

Информационное обеспечение формообразующей технологической среды

Ю.П.Тарамыкин

Реализация современных концепций автоматизированного производства в машино- и приборостроении тесно связана с информационными процессами, в основном обусловленными целями управления. Это обстоятельство является предпосылкой формирования новой технологической среды¹, основанной на принципах компьютерно-интегрированного построения автоматизированных производственных (в частности, станочных) систем и организационно-функциональных связей между их компонентами. В состав среды могут входить конструкторские, контрольно-измерительные, экономико-статистические и другие подсистемы.

Подобные среды могут быть отнесены к так называемым большим системам [1], искусственное происхождение которых предопределяет их функционирование на основе разнородных физических явлений. Частным случаем технологических сред является формообразующая технологическая среда (ФТС), а важнейшим компонентом последней — формообразующая техническая подсистема (ФТП). Именно посредством ФТП достигается основная цель функционирования ФТС, в процессе которого осуществляются конечные множества целенаправленных функций материального, энергетического и информационного характера.

Управление ФТС требует уточнения таких понятий, как цель, информация и функциональная организованность, связанных между собой задачами управления и алгоритмами функционирования. Под целями управления [2] понимаются такие, которые полностью определены в заданном пространстве целей и достигаются с оптимальным (квазиоптимальным) результатом на основе принципа обратной связи.

¹ Под технологической средой понимается совокупность всех технологий, обрабатывающих машин, формообразующего инструмента, оснастки, систем управления всех уровней, программно-аппаратных комплексов и организации производства конкурентоспособных машин.

Существует много форм проявления и представления информации. Для ФТП важнейшей является управляющая информация, реализуемая исполнительными органами на основе информации, выработанной в процессе принятия решений [2]. В связи с этим необходимо рассматривать технические информационные задачи, связанные с генерированием, передачей, трансформацией, хранением и отображением информации. Следует учитывать, что объем информации, циркулирующей в ФТП, увеличивается по мере расширения ФТС; одновременно возрастает необходимость выявления и выделения приоритетных целей и информации, требуемой для их поддержки и реализации.

Описание ФТП может выполняться на основе ситуационного или информационного подхода [2]. Последнее предпочтительнее, так как обеспечивает более высокую степень формализации представления целей и алгоритмов управления. Это позволяет достичь необходимой степени абстракции для выработки универсального математического аппарата в процедурах последующего анализа и синтеза ФТС в целом.

По уровню отображаемых процессов и явлений любая автоматизированная ФТП может быть представлена иерархией информационных моделей [3], связанных с технологией формообразования, а также с исполнительными, диагностическими, контрольно-измерительными и другими подсистемами. При информационном подходе на нижнем уровне иерархии находятся технологические процессы.

В ходе достижения как общих, так и частных целей желательно, чтобы в подсистемах ФТП циркулировала только полезная информация в составе и количестве, достаточном для выполнения поставленных задач. В общем случае информационное обеспечение подсистемы управления ФТП следует рассматривать в трех аспектах [4]:
1) состав (иерархия целей; формы проявления

информации в иерархии управления; качественные показатели компонентов подсистемы управления и каналов связи); 2) структура (взаимосвязи компонентов подсистемы управления; общая программа функционирования ФТП); 3) свойства (степень организованности функционирования ФТП в отношении достижения целей; количество и полезность информации на входах и выходах элементов подсистемы управления, их преобразующие свойства и динамические характеристики).

Учет этих аспектов является основой для перехода на новую технологию формообразования, что обычно связано с необходимостью получения новой или дополнительной информации. При этом повышение эффективности существующей подсистемы управления проблематично вследствие либо дополнительных затрат на получение информации, либо возможности перенасыщения.

Одна из главных особенностей любой технической системы заключается в целенаправленности ее функционирования. Если цель задана в определенном пространстве, то возможность ее достижения обусловлена степенью организованности структуры системы. Организованность — понятие относительное, которое может рассматриваться лишь по отношению к некоторому заранее выбранному базовому значению.

Качество управления определяется отрицательной организованностью, иначе говоря неорганизованностью (HO), поскольку именно она предоставляет оперативную информацию о качестве управления и формирует обратные связи в подсистеме управления ФТП. В нормированном виде HO может принимать значения $0 \leq HO \leq 1$.

Для количественной оценки HO функционирования подсистемы управления следует рассмотреть возможности ее формализованного представления. В то же время подлежат формализации и цели управления, границы которых могут быть четкими или размытыми. В общем случае цели могут задаваться вектором в m -мерном пространстве существенных параметров выбранной области в функции времени. Таким образом, достижение цели есть результат решения определенной задачи функционирования подсистемы управления и ФТП в целом.

Показателем недостижения цели является мера неупорядоченности (HU), под которой понимается

функция f несоответствия некоторого параметра x его базовому значению x_0 , причем $f \rightarrow 0$ при $x \rightarrow x_0$. Очевидно, что функционирование ФТП упорядочено, если цель полностью достигается, т.е. рассогласование r между рассматриваемыми значениями параметра x удовлетворяет условию

$$r = |x - x_0| \leq d, \quad (1)$$

где d — расстояние от x_0 до внешней границы пространства целей.

