Аналізуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що при використанні ХТ двох похідних, похибка апроксимації не перевищує 3%. Подальше збільшення ХТ третьої та четвертої похідних на похибку апроксимації практично не впливає. Після визначення невідомих параметрів та підстановки їх у рівняння ПП ланки другого порядку отримуємо рівняння перехідної функції:

$$y(t) = H(t-1{,}792)\left[1 - e^{-0.107\cdot(t-1{,}792)}\left(\cos\left(0{,}152(t-1{,}792)\right) + 0.707\sin\left(0{,}152(t-1{,}792)\right)\right)\right]$$

Зрівняємо експериментальну КР турбіни ГТТ-3-М з ідентифікованою моделлю (рис. 2).

Аналізуючи рисунок 2 – що максимальне відхилення при апроксимації ПП турбіни ГТТ-3-М коливальною ланкою другого порядку з запізненням при взяті ХТ перших двох похідних не перебільшує 3%.

Висновок. Було проаналізовано залежність похибки апроксимації від кількості точок на КР. Алгоритм [1] показав дуже гарний результат при розв'язанні задачі зменшення ступеню диференційного рівняння коливального ПП ЕОК до другого. Це дозволить суттєво полегшити процес аналізу і оптимізації динамічних характеристик АСР та суттєво спростити пошук ОНР за квадратичною оптимізаційною функцією [2].

Список літературних джерел:

1. Ананьєв М.В. Ідентифікація параметрів моделі з використанням точок глобальних екстремумів динамічних характеристик // Міжнародна науково-технічна конференція «Технологія 2012» Ч-3 квітень 2012 р. – м.Сєвєродонецьк. – с. 9-11.

2. Ананьєв М.В. Оптимальне настроювання регулятора за квадратичною оптимізаційною функцією / М.В. Ананьєв, О.Б. Целіщев, М.Г. Лорія, П.Й. Єлісєєв // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (науковий журнал). – 2010. - №6(148) частина 2. – С.134 – 141.

УДК 519.6

С.В. Бевз, к.т.н., доц.; А.О. Яровенко, студ.

КРИТЕРІАЛЬНІ МОДЕЛІ ЗНИЖЕННЯ МІРИ СКЛАДНОСТІ В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ

В сучасних технічних системах нині досить широко реалізується тенденція переходу від задач природного функціонування до більш складних задач оптимального керування, рішення яких вимагає застосування новітніх методів та підходів, які б дозволили спростити поставлену задачу та сформувати вектор оптимального розв'язку в зручній для практичної реалізації формі.

Значним резервом підвищення ефективності функціонування системи оптимального керування є використання системного підходу і єдиної методологічної бази на всіх етапах вирішення задачі оптимального керування, починаючи з аналізу проблеми, підбору визначальних факторів динамічної моделі, закінчуючи практичною реалізацією оптимального розв'язку. Найбільш перспективним в цьому плані є використання узагальнюючих методів теорії подібності [1], зокрема критеріального методу [2], який може використовуватися на всіх рівнях вирішення даної задачі. Таким чином, в термінах теорії подібності і критеріального моделювання проблема оптимального керування може бути сформульована із врахуванням основних принципів подальшої практичної реалізації [2] у вигляді нелінійної оптимізаційної задачі:

$$y = \sum_{i=1}^{m_1} A_i \prod_{j=1}^{n} x_j^{\alpha_{ji}} \to \min\,; \quad g_k = \sum_{i=m_k+1}^{m_{k+1}} A_i \prod_{j=1}^{n} x_j^{\alpha_{ji}} \le 1\,; \quad k = \overline{1,p}\,; \quad x_j > 0\,, \tag{1}$$

де $y(x)$ – узагальнений техніко-економічний показник; x_j – змінні параметри системи; n – кількість змінних; m – загальна кількість доданків математичної моделі; p – кількість обмежень; A_i, α_{ij} – постійні коефіцієнти, які визначаються властивостями системи.

