УДК 65.011.56

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБАСТНО-ОПТИМАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БАГАТОЗВ'ЯЗНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Н. М. Луцька, кандидат технічних наук, доцент

e-mail: lutskanm2017@gmail.com

А. П. Ладанюк, доктор технічних наук, професор

e-mail: ladanyuk@urk.net

Національний університет харчових технологій

Анотація. *Частина технологічних об'єктів харчової промисловості характеризуються багатозв'язністю змінних, що потребує при синтезі системи керування використання додаткових прийомів розв'язування каналів. Автономні системи, які використовуються для розв'язування перехресних каналів, в системі з невизначеностями погіршують якість та можуть втратити стійкість, що неприпустимо при функціонуванні системи. З іншого боку робастні системи призначені для керування об'єктами з невизначеностями, тому логічним вдосконалення систем керування багатозв'язними об'єктами з невизначеностями є поєднання робастних та автономних систем на основі методів комплексування.*

Метою роботи є розробка ефективної системи керування багатозв'язним об'єктом, що функціонує в умовах невизначеності, на основі комплексування методів робастно-оптимального та автономного керування.

Методи локального та автономного керування використовуються відповідно для проектування структури локальних ПІД-регуляторів та компенсатора. Метод негладкого синтезу для H_∞-оптимізації використовується для налаштування параметрів результуючого керувального пристрою.

В результаті отримана структура робастно-оптимального регулятора, що складається з компенсатора та локальних PID-регуляторів, параметри яких розраховуються при оптимізації H_∞-норми замкненої системи. Порівняння запропонованої системи з іншими системами шляхом моделювання підтвердило ефективність робастно-оптимальної багатовимірної системи, зокрема підвищується якість системи та розмах невизначеності, при якому система зберігає стійкість.

Розроблена система керування зберігає стійкість у всьому діапазоні невизначеності об'єкта, однак в номінальному режимі якість системи дещо гірша, ніж в традиційних системах керування. Це пояснюється грубими налаштуваннями системи, якими володіють робастно-оптимальні системи. Усунення останнього недоліку і є перспективою подальших досліджень.

Ключові слова: *багатозв'язний, робастно-оптимальне, керування, технологічний об'єкт*

Актуальність. Значна частина технологічних об’єктів харчової промисловості з точки зору об’єктів керування є багатовимірними та багатозв’язними, відмінною особливістю яких є залежність кожної керованої змінної не від однієї, а від декількох вхідних керувальних величин та збурень. Коли ступінь зв’язності, що можна охарактеризувати в статиці матрицею Брістоля [1], значний, необхідно застосовувати методи розв’язування перехресних каналів або багатовимірні оптимальні регулятори. Але навіть при використанні автономних або оптимальних регуляторів, при подальшому включенні багатовимірного об'єкта в контури керування, виявляється, що в системі керування виникають більш або менш складні контури, які потенційно можуть привести до втрати стійкості системи керування. Окрім складності системи керування до втрати стійкості системи також може призвести початкова невизначеність в описі об’єкта або зміна параметрів чи структури в моделі об’єкта протягом його нетривалої експлуатації. Втрати стійкості неприпустимі і їх потрібно уникнути при проектуванні системи.

В свою чергу методи синтезу робастних систем керування [2] призначені для об’єктів, в описі та функціонуванні яких початково закладена суттєва невизначеність. Робастні та робастно-оптимальні системи керування ефективно працюють як при параметричній і структурній невизначеності об’єкта керування, так і при невизначених зовнішніх збуреннях. Таким чином, дослідження багатозв’язності в робастній системі керування допоможе краще зрозуміти сутність впливу перехресних каналів та дозволить поєднати в одній системі методи автономного та робастного керування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Автономні системи керування застосовувалися з 60-х років XX ст. [1, 3], однак їх застосування обмежене використанням 2-3-х вимірними системами разом з локальними регуляторами типу ПІ- та ПІД-регуляторами. Використання автономних систем для більше ніж 3-х контурів значно ускладнює розробку системи та призводить до додаткової перевірки асимптотичної стійкості знайденого розв’язку.

Нині робастні регулятори розробляються як для одновимірних так і для багатовимірних об'єктів [2, 4], однак вплив перехресних каналів для багатовимірних систем недостатньо досліджено. Крім того, не існує чітких рекомендацій та підходів застосування робастних методів для багатозв'язних систем.

