их качество, повышается стоимость машин.

Вот почему научные работники все острее ставят вопрос о внедрении электронных машин в практику научных исследований. Иными словами, речь идет об активном участии вычислительных машин в создании вычислительных машин.

Прежде всего электронные машины должны шире использоваться для обработки внутриинститутской информации: составления калькуляций, планов и т. п. Машины должны участвовать в синтезе алгоритма и создании управляющих программ. Кстати, математики уже широко используют универсальные вычислительные машины для составления программы решения некоторых задач (так называемое автоматическое программирование).

Кибернетики идут дальше. Недавно в Киеве началось про-

ектирование советчика директора НИИ. Это обыкновенная универсальная машина, находящаяся в вычислительном центре института. Но для нее разрабатывается специальная программа. По этой программе машина будет помогать директору института академику В. М. Глушкову планировать научно-исследовательские работы внутри института, распределять осциллографы и транзисторы между лабораториями, управлять работой опытного производства.

КИБЕРНЕТИКА НАСТУПАЕТ

Диспетчер железнодорожного цеха

Автоматы высшего ранга еще не вышли в самостоятельную жизнь. В народном хозяйстве страны пока нет действующих кибернетических диспетчеров железнодорожных узлов, начальников цехов, директоров заводов. Но подготовка к наступлению кибернетики на промышленность идет быстрыми темпами и широким фронтом.

Мы уже рассказывали о проекте координатора нагревательного цеха, разрабатывавшегося в Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации. В этом же институте создают диспетчера железнодорожного цеха для металлургического комбината (на комбинате этот цех называют ЦПС — цех подготовки составов).

Фактически ЦПС — крупный железнодорожный узел. Здесь около ста стрелок, семафоры. ЦПС подает составы с металлом из мартеновского цеха на блюминг, организует возврат порожняка, формирует составы. Нередко на путях находится по 50 составов. Основная задача цеха — организовать ритмичное бесперебойное движение транспорта. Сейчас работой этого сложного организма управляют люди. В начале каждой смены диспетчер ЦПС, учитывая ситуацию в мартеновском цехе и на блюминге, составляет график движения составов на 8—10 часов вперед. Затем в течение смены цеховые управленцы стремятся выдержать это расписание. Но почти непрерывно что-то случается: заклинивает одну из стрелок, останавливается на ремонт блюминг, появляется сверхсрочный состав, которому необходима зеленая улица. Приходится спешно, на ходу, изменять график. Ясно, что решения принимаются отнюдь не наилучшие.

Электронный диспетчер, создающийся в ЦНИИКА, предназначен для оптимального управления цехом.

В настоящее время разработан и проверен на универсальной вычислительной машине первый вариант алгоритма этой машины.

Электронный диспетчер Москвы

В лаборатории организации и строительства НИИ Мосстрой разрабатывается электронный диспетчер Москвы (ЭДМ).

На первом этапе своей деятельности ЭДМ будет оперативно управлять строительством в столице. Мозг диспетчера, электронная вычислительная машина, различными информационными каналами свяжется с заводами строительных деталей, строительными площадками, растворными узлами.

Со всех этих объектов в память машины днем и ночью пойдут сообщения о ходе строительства, выпуске готовой продукции и т. п. Кроме того, ЭДМ будет руководить сотнями автомашин, осуществляющих в городе перевозки строительных грузов, автокранами, бульдозерами.

Используя специальные алгоритмы, диспетчер будет непрерывно контролировать график строительных работ, который он сам же составит. В случае нарушения ЭДМ мгновенно вычислит новый, оптимальный для создавшейся ситуации график и сообщит его диспетчерам заводов и строек, водителям автомашин, бульдозеров, автокранов. При этом он рассчитает для каждой автомашины наилучший маршрут движения по улицам Москвы с учетом их загрузки. ЭДМ один будет делать то, чем сегодня занята целая армия инженеров, техников, прорабов, экономистов. В дальнейшем ЭДМ получит и более широкие полномочия.

