

Библиографический список

1. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М.:Наука, 1968. 390 с.
2. Эйхгофф П. Основы идентификации систем управления. М.:Мир, 1975. 680 с.
3. Нудельман П.Я. Полиномные синтезаторы частотных и временных характеристик. М.:Связь, 1975. 128 с.
4. Сейдж Э.П., Мелса Дж.Л. Идентификация систем управления. М.:Наука, 1974. 246 с.
5. Петерка В. Байесовский подход к идентификации систем// Современные методы идентификации систем. М.:Мир, 1983. 278 с.
6. Браммер К., Зиффлинг Г. Фильтр Калмана-Бьюси. М.:Наука, 1982. 200 с.

УДК 681.324

В.А.Виттих, В.А.Цыбаев, В.В.Кузьмин

МОДЕЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

(г. Куйбышев)

Любая целенаправленная деятельность состоит в преобразовании различного рода ресурсов: материальных, энергетических, информационных. Потребности такого преобразования приводят к созданию соответствующих материальных образований, которые в дальнейшем будем называть производственными системами (ПС). В общем случае ПС представляют собой целенаправленно организованную сеть рабочих мест (РМ) по преобразованию входных ресурсов. Каждое РМ есть совокупность необходимых системных ресурсов, обеспечивающих заданную функцию преобразования входного ресурса. Результатом деятельности ПС является системный продукт (СП), представляющий собой вполне определенную композицию входных ресурсов.

Эффективность ПС тесно связана с себестоимостью СП. Потенциальные возможности системы по производству СП зависят от потенциальных возможностей РМ. Для каждого РМ существует рабочий режим, при котором наиболее эффективен вклад в систему. Поэтому возникает необходимость построения моделей производительности РМ, раскрываю-

щих потенциальные возможности РМ во всем рабочем диапазоне, с целью настройки ПС на оптимальный режим. Попытка построения подобных моделей была сделана в работе [1]. Введенные понятия потенциальной нагрузочной характеристики (ПНХ) и области допустимых входных нагрузок (ОДВН) могут быть распространены и на случай ПС и РМ.

Потенциальная нагрузочная характеристика. На верхнем уровне описания РМ может быть представлено как объект, который принимает от некоторых источников (например соседних РМ) поток сигналов со средней интенсивностью C , которые интерпретируются им, как запросы на выполнение оговоренных функциональных задач (ФЗ) по преобразованию некоторого входного ресурса. Запрос считается выполненным, если полностью выполнена соответствующая ФЗ. На выполнение ФЗ затрачиваются вполне определенные ресурсы РМ. Ресурсы будут расходоваться также на организацию процесса функционирования РМ, в частности, на идентификацию запросов, распределение ресурсов между задачами и т.п. Кроме того, частично ресурсы могут не использоваться вовсе, поэтому для каждого вида производительного ресурса РМ можно записать следующее соотношение:

$$\rho_n + \rho_{\text{н}} + \rho_0 = 1,$$

где ρ_n - доля ресурса РМ, расходуемая полезным образом, а именно на выполнение ФЗ при условии, что РМ выполняет свое целевое назначение (т.е. задачи выполняются в срок и с удовлетворительным качеством. Этот коэффициент в известном смысле идентичен КПД РМ;

$\rho_{\text{н}}$ - доля ресурса, растрачиваемая непроизводительным образом, например, на внутреннюю организационную работу. Они в значительной степени зависят от степени соответствия РМ предписанному назначению; ρ_0 - доля ресурса РМ, который по тем или иным причинам не используется. Вследствие стохастизма входной нагрузки должно выполняться неравенство $\rho_0 > \rho_{\text{мин}}$, где $\rho_{\text{мин}}$ - резерв по нагрузке РМ, минимально необходимый для его нормального функционирования. Величина $\rho_{\text{мин}}$ зависит от степени неопределенности входной нагрузки.