Мета дослідження – встановити вплив перехресних зв'язків в робастній системі керування багатозв'язним технологічним об'єктом та запропонувати систему керування, що базується на комплексуванні автономних та робастних методів синтезу. Система керування, побудована на комплексуванні вказаних методів, дозволить мінімізувати перехресні канали в робастній системі керування для технологічних об'єктів, що працюються в умовах суттєвих невизначеностей, тим самим підвищиться якість системи та зменшаться енерговитрати.

Матеріали та методи дослідження. У роботі для розробки компенсатора застосований метод автономного керування, добре досліджений в [1, 3]. Також для синтезу керувального пристрою використовуються методи робастного керування, зокрема GCD формула [5] пошуку мінімуму H_∞-норми, а також метод негладкої оптимізації для H_∞-оптимізації, запропонований в [6] та проаналізований в [4]. Для запропонованої системи керування багатозв'язними об'єктами використані загальні методи системного аналізу та комплексування, а для порівняння результатів дослідження – методи математичного моделювання, що пропонує пакет прикладних програм Matlab.

Результати досліджень та їх обговорення. Для систем керування багатовимірними об'єктами критерій якості складається з двох частин: задані показники за кожним прямим каналом (прямі, інтегральні, кореневі тощо) та мінімізація взаємного впливу регульованих координат або вихідних змінних. Після проектування компенсатора, що розв'язує перехресні канали, матричні передавальні функції розімкненої та замкненої системи є діагональними і тоді можна використовувати методи розрахунку одновимірних систем. Зокрема, умовою точного відтворення сигналу $\mathbf{r}(t)$ без похибки (ідеальна система), якщо компенсувальний пристрій розміщений після регулятора, буде [1, 4]:

$$\left[\mathbf{I} + \mathbf{W}_{\text{оу}}(p)\mathbf{W}_{\text{кп}}(p)\mathbf{W}_{рег}(p)\right]^{-1}\mathbf{W}_{\text{оу}}(p)\mathbf{W}_{\text{кп}}(p)\mathbf{W}_{рег}(p) = \mathbf{I}\,, \quad (1)$$

де $\mathbf{W}_{рег}(p)$, $\mathbf{W}_{\text{кп}}(p)$, $\mathbf{W}_{\text{оу}}(p)$ – відповідно матричні передавальні функції регулятора, компенсувального пристрою та об'єкта; $\mathbf{I}$ – одинична матриця відповідної розмірності.

Для вибору передавальної матриці компенсатора використовують залежність:

$$\mathbf{W}_{\text{оу}}(p)\mathbf{W}_{\text{кп}}(p) = diag\mathbf{W}_{\text{оу}}(p) = \mathbf{W}_{\text{оу}}^{роз}(p)\,, \quad (2)$$

де $\mathbf{W}_{\text{оу}}^{роз}(p)$ – передавальна функція об'єкта з розв'язаними каналами.

Тоді:

$$\mathbf{W}_{\text{кп}}(p) = \mathbf{W}_{\text{оу}}^{-1}(p)diag\mathbf{W}_{\text{оу}}(p) \quad (3)$$

або в статичному режимі:

$$\mathbf{W}_{\text{кп}}(0) = \mathbf{W}_{\text{оу}}^{-1}(0)diag\mathbf{W}_{\text{оу}}(0) \quad (4)$$

Однак, наведений розрахунок має свої особливості:

- коли не точно визначена передавальна матриця об'єкта, то відбувається неповна компенсація динаміки, в тому числі перехресних зв'язків, якість регулювання знижується, система може стати навіть нестійкою;

- для реалізації передавальної функції компенсатора необхідні диференціальні ланки, що не реалізуються;

- якщо об'єкт має запізнювання, то для його компенсації теж необхідні диференціальні ланки;

- в умовах функціонування об'єкта при випадкових високочастотних перешкодах диференціальні ланки посилюють їх вплив;

- якщо передавальна функція об'єкта має нулі в правій напівплощині комплексної площини, то в компенсаторі ці нулі стають нестійкими полюсами і їх неточна компенсація приводить до того, що в передатній матриці замкненої системи з'являються нестійкі полюси, що порушує стійкість системи.

Розглянемо задачу синтезу багатовимірного робастно-оптимального регулятора за loop shaping-підходом, зокрема формування регулятора за розімкненою системою на частотній сітці. За приклад візьмемо модель рівнів випарної установки цукрового виробництва з самовирівнюванням, що описується системою диференціальних рівнянь 5-го порядку з 5-ма керуваннями [7].

