

(в окне значений указаны теплофизические характеристики в момент времени $\tau = 2$ с в точке с координатами $x = 109, y = 31, z = 97$)

Литература. 1. Чичко А.Н., Соболев В.Ф., Лихоузов С.Г. Компьютерная система «ПроЛит» - инструмент для повышения качества. // ТЭО. – 2001. - № 6. - С.30-31. 2. Чичко А.Н., Лихоузов С.Г. Компьютерная система моделирования процесса заполнения смежных пространственных форм. // Моделирование и информационные технологии проектирования. Институт технической кибернетики, Минск. - 2000, - С.91-99. 3. Чичко О.И., Соболев В.Ф. О новых методах анализа скоростных потоков расплавов для систем автоматизированного моделирования литейных процессов. // Литье и металлургия. – 2002. - №2. - С.42-46. 4. Чичко О.И., Махнач В.И. Математическое моделирование и системный анализ скоростных потоков расплава, заполняющего трехмерные формы // Моделирование и информационные технологии проектирования: Сб.науч.тр. – Минск: ИТК. - 2002. –С. 88-95

УДК 519:527:669.27

Н.П. Воронова, Д.И. Астахов

ОБ УПРАВЛЕНИИ НЕКОТОРЫМИ СИСТЕМАМИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

При моделировании многих технологических процессов, исследовании их функционирования, оптимизации входящих в них параметров применяется теория управления объектов с распределенными параметрами. Часто процессы, протекающие внутри таких систем, описываются дифференциальными уравнениями в частных производных.

Рассмотрим пространственно двумерную систему с распределенными параметрами, состояние которой в каждый момент времени t описывается функцией $U(x, y, t)$, где x и y – координаты точки. Пусть функция и подчиняется уравнению

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \quad (1)$$

в области $D: 0 \leq x \leq x_0, 0 \leq y \leq y_0$. Зададим начальные условия

$$U(x, y, 0) = U_0(x, y), \quad \partial U(x, y, 0) = U_1(x, y), \quad (x, y) \in D \quad (2)$$

и граничные условия

$$\begin{aligned} U(x, 0, t) &= U(x, t) \\ U(x, y_0, t) &= 0 \\ U(0, y, t) &= 0 \\ U(x_0, y, t) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Задача состоит в том, чтобы найти такое управление $U(x, t)$, $0 \leq x \leq x_0, 0 \leq t \leq T$, при котором в момент времени $t=T$ система приходит в положения покоя

$$\begin{aligned} U(x, y, T) &= 0 \\ \frac{\partial U}{\partial t}(x, y, T) &= 0, (x, y) \in D \end{aligned} \quad (4)$$

Применим к поставленной задаче (1)-(4) преобразование Фурье [1] по переменной t . Получили аналог задачи в образах относительно функции $U(x, y, p)$ от двух переменных x и y с параметром p :

$$-p^2 \bar{u}(x, y, p) - pU_0(x, y) - U_1(x, y) = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \quad (5)$$

$$\bar{U}(x, 0, p) = \bar{U}(x, p) \quad (6)$$

$$\bar{U}(x, y_0, p) = 0 \quad (7)$$

$$\bar{U}(0, y, p) = 0 \quad (8)$$

$$\bar{U}(x_0, y, p) = 0 \quad (9)$$

Решение задачи (5) – (9) будем искать в виде ряда

$$\bar{U}(x, p) = \sum_{n=1}^{\infty} \bar{U}_n(p) \sin nx \quad (10)$$

а функцию $\bar{U}(x, y, p)$ представим в виде:

$$\bar{U}(x, y, p) = \sum_{n=1}^{\infty} \bar{U}_n(y, p) \sin nx \quad (11)$$

Тогда краевые условия (8) и (9) выполняются автоматически, а краевые условия (6) и (7) примут вид

$$\bar{U}_n(0, p) = \bar{U}_n(p)$$

$$\bar{U}_n(y_0, p) = 0, \quad n = 1, 2, \dots$$

Функции $U_0(x, y)$ и $U_1(x, y)$ также разложим в ряды по $\sin(nx)$:

$$U_0(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} U_{0n}(y) \sin nx \quad (12)$$

$$U_1(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} U_{1n}(y) \sin nx \quad (13)$$