Число принимаемых во внимание параметров (или функций f) соответствует числу мер HU . Учет вероятности нарушения условия (1) (при этом $r > d$) позволяет выявить меру неорганизованности функционирования ($HФ$). Если для всех значений $HУ \neq 0$ известны вероятности P_j (при этом $\sum_{j=1}^m P_j = 1$) в пределах заданной области, то появляется ансамбль $HУ$. Тогда $HФ$ ФТП в отношении некоторой j -й цели является обобщенной по этому ансамблю:

$$HФ_j = \bigcup P_j(HУ_j).$$

Полезная информация служит для формирования управляющего воздействия подсистемы управления на исполнительные органы ФТП. Это воздействие эквивалентно компенсируемой неорганизованности (ΔHO), которая представляет собой изменение HO в результате реализации входной информации $I_{вх}$.

Так, для j -й цели полезная информация $I_{пj}$ в установившемся режиме функционирования ФТП имеет вид

$$I_{пj} = \Delta HO = z(z^{-1} I_{вх} w_j L_j \lambda_j),$$

где z — функция приведения $HФ$ в текущей ситуации к организованной форме после достижения цели; w_j и λ_j — коэффициенты соответственно ценности и реализуемости входной информации; L_j — преобразующие свойства используемого алгоритма. В свою очередь

$$w_j = \partial z^{-1} HO / (\partial z^{-1} I_{вх}) \quad (\text{при } L_j = 1; \lambda_j = 1),$$

если функция z считается гладкой.

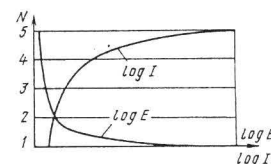
Количество полезной информации в алгоритме преобразования и структурные свойства соответствующего звена в подсистеме управления ФТП определяют качество процесса преобразо-

вания информации. Последнее, в свою очередь, зависит от точности представления информации, а также от объема памяти, быстродействия и других свойств указанного звена.

Особого внимания заслуживает вопрос взаимоотношения информации и энергии в процессах управления ФТС. Для целенаправленного управления требуется информационная организованность, для чего необходимы как материальные носители информации, так и энергетические затраты в ходе ее получения и преобразования. Основная доля последних в ФТС приходится на ФТП, без учета которой энергетические затраты относительно невелики и слабо коррелированы с информационными.

Иначе обстоит дело при реализации процессов управления в ФТП [5]. Целенаправленное поведение ФТП определяется количеством полезной информации, заключенной в программе достижения цели.

Очевидно, что потребность любого управляемого объекта (в том числе и ФТП) в энергии связана с его физической природой и свойствами. Так, для технологических процессов характерно потребление наибольшей энергии на нижнем уровне иерархии управления — в исполнительных органах. При этом информация, выработанная в процессе принятия решений [2], преобразуется в силовые формообразующие воздействия. На более высоких уровнях управления потребность в энергии существенно ниже. Общий характер распределения потребности в энергии E и информации I по уровням N иерархии показан на рисунке.



Протекание информационных процессов характеризуется показателем $D_{и}$ информационной

добротности ФТП и коэффициентом $\Lambda_{и}$ информационного усиления:

$$D_{и} = I_{об} / I_{упр}; \Lambda_{и} = \partial I_{об} / \partial I_{упр},$$

где $I_{об}$ — общее количество информации, которое воспринимается, хранится и трансформируется в ФТП; $I_{упр}$ — количество информации, содержащееся в управляющем воздействии. Добротность и коэффициент усиления определяют для единичного информационного воздействия или ансамбля.

Для энергетических процессов соответственные параметры

$$D_{э} = \partial_{э} / \partial I_{э}; \Lambda_{э} = \partial \partial_{э} / \partial I_{э},$$

где $\partial_{э}$ — общее количество энергии, потребляемое ФТП; $I_{э}$ — то же ее исполнительными органами.

Общий энергоинформационный показатель добротности $D_{эи} = D_{э} D_{и}$ характеризует уровень организованности, т.е. уровень совершенства ФТП.

В настоящее время информационные методы управления ФТС распространяются все шире. Это связано, в частности, с тем, что они увеличивают возможности формализованного описания процессов управления при проектировании автоматизированных станочных систем и, таким образом, способствуют повышению их качества.

Список литературы

1. Винер Н. Кибернетика: Пер. с англ. — М.: Сов. радио, 1958. — 326 с.
2. Петров Б.Н., Петров В.В., Уланов Г.М. и др. Начала информационной теории управления // Итоги науки и техники. — Сер. Техническая кибернетика. — М.: ВИНТИ, 1970. — Т.5. — С. 23—61.
3. Горюшкин В.И. Основы гибкого производства деталей машин и приборов. — Минск: Наука и техника, 1984. — 222 с.
4. Горский Ю.М. Информационные аспекты управления и моделирования. — М.: Наука, 1978. — 224 с.
5. Тарамыкин Ю.П. Применение принципов мехатроники при синтезе кинематической структуры зубофрезерных станков // СТИН. — 1997. — № 8. — С. 20—23, 26.

“Библиотека Машиностроителя”

www.lib-bkm.ru