Сформулюємо цільову передавальну функцію розімкненої системи $G_d(s)$ за кожним каналом. Формування цільової форми виконується за вимогами стійкості та якості. Зокрема, $G_d(s)$ повинна мати малий коефіцієнт підсилення на високих частотах (< 0 dB) та високий на низьких частотах, крім того частота перетину ω_c ординати 0 dB відповідає оберненому часу наростанню бажаного ступінчастого відгуку системи. Відмітимо, що формування $G_d(s)$ також є компромісом між суперечливими цілями: максимально збільшити підсилення системи для отримання максимальної якості, але для робастності системи необхідно знизити підсилення системи там, де точність моделі незадовільна, а високе підсилення може спричинити втрату стійкості.

Тоді, найпростішим завданням $G_d(s)$ є:

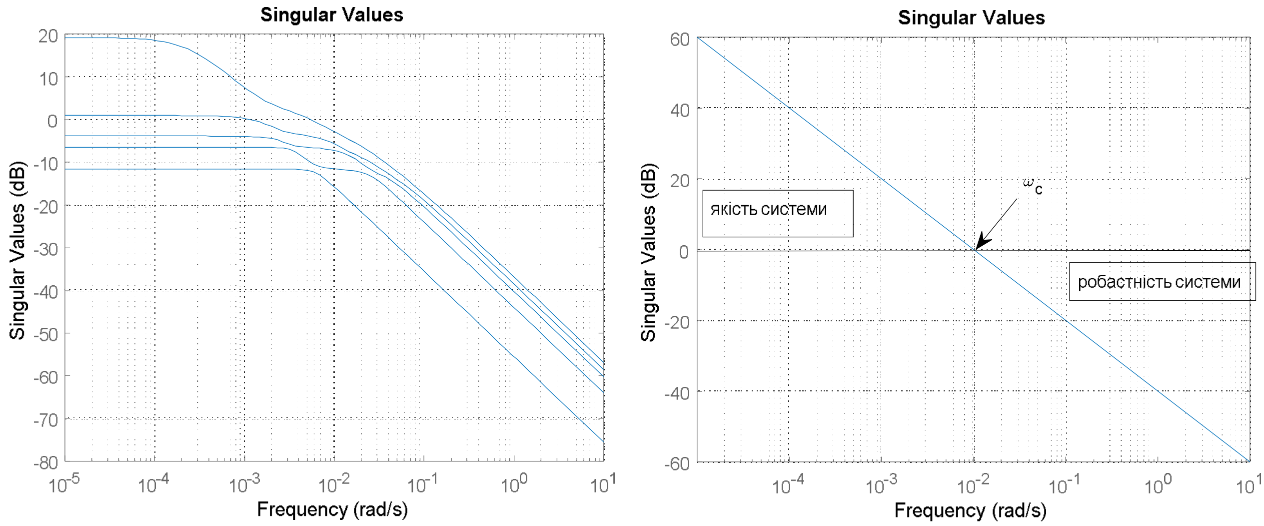
$$G_d(s) = \frac{\omega_c}{s}.$$

На рис. 1 зображено сингулярні Боде діаграми об'єкта та бажаної системи відповідно при ω_c=0.01 с$^{-1}$.

Матричну передавальну функцію регулятора будемо шукати за критерієм:

$$\begin{cases} \underline{\sigma}(\mathbf{G}(j\omega)\mathbf{K}(j\omega)) \geq \frac{1}{\gamma}\overline{\sigma}(\mathbf{G}_d(j\omega)) \text{ при } \omega < \omega_c, \\ \overline{\sigma}(\mathbf{G}(j\omega)\mathbf{K}(j\omega)) \leq \gamma\underline{\sigma}(\mathbf{G}_d(j\omega)) \text{ при } \omega > \omega_c, \end{cases} \tag{5}$$

де $\underline{\sigma}(\,), \overline{\sigma}(\,)$ – відповідно найменше та найбільше сингулярне значення передатної матриці; γ – точність досягнення; ω, ω_0 – частота та частота перетину осі абсцис сингулярної Боде діаграми розімкненої системи. При синтезі використаємо GCD формулу [5] пошуку мінімуму H_∞-норми в просторі матриці $\mathbf{K}(s)$ відповідної розмірності зі стійкими дробово-раціональними компонентами.



