

От единого информационного пространства к единому пространству управления производством

Л.М. Яковис (СПбГПУ)

Анализируются основные тенденции в области интегрированного управления современным производством. Рассматривается связь между стратегическими целями и тактическими задачами, решаемыми на разных уровнях современных автоматизированных систем контроля и управления.

Ключевые слова: единое информационное пространство, управление производством, многоуровневая система.

Per aspera ad Astra
(Через тернии к звездам, лат.)

Суть проблемы управления производством

Задача управления производством может быть коротко сформулирована следующим образом. Необходимо максимизировать прибыль предприятия путем управления интенсивностью материальных потоков и режимными параметрами технологических операций, соблюдая ограничения по требуемым количеству и качеству продукции и оставаясь в рамках имеющихся ресурсов.

Возникает вопрос — зачем по поводу решения этой простой по формулировке задачи во всех технических журналах, имеющих отношение к промышленной автоматизации, рисуются многоэтажные пирамиды, испещренные многобуквенными английскими аббревиатурами, русские расшифровки которых вызывают порой большие затруднения? Какое отношение к повышению эффективности производства имеют все эти громоздящиеся друг на друга системы и подсистемы [1]:

- ERP — Enterprise Resource Planning (планирование ресурсов предприятия),
- APS — Advanced Planning & Scheduling (усовершенствованное планирование),
- MOM — Manufacturing Operations Management (комплекс систем, управляющих всей производственной деятельностью предприятия),
- MES — Manufacturing Execution Systems (система управления производственными процессами),
- LIMS — Laboratory Information Management Systems (система управления лабораторной информацией),
- EAM — Enterprise Asset Management (система управления основными фондами предприятия),
- DCS — Distributed Control System (распределенная система управления),
- SCADA — Supervisory Control and Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных),
- APC — Advanced Process Control (усовершенствованное управление процессами),
- АСУП — автоматизированная система управления производством,
- АСОДУ — автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления,

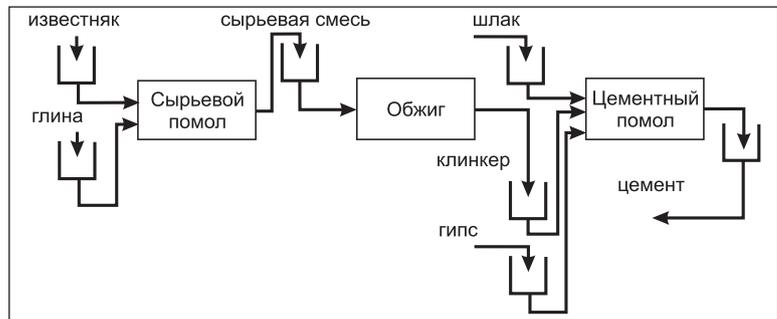


Рис. 1. Укрупненная схема цементного производства

- АСУТП — автоматизированная система управления технологическими процессами?

В дальнейшем, для определенности, будем рассматривать производства непрерывного типа, хотя основные выводы относятся и к дискретным производствам и производствам смешанного типа. Любое производство такого рода представляет собой совокупность технологических операций над материальными потоками, разделенных буферными емкостями. Примером может служить приведенная на рис. 1 схема цементного производства.

Обобщенная схема управления производством приведена на рис. 2. Управляющими воздействиями служат интенсивности материальных потоков и режимные параметры (например, применительно к обжигу — расходы сырьевой смеси, топлива и воздуха, скорость вращения печи, тяга). Управление осуществляется на основе данных контроля состояния производственного процесса и характеристик выпускаемой продукции.

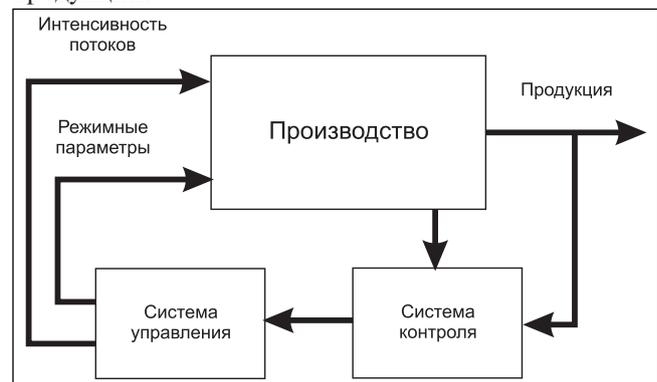


Рис. 2. Обобщенная схема управления производством

Так в чем же сложности решения задач управления производством? Рассмотрим модельный пример. Допустим, что рассматривается задача управления некоторым производственным объектом. На k -ом шаге управления вырабатываются управляющие воздействия $u_1^{(k)}, u_2^{(k)}, \dots, u_m^{(k)}$, причем каждое из них может принимать одно из N значений. Пусть дискретность управления и горизонт планирования составляют соответственно Δ и T . Необходимо рассчитать такую программу управления, которая максимизировала бы прибыль предприятия на интервале T . Другими словами, требуется найти оптимальные значения переменных:

$$u_1^{(1)}, u_2^{(1)}, \dots, u_m^{(1)}; u_1^{(2)}, u_2^{(2)}, \dots, u_m^{(2)}; \dots; u_1^{(K)}, u_2^{(K)}, \dots, u_m^{(K)},$$

где суммарное число тактов управления на интервале планирования $K = T / \Delta$.