Подставим (11), (12), (13) в уравнение (5) и преобразуем его. В результате получим обыкновенное дифференциальное уравнение по переменной y относительно функции $\bar{U}_n(y, p)$:

$$\frac{d^2 \bar{U}_n(y, p)}{dy^2} + (p^2 - n^2) \bar{U}_n(y, p) = -pU_{0n}(y) - U_{1n}(y), n = 1, 2, \dots \quad (14)$$

Краевая задача для уравнения (14) разрешима в квадратурах [2] и можно рассмотреть нуль-финитное управление вида

$$U_n^0(t) = \frac{1}{2} A(n) I_0(n \sqrt{x_0^2 - (t - x_0)^2}),$$

где $A(n) = \frac{e^{-x_0 n}}{n^2}, n = 1, 2, \dots; I_0(n, y_0, t)$ - функция Бесселя [3]. Тогда нуль-

финитное управление $U^0(x, t)$ для двумерного волнового объекта управления имеет вид:

$$U^0(x, t) = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} A(n) I_0(n \sqrt{x_0^2 - (t - x_0)^2}), \quad n = 1, 2, \dots$$

Так, как конечное время $T=2\pi$ при $x_0=y_0=\pi$ можно снизить уровень распределенных колебаний до любого сколь угодно малого значения ε . Под уровнем колебаний можно, например, понимать полную энергию колебаний в области D или максимальное значение амплитуд отклонений и скоростей в области D .

Литература. 1. Дишкин В.А., Прудников А.П. Операционное исчисление, М., Высшая школа, 1975 г. 2. Бутковский А.Г. Методы управления системами с распределенными параметрами, Наука, М., 1975. 3. Бейтмен Г., Эрдейн А. «Высшие трансцендентные функции», Наука, м., 1968.

УДК 658.512.011.56

Д.Н. Свирский

СИСТЕМА КОЛЛЕКТИВНОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ КОМПАКТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

*Витебский государственный технологический университет
Витебск, Беларусь*

Проектирование компактной (т.е. ресурсонеизбыточной) производственной системы (КПС) требует параллельной согласованной работы многих специалистов [1], объединенных и вооруженных современными сетевыми информационными средствами (рис. 1), CALS-технологиями и т.п. Проектная группа, таким образом, представляет собой голоническую «систему коллективного интеллекта» (СКИ) [2,3], в которой субъектами проектирования выступают как отдельные проектировщики, так и небольшие тематические подгруппы. В условиях удаленного доступа при взаимодействии глобальной и локальных сетей СКИ реализуется в режиме «виртуального бюро» и/или «виртуального предприятия». Поддержка принятия проектных решений в СКИ осуществляется, в том числе, и с помощью интеллектуальных агентных систем [4].

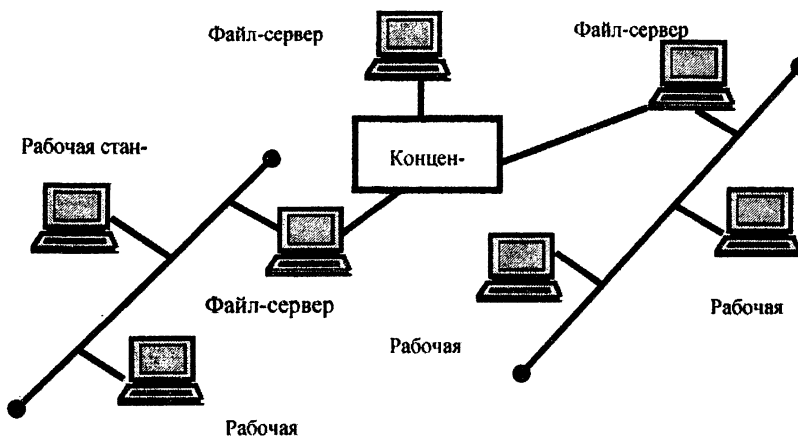


Рис. 1. Пример локальной сети гибридной топологии

Процесс построения КПС как сложной технической системы осуществляется последовательно в три этапа: макроструктурирование; структурно-параметрический синтез; адаптивная структурная настройка [5].

Этап макроструктурирования включает процедуры формирования профиля и тактико-технического облика КПС. Первая процедура основана на маркетинговом исследовании и решает задачу определения номенклатуры продукции, обеспечивающей