Советчик директора

Институт комплексной автоматизации в соответствии с решениями XXII съезда КПСС участвует в разработке проекта автоматизации всего Магнитогорского металлургического комбината. Здесь предполагается установить целый комплекс кибернетических машин различного ранга, создать своего рода машинную иерархию. В частности, планируется советчик директора комбината.

Мы нередко критикуем управленцев за раздутые штаты административно-хозяйственного аппарата. В большинстве случаев, упреки верны. Но иногда... Как показали исследования сотрудников ЦНИИКА, для оптимального управления Магнитогорским комбинатом его управленческий персонал должен ежедневно получать и обрабатывать примерно в 50 раз больше информации, чем сейчас. Из-за того, что это условие не выполняется (пришлось бы резко увеличить и без того солидные штаты!), дирекция получает итоговые сведения о работе комбината за март в конце апреля. Естественно, оперативно регулировать производственный процесс в этом случае невозможно. Когда вступит в строй советчик, директор сможет измерять «пульс» комбината ежедневно.

ПРЕДВИДИМОЕ БУДУЩЕЕ

Самообучение машин

Работа над кибернетическим диспетчером ЦПС идет уже третий год. В последнее время в ней участвует около двадцати кандидатов наук, аспирантов, инженеров, техников и лаборантов. Аналогичная ситуация создалась и на других участках фронта кибернетического строительства.

Вряд ли в этом виноваты творцы машин. Задачи, стоящие перед ними, необычайно сложны. Подобных систем еще нет нигде в мире.

Все это так. Но...

В ближайшие годы число кибернетических мастеров цехов, диспетчеров аэропортов, директоров заводов и комбинатов будет непрерывно увеличиваться: в этом залог прогресса (сегодня подобные работы в соответствии с решениями XXII съезда КПСС ведут десятки научно-исследовательских и проектных организаций страны).

Что же произойдет, если создание каждого мастера или диспетчера потребует столько же времени и людских ресурсов? Уже сейчас в мире десятки, а то и сотни тысяч людей заняты «обучением» кибернетических машин различным управленческим специальностям. Через десять лет их могут быть миллионы. Не станет ли учителей машин больше, чем учителей в школах?

Эта проблема будет решена с появлением самообучающихся машин. Представим на мгновение, что люди не способны к самообразованию. Весь опыт, все знания они получают лишь в школе или институте. Учиться пришлось бы тогда всю жизнь.

Кибернетики уже давно рассматривают вопрос о принципах самообучения машин. Разработана теория, проведены многочисленные эксперименты в лабораториях.

Конструкция самообучающихся управляющих машин должна быть похожа на обычные управляющие автоматы. Весь фокус в процессе создания алгоритма их работы (алгоритм обычных управляющих машин от начала до конца составляют кибернетики, причем на эту часть работы уходит львиная доля времени). Самообучающиеся управляющие машины при своем появлении получают только некоторый, начальный алгоритм обучения. Действуя согласно этому алгоритму, они в течение некоторого времени будут самостоятельно обучаться какой-либо управленческой специальности, сами создавать свой алгоритм. И лишь затем перейдут непосредственно к управлению.

Здесь невольно напрашивается сравнение с подготовкой специалистов. Сначала человек получает общее начальное

образование. Затем, используя эти знания, он в техникуме или институте, или путем самообразования специализируется в какой-то определенной области.

То же и с самообучающимся кибернетическим управлением, например координатором нагревательного цеха. Вначале бригада кибернетиков изучит объект. Этот процесс будет весьма кратковременным, так как для создания алгоритма самообучения (при наличии, конечно, общих принципов построения подобных алгоритмов) ученым не потребуется слишком глубоко вникать в технологический процесс цеха.

Алгоритм самообучения введут в память универсального управляющего автомата (очевидно, к тому времени уже будут созданы универсальные кибернетические управленцы для работы с объектами класса цех).