Нетрудно понять, что общее число вариантов, которые должны быть рассмотрены при выработке такой программы управления, составляет $L = (N^m)^K$. Приведем численный пример, полагая, что $T = 1$ год, $\Delta = 1$ мин, $m = 10$, $N = 100$. Учитывая, что в году 365 дней, а в сутках 1440 мин, получим, что $K = 525600$, а тогда суммарное число вариантов $L = (100^{10})^{525600} > 10^{100000000}$. Такой громадный объем счета не одолеть как нынешней вычислительной технике, применяемой для управления производством, так, по видимому, и будущей. Поскольку рассмотренный пример относится к весьма простому производству (ведь для сколько-нибудь сложного — суммарное число управляющих воздействий намного больше десятка), то следует сделать вывод о бесперспективности «лобового» решения задачи управления производством даже для сравнительно небольших предприятий. Становится ясно также, что основные усилия должны быть направлены на снижение размерности исходной задачи при сохранении ее общего смысла.

уменьшение размерности (а значит и сложности) исходной задачи происходит благодаря разделению рассмотрению ряда более простых систем.

Агрегирование представляет собой в определенном смысле обратную операцию, когда ряд мало отличающихся переменных или систем заменяется одной укрупненной переменной или системой, то есть агрегатом. Поскольку при агрегировании уменьшается число показателей, задающих поведение объекта управления, то сокращается и размерность исходной задачи управления.

При построении системы управления сложным объектом идеи декомпозиции и агрегирования реализуются в виде многоуровневых иерархических систем, структурированных по блочному принципу. Именно таким образом и устроена, как показывает схема на рис. 3, интегрированная АСУ современным производством.

Логика работы многоуровневой иерархической системы состоит в том, что каждый уровень (кроме самого верхнего, где оптимизация объемного плана по выпуску продукции и потребным для этого ресурсам осуществляется в зависимости от внешнего спроса) получает задание от соседнего вышестоящего уровня. В процессе выполнения полученного сверху задания каждый уровень (кроме самого нижнего) формирует задание для соседнего нижестоящего уровня. Таким образом, подобно каскадным системам регулирования, одни системы вырабатывают задания для других. Непосредственное управление материальными потоками и режимными параметрами осуществляется на самом нижнем уровне иерархии, но при правильном функционировании всей системы через каскадный механизм выработки и передачи заданий сверху вниз осуществляется согласование целей всех уровней с главной стратегической целью — оптимизацией экономических показателей предприятия. Только при наличии такого согласования

Методы упрощения сложных задач управления и единое пространство управления производством

Для сокращения размерности сложных задач управления чаще всего явно или неявно используются две основных идеи: декомпозиция и агрегирование [2]. Декомпозиция состоит в разбиении сложной задачи на ряд в определенной степени автономных, хотя и связанных общей целью более простых задач. Эвристическим обоснованием декомпозиции обычно является пренебрежение относительно слабыми связями между некоторыми подсистемами большой системы. При этом

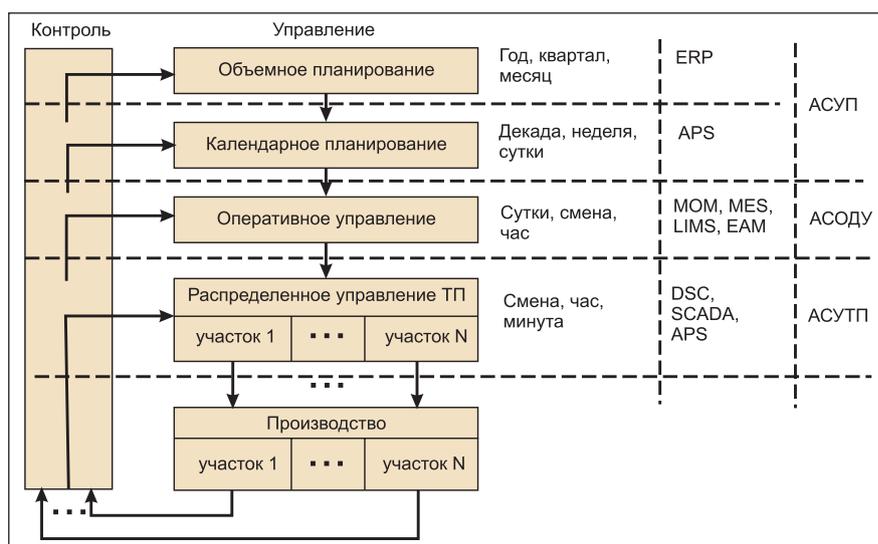


Рис. 3. Блок-схема многоуровневой иерархической системы управления производством

Афоризм – не только информационное хранилище, но и катализатор человеческой мысли.