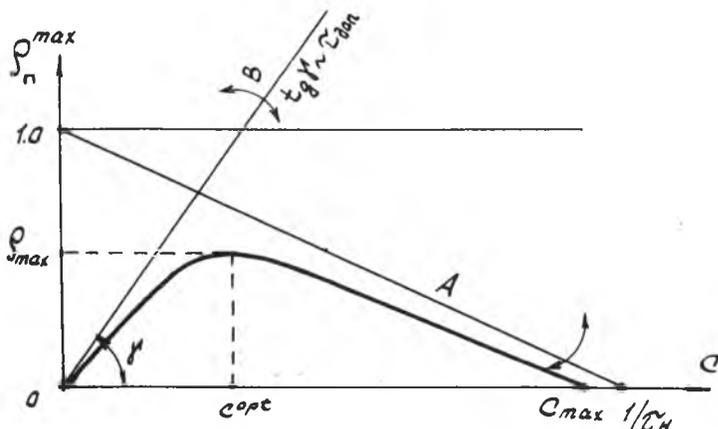
Поскольку ресурсом РМ является реальное время, то для коэффициента ρ_n (при условии отработки всех запросов) можно записать следующее соотношение:

$$\rho_n = \tau C, \tag{1}$$

где τ - трудоемкость среднестатистической задачи (СЗ), выраженная в затратах реального времени; C - интенсивность входного потока запросов.

Чтобы определить полезный потенциал РМ (ПНХ), необходимо подобрать параметры τ и C , насыщающие систему при условии, что РМ выполняет свое целевое предназначение. При этом необходимо решить следующие задачи:

построение ПНХ в частотной области (рис.1):

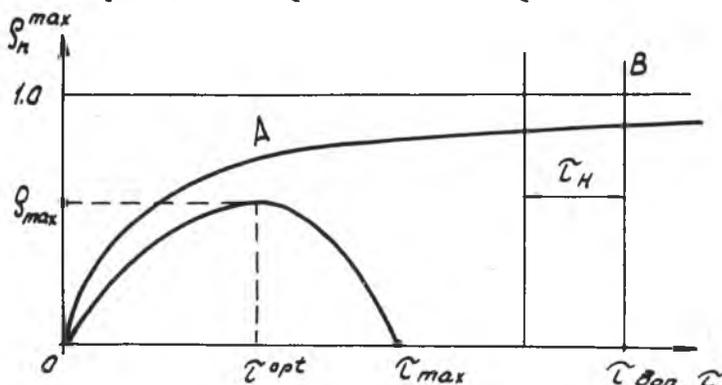


Р и с. 1. Построение ПНХ в частотной области

$$P_n^{\max}(C) = \max_{\tau} \{ \tau C \}, \quad (2)$$

$$P_i(\tau, C) \leq P_{0i}, \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad (3)$$

построение ПНХ во временной области (рис.2):



Р и с. 2. Построение ПНХ во временной области

$$\rho_n^{max}(\tau) = \max_c \{ \tau c \} \quad (4)$$

$$y_i(\tau, c) \leq y_{0i}, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (5)$$

Характеристика (2) показывает потенциальный КПД РМ как функцию интенсивности c при условии, что система выполняет свое целевое предназначение, заданное системой ограничений (3). Характеристика (4) "разворачивает" потенциальный КПД процессора во временной области.

Геометрия ПНХ зависит от вида ограничений, накладываемых на характеристики РМ. Важнейшей характеристикой РМ, которая часто интересует пользователя, является время ответа τ_0 . Величина τ_0 есть интервал времени между моментом поступления запроса в РМ и моментом окончания выполнения соответствующей задачи. Ограничение на время ответа РМ обычно записывают в следующем виде:

$$P\{\tau_0 < \tau_{доп}\} \geq 1 - \alpha_0, \quad (6)$$

где $\tau_{доп}$ предельно допустимый уровень времени ответа, α_0 - допустимая вероятность превышения этого уровня. Например, $P\{\tau_0 < 5 \text{ мс}\} > 0,99$. На рис.3,4 показаны примеры ПНХ в частотной и временной областях, построенной для ограничения (6). Положение ПНХ в частотной области ограничено линиями A и B . Крутизна линии A отражает внутрисистемные потери ресурса РМ на переключение с одной задачи на другую: чем больше затраты на одно переключение (τ_H), тем круче линия A . Угол наклона линии B связан с ограничением на время ответа РМ: чем больше требуемое быстродействие ($1/\tau_{доп}$), тем меньше угол наклона γ . Степень близости ПНХ к линиям A и B зависит от параметров распределения входной нагрузки и уровня значимости α_0 .

Во временной области указанные линии A и B имеют другой вид (см.рис.2). ПНХ во временной области показывает потенциальные возможности РМ как функцию от трудоемкости S_3 .

В качестве примера рассмотрим построение ПНХ для РМ, на вход которого поступает пуассоновский поток запросов со средней интенсивностью c . Трудоемкость S_3 равна τ единиц времени, а ограничение на время ответа задано неравенством (6)

$$P\{\tau_0 < \tau_{доп}\} \geq 1 - \alpha_0.$$

В терминах теории систем массового обслуживания подобная система описывается как система типа $M/M/1/\infty$. Из теории [2] известно что для подобных систем

$$P\{\tau_0 < \tau_{\text{доп}}\} = 1 - \exp\left\{-\mu\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)\tau_{\text{доп}}\right\}, \quad (7)$$

где λ - интенсивность потока запросов на входе системы массового обслуживания (запрос/с); μ - интенсивность обслуживания (задач/с);

В принятых выше обозначениях

$$\lambda = C, \quad \mu = 1/(\tau + \tau_H), \quad (8)$$

где τ_H - непроизводительные затраты процессорного времени в пересчете на 1 запрос (затраты на диспетчеризацию).

Для построения ПНХ в частотной области согласно выражениям (2)-(3) и с учетом (7)-(8) необходимо решить следующую задачу:

$$\rho_n^{\max} = \max_{\tau} \{\tau C\}$$

$$\text{при условии } 1 - \exp\left\{\left(C - \frac{1}{\tau + \tau_H}\right)\tau_{\text{доп}}\right\} \leq 1 - \alpha_0,$$

что, эквивалентно решению следующей системы уравнений:

$$\rho_n^{\max}(C) = \tau C,$$

$$1 - \exp\left\{\left(C - \frac{1}{\tau + \tau_H}\right)\tau_{\text{доп}}\right\} = 1 - \alpha_0. \quad (9)$$

Решая эту систему относительно τ , получим ПНХ в частотной области

$$\rho_n^{\max}(C) = 1 - \tau_H C - \frac{\beta}{\tau_{\text{доп}} C + \beta}, \quad (10)$$

где $\beta = \ln(1/\alpha_0)$ - обозначение, введенное для сокращения записи

Решая систему уравнений (9) относительно C , получим ПНХ во временной области

$$\rho_n^{\max}(\tau) = 1 - \frac{\tau_H}{\tau + \tau_H} - \frac{\tau}{\tau_{\text{доп}}} \beta. \quad (11)$$

Максимальный КПД системы

$$\rho_n^{\max} = \max_C \rho_n^{\max}(C) = \max_{\tau} \rho_n^{\max}(\tau) = \left(1 - \sqrt{\frac{\tau_H}{\tau_{\text{доп}}} \beta}\right)^2$$