а) б)

Рис. 1. Сингулярна Боде діаграма: а – об’єкта; б – бажаної розімкненої системи

Отриманий регулятор $\mathbf{K}(s)$ має 15-й порядок, що перевищує порядок об’єкта, тому передавальну функцію регулятора $\mathbf{K}(s)$ понизили до 6-го порядку використовуючи методику, описану в [8]. При цьому числове значення γ=1.4229 вказує, що форма бажаного контуру забезпечена в межах +/- 3.06 дБ (так як $20 \cdot \log_{10}(\gamma) = 3.06$).

На рис. 2 зображено сингулярну Боде діаграму розімкненої системи $\mathbf{L}(s)$, функції чутливості $\mathbf{S}(s)$, функції додаткової чутливості $\mathbf{T}(s)$, бажана функція $G_d(s)$, а також межі досягнення цілі. Як бачимо, всі п’ять контурів керування мають задовільні характеристики як якості, так і робастності.

На рис. 3 зображено графік відгуку системи на одиничний сигнал завдання за кожним контуром в номінальному режимі (товста червона лінія). Максимальний відгук за перехресними каналами складає $<10^{-6}$ од. На рис. 3 також зображені випадкові відгуки системи з мультиплікативною динамічною невизначеністю (блакитні лінії), максимальний відгук за перехресними каналами складає <0.3 од. Порівняння перехресних зв’язків з компенсаторами, синтезованими за (3) та (4.4) в режимі найгірших комбінацій невизначеностей показали краще їх придушення у системи з робастно-оптимальним регулятором, тобто багатовимірний робастно-оптимальний регулятор також придушує перехресні канали як в номінальному режимі, так і в системі з невизначеностями.

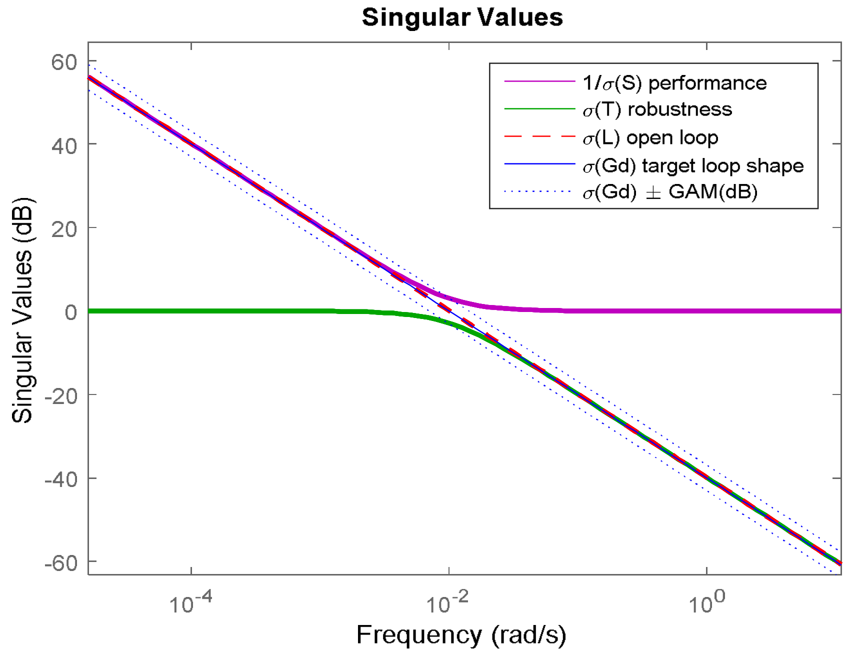


Рис. 2. Сингулярна Боде-діаграма робастно-оптимальної системи

Можна поставити задачу сумісного розв'язування перехресних зв'язків та робастно-оптимального керування. Для цього задамо структуру компенсатора та керувального пристрою у вигляді (рис. 4) при *n*=*m*:

$$\mathbf{W}_{\text{кп}}(s)=\begin{bmatrix} 1 & k_{12}(s) & \dots & k_{1m}(s) \\ k_{21}(s) & 1 & \dots & k_{2m}(s) \\ \dots & & & \dots \\ k_{m1}(s) & k_{m2}(s) & \dots & 1 \end{bmatrix};\ \mathbf{W}_{\text{рег}}=\begin{bmatrix} PID_1(s) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & PID_2(s) & \dots & 0 \\ \dots & & & \dots \\ 0 & 0 & \dots & PID_m(s) \end{bmatrix}; \quad (6)$$

де $PID_i(s)$ – позначено передавальні функції ПІД-регулятора; $k_{ij}(s)$ – передавальні функції компенсатора за кожним каналом i≠j.