Ремейк на фразе Е.С.Лихтенштейна

целей на всех уровнях можно говорить о реализации концепции единого пространства управления производством. Вместе с тем, лишь реализовав эту концепцию, можно ожидать значительный экономический эффект от комплексной автоматизации.

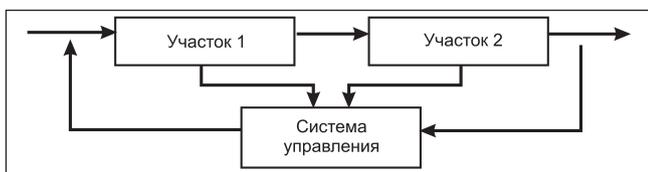
И все же, каким образом сокращается громадная размерность исходной задачи благодаря иерархической структуре? Во многом это происходит потому что частота выдачи управляющих воздействий уменьшается, как в частности, можно убедиться, глядя на рис. 3, при переходе от нижних уровней к верхним. Например, на самом верхнем уровне объемного планирования рассматривается все производство, и хотя в итоге интересуют главным образом входные потоки сырьевых материалов и выходные потоки готовой продукции, но для прослеживания связей между затратами и выпуском, то есть между входами/выходами производственной системы, необходимо рассмотрение всех промежуточных операций [3]. В целом задача может иметь весьма высокую размерность. Тем не менее, она многократно проще исходной, так как не занимается разворачиванием программы «частых» управлений дозированием материалов во времени, а оперирует лишь суммарными годовыми объемами участвующих в производстве материалов. Применительно к рассмотренному ранее примеру число подлежащих перебору вариантов составляет при этом не $L = (N^m)^K$, а $L = N^m$, что делает задачу хотя и сложной, но решаемой.

Главная цель следующего «по высоте» уровня календарного планирования заключается в выполнении объемного плана, для чего необходимо составление программы, определяющей последовательность технологических операций и загрузки оборудования [3]. По сравнению с уровнем объемного планирования задача упрощается за счет отсутствия необходимости определения оптимальных объемных показателей каждого участка производства, однако она усложняется из-за необходимости учета временных аспектов и, в частности, динамики изменения запасов в промежуточных емкостях (складах). Вместе с тем, поскольку рассматриваются агрегированные, то есть достаточно протяженные временные интервалы, задача в сравнении с исходной становится более «подъемной» за счет значительного снижения размер-

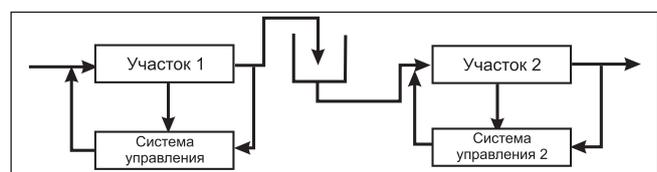
ности и возможности использования статических моделей технологических операций.

Задача оперативного управления состоит в обеспечении выполнения календарного плана производства в условиях возмущений, требующих оперативного вмешательства [4]. Причинами возмущений могут быть поломки оборудования, изменения характеристик материалов, нарушения графика поставки запчастей. Оперативное вмешательство требует более частых (по сравнению с уровнем календарного планирования) управляющих воздействий, например, в виде указаний о замене выбывших из строя агрегатов резервными, перераспределении материальных потоков, корректировки графика поставок запчастей. На этом уровне происходит решение тактических задач, не требующих обдумывания многошаговых комбинаций, что приводит к снижению размерности и, в конечном счете, упрощению задач оперативного управления.

На нижнем уровне, то есть на уровне распределенного управления ТП, решаются задачи непосредственного управления материальными потоками и режимами технологических операций по обработке материалов. Поскольку именно этому уровню управления приходится реагировать на наиболее высокочастотные возмущения, как правило, связанные со случайными вариациями свойств обрабатываемых материалов, то для обеспечения оперативности такой реакции необходимо повышать частоту управления. Но тогда в силу инерционности технологических систем становится важным учет влияния каждого управляющего воздействия на течение процесса в более или менее отдаленном будущем. При этом в отличие от задач планирования, где используются статические модели материального баланса, при расчете параметров законов регулирования необходимо учитывать динамику физико-химических процессов и дозирующих систем. Все это, безусловно, усложняет задачу. Вместе с тем сама структура производства, предусматривающая промежуточные буферные емкости, позволяет «развязать» задачи управления отдельными участками. Это находит отражение в цеховой структуре управления ТП, что по сути представляет собой реализацию идеи декомпозиции путем применения известного «принципа локализации», то есть независимого рассмотрения слабо связанных систем [3]. Иллюстрацией может служить рис. 4 а, где показана централизованная структура управления. В отсутствие промежуточной емкости система управления должна согласовывать воздействия на участки 1 и 2 во избе-



а)



б)

Рис. 4. Принцип локализации при формировании цеховой структуры АСУТП

жание дисбаланса. На рис. 4 б для схемы с буферной емкостью приведена децентрализованная структура, где каждым из двух участков управляет своя локальная автономно работающая система. Возможность использования цеховой структуры серьезно упрощает задачу управления всей совокупностью технологических операций благодаря снижению размерности отдельных «цеховых» задач по сравнению с исходной.