Будущего координатора вывезут на объект. С помощью специальных каналов связи подключат в параллель к действующей «живой» системе управления. Затем некоторое время машина будет изучать опыт работы мастеров, начальника цеха, нагревательщиков, диспетчера и т. п. Непрерывно, днем и ночью, в машину будет поступать информация о ситуации на участке мартеновский цех — нагревательный цех — блюминг, о решениях, которые в данной ситуации принял управленческий персонал цеха, реакция технологического процесса, данные экономических органов комбината об эффективности работы цеха и др.

Анализируя эту информацию, сравнивая приемы различных мастеров, машина сама вырабатывает наилучшие правила своей работы, сама создает свою программу.

Через определенный срок, сдав «экзамен» специальной комиссии, самообучившийся координатор возьмет бразды правления цехом в свои руки.

Но на этом процесс его самообразования не закончится. Управляя цехом, он будет непрерывно повышать свою квалификацию. Допустим, в процессе работы в цехе создается ситуация, которая раньше никогда не встречалась. И, следовательно, в памяти машины нет готового ответа. Тогда координатор найдет в своей памяти ситуацию, наиболее похожую на неизвестную, и сделает аналогичный ход. Пусть окажется, что в такой ситуации подобный ход применять целесообразно. Машина выяснит это, проанализировав экономические последствия, которые ей сообщит технико-экономический отдел комбината. Тогда электронный управленец присовокупит к своему опыту вновь найденное решение. В противном случае неудачный ход будет вычеркнут из памяти. В следующий раз в подобной ситуации машина примет другое решение.

Не надо думать, что приведенные рассуждения целиком лежат в сфере фантазии. Например, в одной из своих статей академик В. М. Глушков рассказывает об интересной работе

киевских кибернетиков. Универсальная вычислительная машина была подключена с помощью двухсторонней телеграфной линии связи к сложному технологическому агрегату, расположенному в другом городе. Около двух месяцев машина молча наблюдала и изучала работу мастеров. А затем помогла ученым составить алгоритм автоматического управления этим объектом.

Трудно предсказать, в каком году на страницах нашей печати появится сообщение о создании отечественного самообучающегося автомата высшего ранга. Но оно появится. Непременно.

Человеко-машинный язык

Сегодня в наступлении на природу участвует объединенная армия людей и машин. Они напоминают воинское соединение, в котором солдаты говорят на разных языках.

На современном металлургическом комбинате существует именно такая ситуация: несколько десятков тысяч работников комбината говорят на одном, человеческом языке, а десятки тысяч машин, приборов, механизмов — на другом, вернее других. В результате возникает необходимость в тысячах специальных устройств, занятых перекодировкой человеческих команд на машинный язык, и машинных сообщений — на язык людей. (Разве нельзя считать тахометр, измеряющий скорость вращения ротора турбины, своеобразным переводчиком между турбиной и человеком?). Как известно, переводчики отнюдь не способствуют улучшению качества и ускорению процесса обмена информации.

Вот почему проблема улучшения передачи информации между людьми и машинами, в первую очередь кибернетическими, стоит сейчас необычайно остро. В последние годы наметились принципиально новые пути ее решения.

Прежде всего речь идет о том, чтобы научить машины человеческому языку. Этот тезис следует понимать почти буквально. Дело в том, что и у нас, и за рубежом интенсивно ведутся работы по созданию слушающих и говорящих автоматов. Не исключено, что в ближайшем будущем инженер-контролер, войдя в цех, возьмет в руки микрофон и попросит кибернетического начальника цеха сообщить химический состав плавки. И услышит нужный ответ.

Еще большие перспективы в развитии взаимоотношений людей и машин открывает бионика. Принцип управления мыслью, лежащий в основе этой науки, позволит максимально ускорить информационный обмен в системе человек—машина.

Говоря о взаимоотношениях людей и машин, следует коснуться и еще одной грани этого вопроса.

Установление более тесных отношений между кибернети-

ческими машинами и людьми идет, как это ни кажется удивительным на первый взгляд, на пользу последним. Опыт многих научно-исследовательских организаций страны показывает, что многолетняя работа с вычислительными машинами дисциплинирует ум специалиста, делает его более собранным, заставляет во всех случаях искать и находить четкие ответы. Ведь машина не терпит неясности, не признает перекуров, не звонит в рабочее время по телефону знакомым.

