

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Н. П. ЩЕРБАКОВ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ МЕЖДУ ТЕХНОЛОГОМ И ЭВМ
 ПРИ ПОДГОТОВКЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ
 ДЛЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ

Практика подготовки управляющих программ (УП) для токарных станков с ЧПУ показала необходимость более тесного взаимодействия между технологом и ЭВМ. Высокий уровень развития вычислительной техники, внедрение ЕС ЭВМ и автоматизированных рабочих мест проектировщика (АРМ) требуют создания новой технологии подготовки УП, основанной на оптимальном распределении функций между технологом и ЭВМ и позволяющей вести подготовку УП при непосредственном участии технолога в диалоговом режиме.

Практические трудности в постановке и решении задачи оптимального распределения функций связаны прежде всего с необходимостью их количественного и качественного выражения, подлежащих распределению в системе подготовки УП. Решение этой задачи, в свою очередь, позволяет ответить на вопрос о поиске наиболее подходящей и универсальной количественной и качественной оценки, способной однозначно охарактеризовать принятое распределение функций или принятую степень автоматизации процесса подготовки УП.

Задача количественного выражения общего объема функций, подлежащих распределению при подготовке УП, может быть сформулирована как задача определения количества информации $A(T)$, необходимой и достаточной для получения, контроля и управления процессом подготовки УП с заданной точностью, качеством и надежностью. Условием, что решение всех задач, возникающих при подготовке УП, должно происходить за минимальный определенный промежуток времени $0 < t \leq T$.

Пусть $A_T(T)$, $A_A(T)$ — задачи, решаемые технологом в процессе подготовки УП и на ЭВМ. Тогда естественно, что

$$A(T) = A_T(T) + A_A(T). \quad (1)$$

Количественная оценка степени автоматизации может быть представлена следующим выражением:

$$A_A = \frac{A_A(T)}{A_A(T) + A_T(T)} = \frac{A_A(T)}{A(T)}. \quad (2)$$

Из (2) очевидно, что $0 \leq K_s \leq 1$. При $A_r(T) = 0$ степень автоматизации имеет максимальное значение: $K_s = 1$, а это значит, что имеет место автоматический режим подготовки УП. Другой крайний случай $A_s(T) = 0$ соответствует равенству $K_s = 0$, когда все задачи в системе решаются технологом вручную без участия ЭВМ, т. е. имеет место неавтоматизированный способ подготовки УП.

Из (1) и (2) следует также, что

$$A_p(T) = K_s A(T), \quad A_r(T) = (1 - K_s) A(T). \quad (3)$$

Соотношения (3) позволяют точно сформулировать и однозначно решить задачу распределения функций в системе по заданной приемлемой ее степени автоматизации, количественным и качественным характеристикам процесса подготовки УП.

Таким образом, если имеется возможность выбрать значение K оптимальным в каком-либо смысле, то из выражения (3) получаем соответствующее оптимальное решение задачи распределения функций.

Теперь остановимся на определении оптимальной степени автоматизации процесса подготовки УП. Можно предложить три способа определения K_s по критерию: а) минимальной стоимости подготовки УП; б) максимальной надежности подготовки УП и в) максимальной надежности процесса подготовки УП на единицу его стоимости.

Имея функции $f_1(A_s)$ и $f_2(A_r)$, выражающие стоимости автоматической обработки единицы информации в зависимости от общего количества информации A_s и A_r при $0 < t \leq T$, стоимость процесса подготовки УП можно определить выражением

$$C = f_1(A_s) A_s + f_2(A_r) A_r. \quad (4)$$

С учетом (3) выражение (4) примет вид:

$$C = F(K_s, A, T) = f_1(K_s, A) K_s A + f_2[(1 - K_s) A] (1 - K_s) A. \quad (5)$$

Оптимальная с точки зрения минимальной стоимости подготовки УП степень автоматизации должна удовлетворять условиям:

$$\frac{dF(K_s, A, T)}{dK_s} = 0; \quad \frac{d^2F(K_s, A, T)}{dK_s^2} > 0. \quad (6)$$

Аналогичным образом может быть получено оптимальное значение K_s по критерию максимальной надежности процесса подготовки УП. При этом исходными данными являются функции: $P(A, T)$ — вероятность того, что система подготовки УП, включая ЭВМ и технолога, обеспечит решение всех задач A , необходимых и достаточных для подготовки УП при $0 < t \leq T$ с заданной точностью и качеством; $P_s(A_s, T)$ и $P_r(A_r, T)$ — вероятности правильного решения за время T задач A_s и A_r .

После несложных преобразований и учитывая (3), получим следующее выражение, которое определяет оптимальное значение K_s , максимизирующее надежность подготовки УП:

$$\frac{dP(K_s, A, T)}{dK_s} = 0, \quad \frac{d^2P(K_s, A, T)}{dK_s^2} < 0. \quad (7)$$

На основе вышесказанных рассуждений может быть сформулировано универсальное выражение, соответствующее критерию максимума надежности подготовки УП:

$$N(K_s, A, T) = \frac{P(K_s, A, T)}{F(K_s, A, T)}. \quad (8)$$

Подставляя в (8) развернутые выражения для P и F , получаем:

$$N(K_s, A, T) = \frac{P_s(K_s, A, T) P_r[(1 - K_s) A, T]}{f_1(K_s, A) K_s A + f_2[(1 - K_s) A] (1 - K_s)} \quad (9)$$

Используя обычные условия максимума функции N по аргументу K_s , находим оптимальное значение степени автоматизации в виде:

$$K_s = \frac{B(K_s) R(K_s) - M^2 \frac{d}{dK_s} \left[\frac{B(K_s)}{M(K_s)} \right]}{R^2(K_s) \frac{d}{dK_s} \left[\frac{B(K_s)}{R(K_s)} \right]} \quad (10)$$

где

$$B(K_s) = P_s(K_s A, T) P_r[(1 - K_s) A, T];$$

$$R(K_s) = f_1(K_s A, T) - f_2[(1 - K_s) A, T]; \quad M(K_s) = f_2[(1 - K_s) A, T].$$

Проведенные экспериментальные исследования позволили найти функции $f_1(A_s)$, $f_2(A_r)$ и $P_s(A_s, T)$, $P_r(A_r, T)$ практически для всех решаемых задач при подготовке УП на различные детали типа тел вращения, обработка которых осуществляется на токарных станках с ЧПУ. В результате составлены программы расчета K_s на ЭВМ, что позволило исключить необоснованность выбора способа подготовки УП, снизить стоимость, повысить надежность и качествоготавливаемых УП.