Взаимодействие систем разных уровней в иерархической системе управления

Несмотря на рассмотренные упрощения, связанные с возможностью «развязки» задач нижнего уровня, они все же остаются крайне сложными из-за большого числа показателей и динамического характера используемых моделей. Это мотивирует к дальнейшей декомпозиции задачи управления производством путем организации двухуровневой системы управления отдельными ТП [5]. Рассмотрим эту задачу более подробно, остановившись на типичных особенностях взаимодействия систем соседних уровней в иерархической системе управления.

Преследуя все ту же цель упрощения задач путем снижения их размерности, будем рассматривать структуру АСУТП, где на верхнем уровне решается задача оптимизации режима, а на нижнем — задача его стабилизации в окрестности «спущенных» с верхнего уровня значений. Заметим, что в задачах оптимизации, имеющих экономическую подоплеку, решение обычно находится на границе области допустимых значений режимных параметров. Например, при производстве цементной шихты производителю выгодно максимально увеличивать долю относительно дешевого по сравнению с дорогостоящим клинкером шлака (который представляет собой отходы металлургического производства), а при обжиге — держать предельно низкую температуру, так как это обеспечивает экономию топлива. Сходная ситуация наблюдается при производстве пива, где с точки зрения экономики пивоваренного предприятия следует максимизировать расход воды. Стремление к экономии материальных или энергетических ресурсов обычно сдерживается требованиями к качеству продуктов, которые облакаются в форму технологических допусков на различные физико-химические показатели полупродуктов и готовой продукции — отсюда и возникают «граничные» режимы. Однако если верхний уровень «спустит» нижнему задания, соответствующие границам некоторых технологических допусков, то чаще всего окажется не прав. Дело в том, что из-за различного рода возмущений, которые обычно носят случайный, а значит не полностью предсказуемый ха-

актер, нижний уровень управления не может точно выполнять установки верхнего уровня, а тогда из-за неизбежных отклонений от заданных расчетных значений те показатели ТП, которые по расчету верхнего уровня должны быть на границах допусков, в действительности примерно в 50% случаев будут выходить за их границы. Поскольку нарушения допусков ведут к снижению сорта продукции, браку и рекламациям, то есть в итоге — к крупным экономическим потерям, то при формировании режимных заданий на верхнем уровне управления необходимо учитывать неизбежную нестабильность показателей путем создания соответствующих «страховых» запасов, то есть отступая от опасных границ вглубь соответствующих допусков. Чтобы разъяснить это положение, рассмотрим задачу с двумя показателями Y , которые в силу технологических ограничений должны принадлежать многоугольной области, изображенной на рис. 5. Здесь показано также семейство линий уровня целевой функции и направление ее возрастания. Ясно, что с позиций

максимизации заданного таким графическим способом критерия оптимальности наилучшим является режим ТП, соответствующий крайней левой вершине многоугольника допустимых значений Y , то есть точке \tilde{Y}_1 . Этот режим, однако, предполагает отсутствие возмущений, вызывающих разброс значений вектора показателей Y . С учетом размеров эллипса рассеяния должен быть выбран существенно менее экономичный режим \tilde{Y}_3 . Если же, оптимизируя режим, учесть возможности ста-

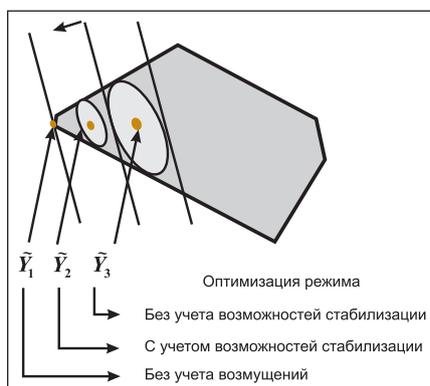


Рис. 5. Двухуровневое управление ТП

билизации ТП (при стабилизации происходит уменьшение эллипса рассеяния), то получим точку \tilde{Y}_2 , соответствующую правильному взаимодействию систем верхнего и нижнего уровней. Из рисунка становится понятным экономический смысл стабилизации — чем выше достигаемая на нижнем уровне управления стабильность показателя, тем ближе вырабатываемое верхним уровнем режимное значение может подойти к наиболее выгодной в экономическом плане величине \tilde{Y} . Здесь уместно обратить внимание на то, что неверная оценка «страхового» запаса всегда ведет к экономическим потерям независимо от знака ошибки. Действительно, как уже пояснялось, недооценка нестабильности приводит к нарушению допусков и соответствующим потерям качества и далее цены продукции, а переоценка — к излишнему отступлению от экономически выгодных режимов.