Використовуючи критеріальні моделі [3],визначимо оптимум задачі (1):

$$y_{\min} = \prod_{j=1}^{m} \left(\frac{\beta'_{p_0 j}}{A_j} \right)^{\beta'_{p_0 j}} \cdot \prod_{k=1}^{p} \left(\sum_{r=m_k+1}^{m_{k+1}} (\beta'_{p_0 r}) \right)^{\sum_{r=m_k+1}^{m_{k+1}} (\beta'_{p_0 r})},$$

$$x_i = \prod_{j=1}^{m} \left(\frac{\beta'_{p_0 j}}{A_j} \right)^{\beta_{ij}} \cdot \prod_{k=1}^{p} \left(\sum_{r=m_k+1}^{m_{k+1}} (\beta'_{p_0 r}) \right)^{\sum_{r=m_k+1}^{m_{k+1}} (\beta'_{ir})}, i = \overline{1, n} \ .$$

Пониження міри складності досягається введенням додаткових коефіцієнтів c_i, $i = \overline{1, s}$ у рядок $\left| \beta_{p_0 1} \ \ldots \ \beta_{p_0 m} \right|$ матриці коефіцієнтів двоїстої функції B. Вектор оптимальних критеріїв подібності визначається з виразу: $\pi = -\left| \beta'_{p_0 1} \ \ldots \ \beta'_{p_0 m} \right| = \left| -\beta'_{p_0 1} \ \ldots \ -\beta'_{p_0 m} \right|$.

Цільова функція канонічної математичної моделі визначається з оберненої матриці: $A' = (B')^{-1}$. При цьому коефіцієнти γ_{ij} матриці A' задовольняють умовам: $\begin{cases} \gamma_{ij} = \gamma_{ij} + c_i, \ j \le n+1; \\ \gamma_{ij} = 0, \ j > n. \end{cases}$

Таким чином, сформована канонічна задача оптимального керування:

$$y = \sum_{i=1}^{m_1} A_i \prod_{j=1}^{n} x_j^{\alpha_{ji}} \prod_{q=1}^{s} x_{n+q}^{\gamma_{qi} + c_q} \to \min \ ; \quad g_k = \sum_{i=m_k+1}^{m_{k+1}} A_i \prod_{j=1}^{n} x_j^{\alpha_{ji}}, \ k = \overline{1, p} \ ; \quad x_j > 0 \ ; \quad x_{n+q} > 0 \ . \qquad (2)$$

Вирішення задачі (2) в критеріальному програмуванні, як власне, і задачі високої міри складності, реалізовано в програмному комплексі «Пошуку і аналізу оптимальних рішень» [2].

Список літературних джерел:

1. Веников В.А. Теорияподобия и моделирования / В.А. Веников. – М.: Высшая школа, 1976. – 480 с.
2. Лежнюк П.Д., Бевз С.В. Методи оптимізації в електроенергетиці. Критеріальний метод / П.Д. Лежнюк, С.В. Бевз. – Вінниця: ВДТУ, 1999. – 177 с.
3. Бевз С. В. Критериальное моделирование в задачах управления [Электронный ресурс] / С.В. Бевз, В.В. Войтко, С.М. Бурбело, І.В. Кручок// Материалы IEEEСибирской конференции по управлению и связи. – Томск. – 2011. – С. 289-292. – Режим доступа: http://ieee.tpu.ru/sbornicheg/stat/289_292.pdf.

УДК 62.50:658.21

Т.М. Боровська, доц., к.т.н.; І.С. Колесник, доц., к.т.н.; П.В. Северілов, здобув.

МОДЕЛІ РИЗИКІВ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНО АГРЕГОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

Проблема полягає в тому, що управління сучасними виробничими системами (ВС) неможливе на базі класичних моделей і методів. Причини: глобалізація, високі темпи появи нових виробів і технологій. Головний фактор девальвації поширених моделей і методів – великі і складні за породжуючими механізмами невизначеності при неповній або просто відсутній статистиці.

Для прогнозування і планування інноваційного розвитку використовуються імітаційні моделі динаміки функціонування і розвитку ВС. Природно прогнозувати і планувати саме оптимальні процеси. Ставимо задачу розробки на базі імітаційної моделі оптимального розвитку моделі динаміки перетворень розподілів ймовірностей для зовнішніх і внутрішніх невизначеностей у розподіли ймовірностей складових вектора стану ВС. На рис. 1 подано схему «динаміка розподілів ймовірностей». Нижня частина рисунку - схема отримання і використання моделі динаміки розподілів ймовірностей. Всі графіки побудовані за розробленими моделями.

Послідовність кроків рішення задачі складається з таких етапів: - формалізація структури і ресурсних зв’язків узагальненої, або конкретної ВС; - ідентифікація узагальнених функцій виробництва «витрати – випуск» («ресурс - продукт»); - оптимальне агрегування моделі ВС – отримання еквівалентної ФВ виробничої системи; - відображення моделі процесів в модель розподілів ймовірностей – узагальнена згортка. В підсумку отримуємо інтегровану модель