

УДК 658.5

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ.

Кулак И.В., старший преподаватель кафедры ИиАПС  
Кузбасский государственный университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Современная промышленность все больше переходит на выпуск продукции индивидуально под конкретную группу потребителей. Стремление к индивидуальному удовлетворению конкретного клиента требует производств, имеющих гибкую структуру бизнес-процессов, что вызывает к жизни новые подходы, концепции и методологии. Одна из таких концепций - CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support).

Идеология CALS состоит в отображении реальных бизнес-процессов на виртуальную информационную среду, где эти процессы реализуются в виде компьютерных систем, а информация существует только в электронном виде. Жизненный цикл изделия — это совокупность этапов или последовательность бизнес-процессов, через которые проходит это изделие за время своего существования: маркетинговые исследования, составление технического задания, проектирование, технологическая подготовка производства, изготовление, поставка, эксплуатация, утилизация.

Внедрение данной концепции сводится к созданию интегрированных систем автоматизации, объединенных в общую информационную среду с целью удовлетворения потребностей потребителя путем создания продукции с наименьшими затратами. Одними из важных и ресурсоемких этапов жизненного цикла изделия является этапы проектирования изделия и подготовки производства.

Актуальность проблемы создания интегрированных систем автоматизации проектирования сводится в конечном итоге к большей эффективности их по сравнению с отдельными (автономными) САПР и автоматизированными системами управления технологическими процессами.

Эффективность САПР можно определить, пользуясь формулой баланса затрат

$$B A_m T_m + A_v T_v + A_a T_a / M \leq A_p T_p + \mathcal{E}, \quad (1)$$

где  $B$  - число проектируемых вариантов, из которых выбирается оптимальный;  $A_m, A_v, A_a, A_p$  - стоимости часа работы соответственно оборудования, вспомогательных работ, разработки алгоритмов и программ, ручного проектирования;  $T_m, T_v, T_a, T_p$  - затраты времени на те же работы;  $M$  - число применений программы для проектирования;  $\mathcal{E}$  - экономия в производстве за счет машинной оптимизации.

Из формулы (1) следует, что число экономически допустимых вариантов, которые рассматриваются ЭВМ при выборе оптимального, будет определяться условием:

$$B \leq \frac{A_p T_p + \mathcal{E} - A_g T_g - A_a T_a / M}{A_m T_m}$$

С учетом сокращения времени проектирования, исключив экономию в производстве, при усредненных данных приходим к заключению, что выгодно проектировать один вариант, не выбирая оптимального. Такой вывод противоречит общесистемному пониманию оптимизации, а следовательно, необходимо рассмотреть эффект при интеграции САПР с производством. Анализ интеграционного эффекта можно сделать, используя формулу технологической себестоимости, которая учитывает основные затраты в сфере подготовки производства,

$$C = C_m + C_{ш} + C_n / P + C_T / (P \Pi), \quad (2)$$

где  $C_m$ ,  $C_{ш}$ ,  $C_n$ ,  $C_T$  - стоимости' материалов, изготовления, наладки, технической подготовки;  $\Pi$  - объем партии;  $P$  - количество запусков партий.

Стоимости работы на станках зависят от штучного времени  $T_{ш}$  и времени наладки  $T_n$ .

$$C_{ш} = (a_c + a_p) T_{ш}$$

$$C_n = (a_{сн} + a_n) T_n$$

где  $a_c$ ,  $a_{сн}$  - затраты на амортизацию и эксплуатацию станков соответственно при работе и наладке;  $a_p$  - зарплата станочника и  $a_n$  зарплата наладчика в единицу времени.

Стремление оптимизировать всю систему подготовки производства приводит к необходимости связать увеличение затрат на проектные работы, обусловленное большим количеством рассматриваемых при выборе вариантов с экономией на составляющих себестоимости. Для этого вводятся следующие зависимости от числа вариантов:

$$C_m = Bm; \quad C_m = B/V + б; \quad C_{ш} = Ш/V + ш; \quad C_n = H/V + н; \quad (3)$$

где  $m$  - стоимость проектирования одного варианта;  $б$ ,  $ш$ ,  $н$  - наименьшие значения соответствующих стоимостей оптимального варианта;  $B$ ,  $Ш$ ,  $H$  - резерв оптимизации, который можно использовать при увеличении числа рассматриваемых вариантов.

Принятые гиперболические зависимости правильно отражают существо влияния качества проектирования на эффект, получаемый в производстве за счет экономии материалов при оптимизации конструкции и технологии, а также за счет исключения переналадок оборудования при использовании группового и других методов увеличения партионности и за счет повышения производительности при автоматизации изготовления изделий.

Подставив формулы (3) в выражения (2), получаем системный вариант формулы

$$C = (B + Ш)/B + H/(ПВ) + б + и + H/П + V_m/(ПП).$$

Оптимальное число рассматриваемых при проектировании вариантов, дающее наименьшую себестоимость изготовления изделия, находится по минимуму функции дифференциальным методом

$$V_m = \sqrt{ПП(B + Ш + H/П)/m} \quad (4)$$

Число вариантов, допустимое к рассмотрению при поиске оптимального проектного решения, растет при увеличении объема выпуска изделий ( $ПП$ ), резервов оптимизации ( $B$ ,  $Ш$ ,  $H$ ) и уменьшении трудоемкости проектирования одного варианта ( $m$ ). Формула дает основания для повышения эффективности проектных работ как в ручном, так и машинном исполнении.

Системы автоматизированного проектирования и управления охватывают весь жизненный цикл изделия по всем этапам: предпроектные разработки (НИР), конструкторскую (КПП), техническую (ТПП), организационную (ОПП) подготовку и само производство. Общая цель внедрения систем автоматизированного проектирования в рамках CALS-технологий обеспечить освоение в кратчайшие сроки новой продукции до необходимого уровня производства при соблюдении заданных показателей качества и ограничений по рентабельности и затратам на производство. Оптимизация проектных решений является краеугольной задачей в области применения современных CALS-технологий позволяя добиваться оптимальных решений при минимальных затратах.

### Список литературы:

1. *Норенков И.П., Кузьмик П.К.* Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. — 360 с.
2. *Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В.* Управление жизненным циклом продукции. — М: Анахарсис, 2008. — 304 с.
3. *Логашев В.Г.* Технологические основы гибких автоматических производств. — Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. — 176 с.