При управлении многомерным объектом наряду с задачей расчета «страховых» запасов на уровне оптимизации режима возникает задача определения приоритетов при стабилизации на нижнем уровне. Поясним сказанное на том же двумерном примере (рис. 6). Пусть оптимальная точка, как и раньше,

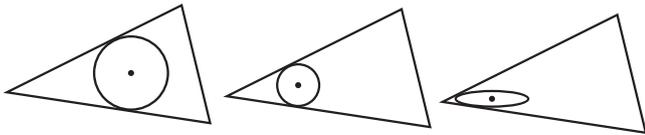


Рис. 6. Эффект неравномерного распределения ресурсов системы стабилизации

находится в крайней левой вершине области допустимых значений двух показателей, и пусть эллипс рассеяния в отсутствие стабилизирующей системы нижнего уровня представляет собой окружность. Это говорит о том, что характеристики неустойчивости по обоим показателям равны. Оптимальный режим при отсутствии его стабилизации соответствует центру круга, вписанного в левый треугольник на рисунке. Поскольку указанная точка расположена далеко от крайней левой вершины, то этот режим сопряжен со значительными экономическими потерями из-за неустойчивости показателей.

Средняя часть рисунка показывает, что может дать «равномерная» стабилизация за счет уменьшения окружности рассеяния. В этом варианте ресурс системы стабилизации режима поровну распределен между двумя показателями. Определенный эффект (приближение центра уменьшенного круга к наиболее выгодной вершине треугольника) достигается, но он относительно невелик.

Правый рисунок показывает, что существенный дополнительный эффект может быть получен, если весь ресурс системы стабилизации затратить на один из показателей. Центр эллипса рассеяния еще больше приблизится к наиболее выгодной вершине треугольника. Для этого система верхнего уровня должна не только задать системе нижнего уровня оптимальный режим, но еще и расставить приоритеты или, другими словами, сформировать для «нижней» системы критерий оптимальной стабилизации.

Возможен также вариант, когда экстремум целевой функции расположен не на границе, а внутри области ограничений. Примером могут служить так называемые экстремальные объекты и предназначенные для них системы экстремального управления [6]. Не рассматривая подробно этот случай, скажем лишь, что и здесь имеют место потери оптимальности из-за неустойчивости показателей, и целесообразно разделение системы на два уровня, где верхний осуществляет поиск оптимального режима, а нижний — его стабилизацию.

На основе проведенного анализа может быть сформирована схема взаимодействия систем в рассмотренной двухуровневой структуре (рис. 7).

Наряду с обычным для иерархической системы информационным

поток, спускаемым «сверху вниз» в виде задающих воздействий, здесь показано также участие верхнего уровня в формировании целевой функции для нижнего уровня, так что в итоге система нижнего уровня действует в интересах общего для всей системы критерия оптимизации. Особенность схемы состоит и в том, что на ней показаны межсистемные связи, действующие в обратном направлении, то есть снизу вверх. Они, в частности, необходимы для формирования «страховых» запасов, формирующих ограничения задачи верхнего уровня. Все это в определенной мере характерно для соседних уровней, расположенных на любых этажах многоуровневой системы управления производством.

Что касается рассматриваемого здесь нижнего этапа этой системы, то есть АСУТП, то следует напомнить, что разделение задачи на задачу квазистатической оптимизации режима и задачу его динамической стабилизации сделано с целью упрощения. На верхнем уровне оно достигается благодаря возможности использования статических моделей ТП (которые могут нуждаться в периодической подстройке) в сочетании с развитыми методами численной оптимизации для статических задач. На нижнем уровне упрощения связаны с возможностью использования динамических моделей, линеаризованных в окрестности поддерживаемого этим уровнем режима. Кроме того, при правильном учете «страховых» запасов системой верхнего уровня на нижнем уровне не приходится учитывать многочисленные ограничения на переменные, определяющие состояние ТП. В результате открываются возможности успешного использования линейных законов регулирования типа ПИ- и ПИД-регуляторов или более продвинутые методы «усовершенствованного» управления (АРС).

Единое информационное пространство как фундамент для многоуровневого управления производством

Если вернуться к схеме многоуровневого управления на рис. 3, то можно видеть, что системы всех уров-