Инженерная психология

По-видимому, пройдет еще немало лет, прежде чем взаимоотношения между людьми и кибернетическими машинами будут сведены к выдаче заданий и получению готовой продукции. Людям придется еще долго работать вместе с машинами, хотя их функции все чаще будут сводиться к контролю. Поэтому проблема взаимоотношений человека и машины занимает сегодня почетное место в работах инженеров и ученых.

Возникла эта проблема еще в XIX веке, когда началось усиленное внедрение техники в человеческое общество. С появлением электронных управляющих гигантов она оказалась в числе первоочередных.

В самом деле, человек в секунду делает в среднем около пяти арифметических операций. Вычислительные машины оперируют с многозначными числами в 20 000 раз быстрее. Даже если предположить, что на контрольное табло кибернетического начальника цеха, работающего с такой скоростью, будут выводиться лишь конечные результаты его размышлений, ясно, что живой контролер вряд ли окажется в состоянии эффективно выполнять свою миссию.

Но нельзя же снизить быстроедействие машин, задержав процесс.

Не нужно также забывать, что внедрение электронных управленцев в производство идет постепенно. Машинам передают бразды правления лишь отдельными технологическими звеньями. Поэтому первые кибернетические начальники цехов, диспетчеры производственных участков будут работать в тесном контакте с живыми начальниками и диспетчерами соседних цехов и участков.

Взаимоотношениями людей и машин занимаются инженеры и психологи, объединившиеся недавно под флагом новой науки — инженерной психологии. Ее представители рассуждают вполне логично: корень проблемы «человек-машина» лежит в том, насколько целесообразно распределены функции между ними и согласованы возможности.

Вот почему инженеры и психологи прежде всего изучают

возможности человеческого организма. Установлено, что наш организм обладает огромными резервами, намного превосходящими общепринятые пределы. Опытные шлифовальщики различают просветы в 0,6 мк, тогда как обычно человек замечает просвет лишь в 10 мк. Художники улавливают даже самые незначительные отклонения в пропорциях двух сравниваемых предметов. Для текстильщиков существует до 100 оттенков черного цвета.

Некоторые люди производят в уме вычисления со скоростью большей, чем современные электронные вычислительные машины, например, за несколько секунд извлекают корень шестой степени из числа 40 242 074 782 776 576.

В конце Великой Отечественной войны скорость сближения самолетов на встречных курсах составляла около 1000 км/час. Считалось, что в среднем человек может реагировать на внешние сигналы (производить какие-то целесообразные действия) не чаще, чем один раз в 0,5 сек. Теоретически выходило: если летчик самолета, идущего навстречу противнику, не отвернет машину за 150 м до точки встречи (за 0,5 сек., самолеты сближаются на 150 м), то следующее движение рычага он уже сделать не успеет. Однако советские летчики опровергли это положение. Они отворачивали свои машины буквально за несколько метров от противника, расстреливали его в упор. Значит, наша психика в довольно широких пределах может регулировать физиологические возможности организма. Наш мозг активно учитывает напряженную обстановку, складывающуюся вокруг проблемы взаимоотношений человека и машины.

Как известно, человек запаздывает с принятием необходимых решений из-за неспособности мозга переварить всю поступающую информацию (оператор современного рельсобалочного стана делает в минуту несколько десятков различных движений руками и ногами: перемещает рычаги управления, следит за показаниями приборов, выслушивает поступающие по радио сообщения диспетчера и т. п.).

Мозг всячески стремится очистить информацию, поступающую к нему из внешнего мира. Этот процесс можно сравнить с действиями отправителя телеграммы. В отличие от писем, бесед и телефонных разговоров, в телеграмме текст сокращен до минимума, вода тщательно отжата.

Мозг идет и дальше: глаз читающего останавливается не на каждой букве, а только на одной из четырех-шести. И несмотря на это, мы понимаем слово целиком: помогают накопленные ранее знания. Не связано ли с этим свойством мозга умение некоторых студентов читать перед экзаменами книги и конспекты по диагонали?