достигается при следующих параметрах входной нагрузки:

$$\tau_{opt} = \sqrt{\tau_H \tau_{\partial on} / \beta} - \tau_H,$$

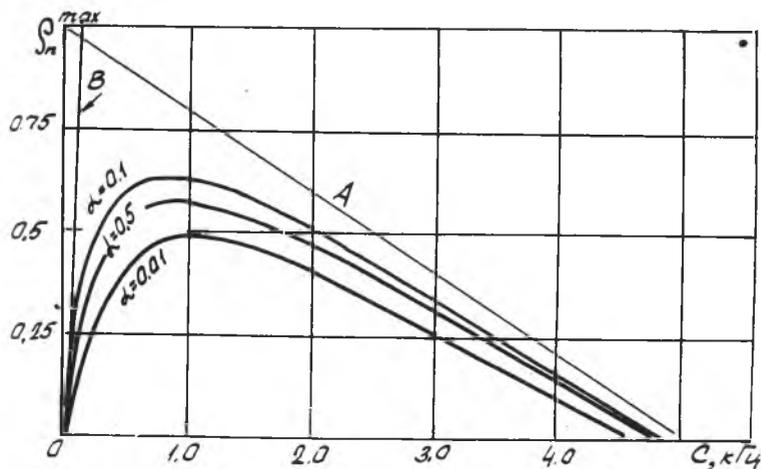
$$C^{opt} = \sqrt{\beta / (\tau_H \tau_{\partial on})} - \beta / \tau_{\partial on}.$$

Предельные значения параметров входной нагрузки соответственно

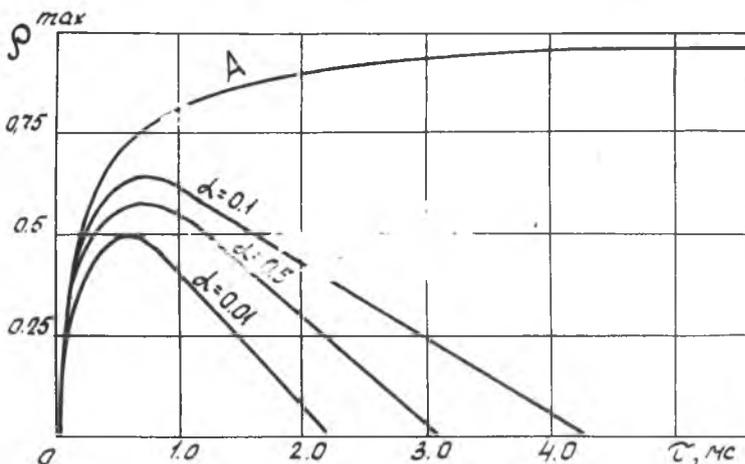
$$\tau_{max} = \tau_{\partial on} / \beta - \tau_H,$$

$$C_{max} = 1 / \tau_H - \beta / \tau_{\partial on}.$$

На рис.3,4 приведены полученные ПНХ (IC) и (II) для конкретных исходных данных: $\tau_H = 0,2$ мс, $\tau_{\partial on} = 10$ мс и различных уровнях α_0 . Как видно из рисунков, существуют значения τ и C , для которых КПД РМ достигает максимального значения. Падение КПД влево и вправо от оптимума ρ_n^{max} вызвано двумя факторами: во-первых, производительность РМ частично рассеивается на внутреннюю организационную работу ("внутреннее трение"), и тем больше, чем выше частота C ; во-вторых, из-за стохастизма входной нагрузки РМ должно недогружаться (иметь горячий резерв) и тем больше, чем больше трудоемкость Φ_3 .



Р и с. 3. Построение ПНХ для различных уровней α_0 в частотной области



Р и с. 4. Построение ЛНХ для различных уровней во временной области

Библиографический список

1. Виттих В.А., Цыбатов В.А. Характеристики производительности для сравнительного анализа микропроцессорных систем. /УСИС. 1986. № 6. С.96-99.
2. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. М.: Мир. 1975. Т. I. С.375.

УДК 681.31.004.14

О.Н.Шейнкина

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ АСНИ
НА ОСНОВЕ МЕТОДА БАЗОВЫХ ВАРИАНТОВ

(г. Куйбышев)

При разработке технических требований к составу, структуре и характеристикам компонентов АСНИ в соответствии с установками руководящих методических материалов на стадии предпроектных исследований, как правило, имеется несколько возможных вариантов решений.