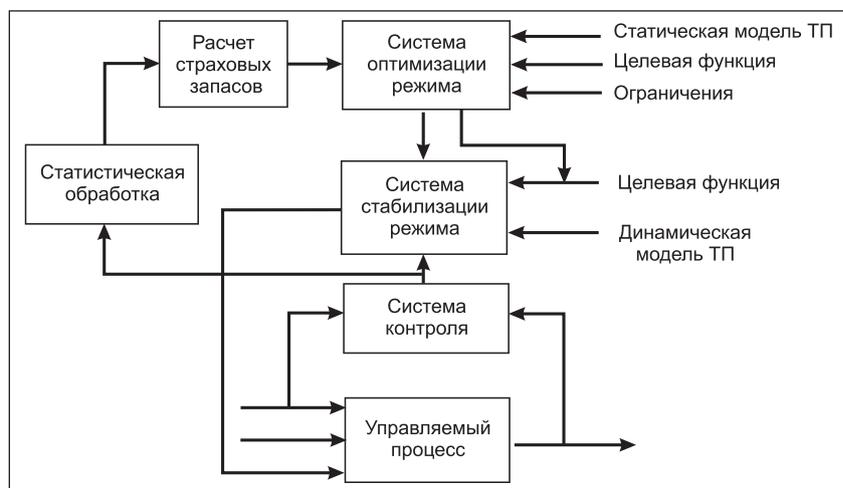


Рис. 7. Блок-схема двухуровневой системы управления ТП

ней управления используют данные контроля текущего состояния производства, ведь, как сказал один из родоначальников теории менеджмента П. Друкер: «Управлять можно только тем, что можно измерить». Дело в том, что производственные системы подвержены разнообразным и не полностью предсказуемым возмущениям, и эффективным средством их компенсации служит управление с обратной связью по отклонению текущего состояния от заданного. При этом система управления каждого уровня «борется» с возмущениями того частотного диапазона, который соизмерим с частотой управления на данном уровне. Это обстоятельство определяет необходимость агрегирования информации о текущем состоянии производства, причем каждому уровню необходима своя степень агрегирования, то есть усреднения данных, как правило, поступающих с соседнего нижнего этажа многоуровневой системы.

Компьютеризация производства имеет свою логику и историю [7]. Начавшись в 60-е годы XX века, работы по применению ЭВМ на производстве проводились с двух противоположных концов. С одной стороны, необходимо было в первую очередь автоматизировать многочисленные и большие по объему финансово-экономические расчеты, что послужило толчком для разработок систем верхнего уровня (АСУП). С другой стороны, выявились насущные потребности быстрого обнаружения аварийных ситуаций и автоматизации большого числа быстро протекающих операций типа дозирования материалов. Этот круг задач вызвал бурное развитие систем нижнего уровня (АСУТП). В течение довольно длительного времени верхние этажи управления при компьютеризации расчетов, связанных с планированием, ориентировались на справочно-нормативные данные, однако существенное расхождение планов с реальностью потребовало анализа «план — факт». И тогда выявился дефицит необходимого верхнему эшелону управленцев «факта», так как использование большого объема не упорядоченных и не агрегированных данных о состоянии производства, поступающих с уровня АСУТП, не позволяло с требуемой оперативностью и обоснованностью принимать важные для производства решения. Такая ненормальная ситуация выявила и обострила проблему создания промежуточного информационного уровня, то есть того, что теперь называется MES или в последнее время MOM. Одна из главных задач этого уровня состоит в «переваривании» «сырой» информации, поступающей с нижнего уровня контроля и управления, и предоставления ее в агрегированном виде (то есть в виде разнообразных отчетных сводок) автоматизированным службам верхних уровней. Поскольку состояние производства характеризуется большим числом разного рода характеристик, то для упрощения задачи всестороннего контроля производства потребовалось применение испытанных приемов декомпозиции и агрегирования. Таким образом выде-

лилось несколько классов информационно-аналитических систем, каждый из которых специализируется на определенной группе сходных по смыслу характеристик состояния:

- системы, осуществляющие контроль движения материалов, подсчитывающие материальные балансы по участкам производства и выполняющие прослеживание материальных потоков (такие системы сначала и определялись понятием MES);
- системы контроля качества исходных материалов, полупродуктов и готовой продукции, то есть системы для производственных лабораторий (LIMS);
- системы для контроля технического обслуживания и ремонтов оборудования (EAM).

Процесс образования и «отпочкования» новых классов информационно-аналитических систем продолжается. Так, можно назвать системы контроля электроресурсов, системы контроля теплоресурсов и т.д. [8].

В последнее десятилетие в связи с «размножением» информационных систем разного рода возникли и усугубились трудности их стыковки. Так постепенно обозначилась как первоочередная по важности проблема создания единого информационного пространства (ЕИП) производства. Принципы формирования ЕИП можно сформулировать следующим образом:

- контроль в реальном времени всех основных показателей состояния производства;
- объективность, точность и оперативность информации о состоянии производства;
- единая справочная БД оборудования и материалов;
- агрегирование информации на необходимом каждой подсистеме уровне;
- разграничение прав доступа разных групп пользователей к чтению и редактированию информации, содержащейся в БД производства.

Главной проблемой создания ЕИП производства является известная всем «лоскутная» автоматизация, когда системы разного типа создаются разными разработчиками на основе разных программных продуктов, внедряются в разные периоды времени и от всего этого с трудом поддаются совместному использованию и обмену данными. В конспективном виде можно назвать несколько направлений преодоления данной проблемы:

- создание производственных БД на единой программной платформе [9];
- унификация БД различных подсистем и производителей на основе единых стандартов [10];
- обеспечение «перекрываемости» БД (перекрывающиеся, то есть общие для разных подсистем данные, содержатся в едином формате) [11].