Открытия инженерной психологии широко используются создателями кибернетических машин. Несколько лет назад в

Центральном НИИ комплексной автоматизации начали строить контрольный пульт машины, предназначенной для управления работой мощной теплоэлектростанции. Составили проект пульта. Он получился длиной в несколько метров, с десятками приборов, сотнями кнопок и переключателей. Ни один сверхгениальный оператор не смог бы с этого пульта контролировать работу электронного гиганта.

Оказалось, что создатели пульта не учли элементарных достижений инженерной психологии. Например, таких: процент ошибок при считывании человеком показаний с приборов, имеющих вертикальную шкалу, равен 35, полукруглую — 16, а шкалу типа «окно» (подвижной циферблат прибора перемещается мимо неподвижной стрелки, расположенной в прорези), — 0,6. Наши глаза лучше воспринимают содержательные сигналы (например, показания приборов). Аварийные же сигналы целесообразнее вводить через слуховые каналы. На большом расстоянии глаз точнее воспринимает белые линии на черном фоне, а на близком — черные на белом. Наиболее тонкое из всех наших органов чувств — осязание. Осязательные сигналы поступают в мозг через 0,09 сек. после того, как их воспримет орган осязания, слуховые — через 0,12, а зрительные — через 0,15.

Зато зрительные каналы обладают наибольшей пропускной способностью. Глаза передают мозгу примерно в 30 раз больше информации, чем уши.

Сейчас ни одна кибернетическая система не создается без участия инженеров-психологов. Вместе с кибернетиками они стремятся к тому, чтобы управлять этими системами наиболее производительно.

А дальше?

Электронные управленцы знаменуют новый этап в развитии кибернетики. Сейчас кибернетические машины, в том числе и управляющие, работают самостоятельно. Теперь стоит вопрос о создании систем машин. Трудно сказать, по какому пути пойдут творцы таких систем: будут создавать электронных гигантов — единоклаичников, либо копировать многоступенчатую структуру управления, существующую в современном обществе.

Пока кибернетики выбрали второй путь. Правда, каждая электронная управленческая единица решает гораздо больше вопросов благодаря быстрдействию и объему памяти. Нет причин — моральных, технических, экономических — сомневаться в том, что кибернетические системы управления будут непрерывно расширять свои управленческие функции в народном хозяйстве. Наоборот, по расчетам ученых, экономический выигрыш от применения машин будет непрерывно расти.

Объединение сотен и тысяч машин различных рангов в единые системы управления отдельными отраслями производства позволит шире использовать возможности электронных вундеркиндов. В этих системах резко ускорится процесс передачи, получения и переработки информации. В случае необходимости на узкие участки фронта можно будет бросать резервные силы. Опыт, накопленный в ходе автоматического управления химическим заводом, сами машины обобщат и передадут кибернетическому управленцу, приступающему к «должности» директора текстильного комбината. Не исключено, что в системе, скажем, электронного управления крупным административным районом страны будет несколько резервных машин. В случае выхода из строя какого-либо управляющего автомата, резервная машина мгновенно получит из координационного центра соответствующий алгоритм и заменит выбывшего из строя управленца. (Резервная машина отнюдь не должна территориально находиться на том объекте, которым она будет управлять. Ей достаточно быть связанной с ним телемеханически).

Наши ученые планируют создать к 1980 году общегосударственную информационную систему, состоящую из многих десятков информационно-вычислительных центров, автоматически связанных между собой. Не исключено, что она ляжет в основу Единой кибернетической системы управления народным хозяйством страны.

Кое-кто сегодня встревоженно спрашивает: если уже в ближайшие годы электронные машины собираются стать начальниками цехов и директорами заводов, то что же будет дальше? Что останется человеку?