Выбор способа создания ЕИП во многом зависит от того, идет ли речь о новом или модернизируемом предприятии, много или мало средств отпущено службам ИТ на эти работы, намечается ли «революционный», то есть быстрый и радикальный путь реше-

ния «стыковочных» проблем или больше устраивает «эволюционный», то есть постепенный способ, когда задачи решаются шаг за шагом. Важно понимать, что создание ЕИП является необходимой предпосылкой эффективного управления производством, в какой бы степени оно не было автоматизировано. Ведь как машина, так и человек в своих управленческих решениях должны опираться на всестороннюю, своевременную и точную информацию о состоянии управляемых процессов. Лишь на основе ЕИП можно всерьез браться за создание интегрированных многоуровневых систем управления производством, которые смогут дать значительный экономический эффект.

Заключение

Рассмотрена задача управления производством как проблема управления сложной многомерной динамической системой, подверженной разнообразным возмущениям. С позиций принципов декомпозиции и агрегирования проанализирована логика формирования многоуровневой системы автоматизированного контроля и управления современным предприятием. Показано место в единой иерархической структуре разрабатываемых в настоящее время информационно-аналитических систем разного типа. Сделан вывод о том, что мейнстрим, то есть «главное течение» в мощном потоке работ по промышленной автоматизации должно вести к созданию единого информационного пространства и на его основе — единого пространства управления производством. Многочисленные трудности на этом пути общеизвестны [8, 12]. Тем не менее, как говорили древние, *Per aspera ad Astra!* Другого пути нет.

Яковис Леонид Моисеевич — д-р техн. наук, проф. Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Контактные телефоны: (812) 759-71-21, 950-49-39.

E-mail: leonid@yakovis.com

Список литературы

1. *Яковис Л.М.* О моде, мере и промышленной автоматизации//Автоматизация в промышленности. 2011. № 2.
2. *Первозванский А.А., Гайцгори В.Г.* Декомпозиция, агрегирование и приближенная оптимизация. М.: Наука, 1979.
3. *Первозванский А.А.* Математические модели в управлении производством. М.: Наука, 1975.
4. *Дудников Е.Е., Цодиков Ю.М.* Типовые задачи оперативного управления непрерывным производством. М.: Энергия, 1979.
5. *Yakovis L.M.* Approximate solution for problem of dynamical optimization of process control//Proceedings of 6th EUROMECH Nonlinear Dynamics Conference, Saint Petersburg, Russia, June 30 — July 4, 2008 (электронная публикация)
6. *Растргин Л.А.* Системы экстремального управления. М.: Наука, 1974.
7. *Яковис Л.М.* Многоуровневое управление производством (состояние, проблемы, перспективы)//Автоматизация в промышленности. 2009. № 9.
8. *Ицкович Э.Л.* Типичные недостатки построения систем класса MES на предприятиях химико-технологических отраслей//Автоматизация в промышленности. 2012. № 2.
9. *Гурьянов Л.В., Ключников А.Б.* Комплексная интегрированная АСУ компанией как средство повышения эффективности//Автоматизация в промышленности. 2012. № 10
10. *Козлецов А.П., Решетников И.С.* Применение стандарта ISA-95 для интеграции информационных систем//Автоматизация в промышленности. 2012. № 10.
11. *Киселев А.Г.* ERP-система промышленного предприятия: разработка, внедрение и концепция развития//Информационные технологии. 2005. № 2.
12. *Ицкович Э.Л.* Типичные недостатки технических заданий и проектов на создание АСУТП//Автоматизация в промышленности. 2011. № 2.

К 10-летию журнала «Автоматизация в промышленности» (песня)

*Что так сердце, что так сердце растревожено,
Словно ветром тронуло струну,
Про журнал немало песен сложено,
Я спою тебе, спою еще одну.*

*По дорожкам, где не раз ходили оба мы,
Я брожу, читая наш журнал,
Даже солнце светит по-особому
С той минуты, когда я о нем узнал.*

*День за днем готов статьи читать без лени я,
Изучают их по всей стране,
А когда придет пора внедрения,
Пусть журнал тогда расскажет обо мне.*

*Алгоритмы обновлю идеей смелою,
Все приборы разом опрошу
И про все, что я отныне сделаю,
В свой журнал любимый тут же напишу.*

© Л. М. Яковис

Авторы благодарят сотрудников филиала ФГУП НПЦ АП им. Академика Н.А. Пилюгина «Сосенский приборостроительный завод» А.С. Савельева и Н.А. Федосейкину за информацию о внедрении системы RunaWFE в филиале.

Список литературы

1. Абдикеев Н.М., Даныш Т.П., Ильдеменов С.В., Киселев А.Д. Реинжиниринг бизнес-процессов. М.: Эксмо, 2005.
2. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов: Компо-

нитная методология. М.: Финансы и статистика, 2004

3. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов. — М.: Финансы и статистика, 2006.

4. Михеев А.Г., Орлов М.В. Перспективы Workflow-систем//PC Week/RE, №№ 23 2004, 28 2004, 43 2004, 36 2005.
5. Михеев А.Г., Орлов М.В. Система управления бизнес-процессами и административными регламентами//Программные продукты и системы. 2011. № 3.

Михеев Андрей Геннадьевич — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Бизнес-информатики и систем управления производством» (БИСУП) МИСиС, специалист ООО «Бета Руна», Орлов Михаил Викторович — председатель совета Директоров консалтинговой группы «РУНА», Пятецкий Валерий Ефимович — д-р техн. наук, проф. заведующий кафедрой БИСУП МИСиС. Контактные телефоны: (495) 231-78-88, (495) 762-14-96. E-mail: andrmikheev@gmail.com, OM@runa.ru

Бортовой компьютер Kontron MICROSPACE MPCX60: мобильная связь для эффективных транспортных приложений

ЗАО «РТСофт» и холдинг Kontron представляют бортовой компьютер MICROSPACE MPCX60, позволяющий осуществлять подключение автотранспортных средств различного назначения к облачным сетям. Возможность применения различных видов сотовой связи, масштабирование вычислительной мощности и многообразие интерфейсов ввода/вывода делают новые высоконадежные и готовые к эксплуатации бортовые компьютеры производства Kontron идеальным выбором для решения множества задач в области создания различных систем управления транспортного назначения.

Компьютер MICROSPACE MPCX60 является масштабируемым решением, что дает возможность применения различных процессоров, оптимально отвечающих прикладным требованиям. Кроме того, наличие слотов для установки плат расширения в стандартах PCI/104-Express или CompactPCI значительно упрощает создание заказных систем. При этом новый бортовой компьютер располагает полным набором всех популярных и готовых к применению интерфейсов, включая GPS, GSM, WLAN и CAN, а также всевозможными последовательными интерфейсами. MICROSPACE MPCX60 позволяет сократить время на создание приложений как на уровне пассажиров (инфотеймент и безопасность), так и на уровне комплексных информационных систем управления транспортом.

Компьютер жесткого исполнения MICROSPACE MPCX60 сертифицирован по стандарту ECE (E1) и может

применяться в автобусах и на коммерческом транспорте, а также на транспорте для сельскохозяйственных и лесопромышленных работ. Электропитание устройства осуществляется от промышленных аккумуляторов с напряжением питания 12...48 В. Конструкция системы отличается отсутствием вентиляторов, а также высокой степенью ударопрочности и виброустойчивости, что делает компьютер полностью пригодным для применения в жестких условиях эксплуатации (железнодорожный и автомобильный транспорт, транспортные средства спецназначения).

Компьютеры MICROSPACE MPCX60 оснащаются двухъядерными процессорами Intel Atom D525 (2x 1,8 ГГц) либо AMD T40E (2x 1 ГГц) серии AMD Embedded G-Series, объем памяти RAM DDR3 достигает 4 Гб. Слот расширения PCI/104-Express или CompactPCI (на выбор) позволяет быстро адаптировать систему к конкретным прикладным требованиям. Для этого Kontron предлагает широкий выбор стандартных плат расширения от Ethernet-коммутаторов до стандартных цифровых и аналоговых плат ввода/вывода. Опционально возможна установка процессора FPGA Altera Cyclone IV FPGA (EP4CGX30CF) для облегчения процесса программирования кастомизированных интерфейсов.

Бортовые компьютеры MICROSPACE MPCX60 работают под управлением операционных систем Windows, Linux и VxWorks.

[Http://www.rtsoft.ru](http://www.rtsoft.ru)

Введена в эксплуатацию система автоматизированного управления газовыми горелками котла № 5 Саранской ТЭЦ-2

На Саранской ТЭЦ-2 (Мордовский филиал «ТГК-6») введена в эксплуатацию система автоматизированного управления газовыми горелками (САУГ) котла ст. № 5 на базе ПТК КРУГ-2000®. Работа проводилась в рамках реконструкции системы газоснабжения котла.

Цели создания САУГ:

- выполнение требований «Правил безопасности систем газораспределения и газопотребления» ПБ 12.529.03 Ростехнадзора;
- обеспечение оперативного персонала своевременной, достоверной и достаточной информацией о ходе ТП и состоянии основного оборудования для возможности оперативного управления, анализа, оптимизации планирования работы оборудования и ведения технической отчетности;

- повышение надежности работы оборудования за счет передовых технологий контроля и управления.

Функции САУГ: автоматическая опрессовка газовых блоков горелок; автоматический розжиг газовых горелок; поддержка возможности перехода с одного вида топлива (газ/мазут) на другой без остановки горелки; технологические защиты и блокировки для реализации требований нормативной документации по безопасному розжигу горелок; дистанционное управление оборудованием; информационные функции; архивирование данных.

На Саранской ТЭЦ-2 последовательно проводится реконструкция и модернизация основного оборудования и средств автоматизации технологических процессов. Планируется внедрение аналогичной САУГ котлоагрегата ст. № 1.

[Http://www.krug2000.ru](http://www.krug2000.ru)