Думается, оснований для паники нет. Мир беспределен. И процесс его познания бесконечен. А даже самые ярые кибернетики признают: труд изобретателей и ученых, писателей и композиторов — творцов, ищущих принципиально новое, никому не известное, запрограммировать нельзя. И, следовательно, нельзя эти задачи поручить машине. Поэтому даже если будут созданы миллиарды кибернетических вундеркиндов, для человеческого ума работа найдется.

Человек должен творить. Нетворческие задачи пусть берут на свои железные плечи машины.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Управление усложнилось	3
Кибернетический начальник цеха	4
Объект управления	4
Анализ объекта	6
Машина играет с цехом	8
Электронный игрок вырабатывает ход	9
Машинная иерархия	11
Координатор думает	12
Программа игры	15
Память машины	18
Нервная система	20
Некоторые проблемы	22
Где готовят кибернетиков	22
Естественный отбор	23
Математический путь	25
Эффект беспорен	27
Кибернетика наступает	29
Диспетчер железнодорожного цеха	29
Электронный диспетчер Москвы	30
Советчик директора	30
Предвидимое будущее	31
Самообучение машин	31
Человеко-машинный язык	33
Инженерная психология	34
А дальше?	34

Автор
ЛЕОНИД ИСААКОВИЧ ШАРОЛЬ

Редактор **Ж. М. Мельникова**
Техн. редактор **А. С. Назарова** Корректор **А. А. Пузакова**
Обложка **Р. А. Варшмова**

Слано в набор 11.XI 1963 г. Подписано к печати 7.XII 1963 г. Изд. № 1.
Формат бум. 60×90¹/₁₆. Бум. л. 1,25. Печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 2,33.
А 11611. Цена 9 коп. Тираж 46 500 экз. Заказ 3229.
Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.

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

К СВЕДЕНИЮ ПОДПИСЧИКОВ IV СЕРИИ «ТЕХНИКА»

В 1963 году по серии «Техника» вышли в свет следующие брошюры:

1. **И. А. СЫРОМЯТНИКОВ.** Электричество в пути.
2. **Б. Л. РУДОЙ.** Новая жизнь стекла.
3. **А. П. МЕРКУЛОВ.** Укрощенный смерч.
4. **С. И. КЛЮЧНИКОВ.** Штамп и резец.
5. **И. М. МИРОНОВ.** Локомотивы настоящего и будущего.
6. **В. Н. ПУШКИН, В. С. ЗГУРСКИЙ.** Человек и автомат.
7. **Я. А. ФЕДОТОВ.** На пути к микроэлектронике.
8. **Л. Н. ДЕЛЮКИН.** Механизм и автоматы-сборщики.
9. **И. Д. ЛИТВИНЕНКО.** Электрон-экономист.
10. **В. Н. ГУТОВСКИЙ, К. А. МОСКАТОВ.** Союзники и соперники металлов.
11. **СБОРНИК.** Автоматизация сегодня и завтра.
12. **А. КЛЯЧКО.** Автоматика точности.
13. **Л. А. ГИЛЬБЕРГ.** На воздушной подушке.
14. **Е. МУСЛИН.** Грузы идут по трубам.
15. **Л. М. ГЕЙМАН.** Путь на горизонт 723.
16. **Б. И. МЕДОВАР, Ю. В. ЛАТАШ.** Сталь рождается вновь.
17. **Юл. МЕДВЕДЕВ.** Пути металлургии.
18. **Б. В. ЗУБКОВ.** Машины — универсалы и специалисты.
19. **А. А. УМАНСКИЙ.** Пищу готовят автоматы.
20. **А. И. БЕРГ.** Кибернетика и надежность.
21. **Ю. БУДАНЦЕВ.** Электронные помощники диспетчера.
22. **Д. ПИПКО.** Третье измерение.
23. **К. А. ГЛАДКОВ.** Новое призвание электрона.

Не забудьте оформить подписку на 1964 год!

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА:

На год	—	1 руб. 80 коп.
На полугодие	—	90 коп.
На квартал	—	45 коп.
На месяц	—	15 коп.

Подписка принимается всеми отделениями «Союзпечати» и общественными распространителями печати.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

9 коп.

**Индекс
70067**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Москва 1963**