Тоді, можна побудувати оптимізаційну задачу за критерієм [6]:

$$I=\min_{\mathbf{K}(s)\in\Omega_1}\left\|\mathbf{H}_{\mathbf{eu-wr}}(s)\right\|_{\infty}, \quad (7)$$

де $\mathbf{H}_{\mathbf{eu-wr}}(s)$ – позначено передавальну функцію від векторів $[\mathbf{e},\mathbf{u}]^T$ до $[\mathbf{w},\mathbf{r}]^T$; $\mathbf{K}(s)=\mathbf{W}_{\text{рег}}(s)\mathbf{W}_{\text{кп}}(s)$ – результуючий керувальний пристрій.

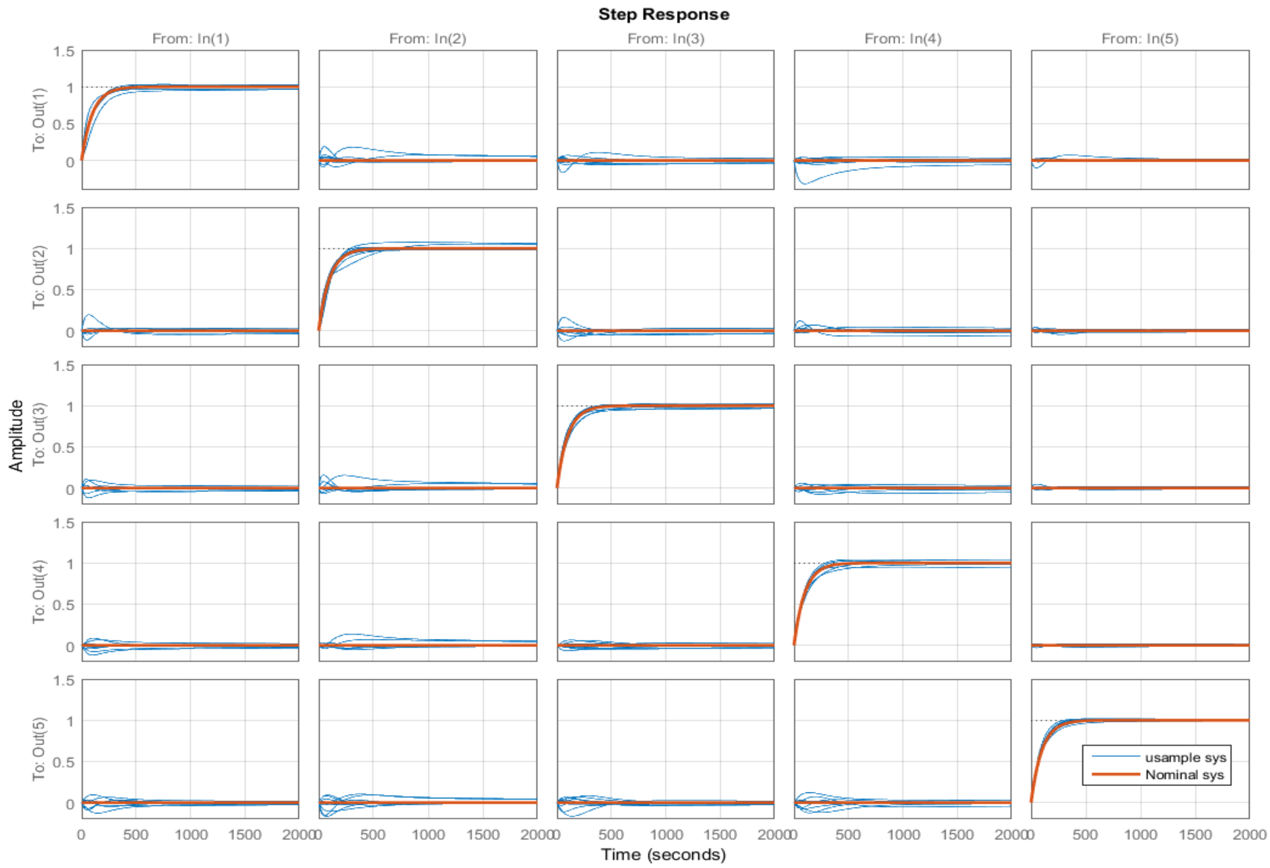


Рис. 3. Графіки відгуку при ступінчастих сигналах завдання робастно-оптимальної системи

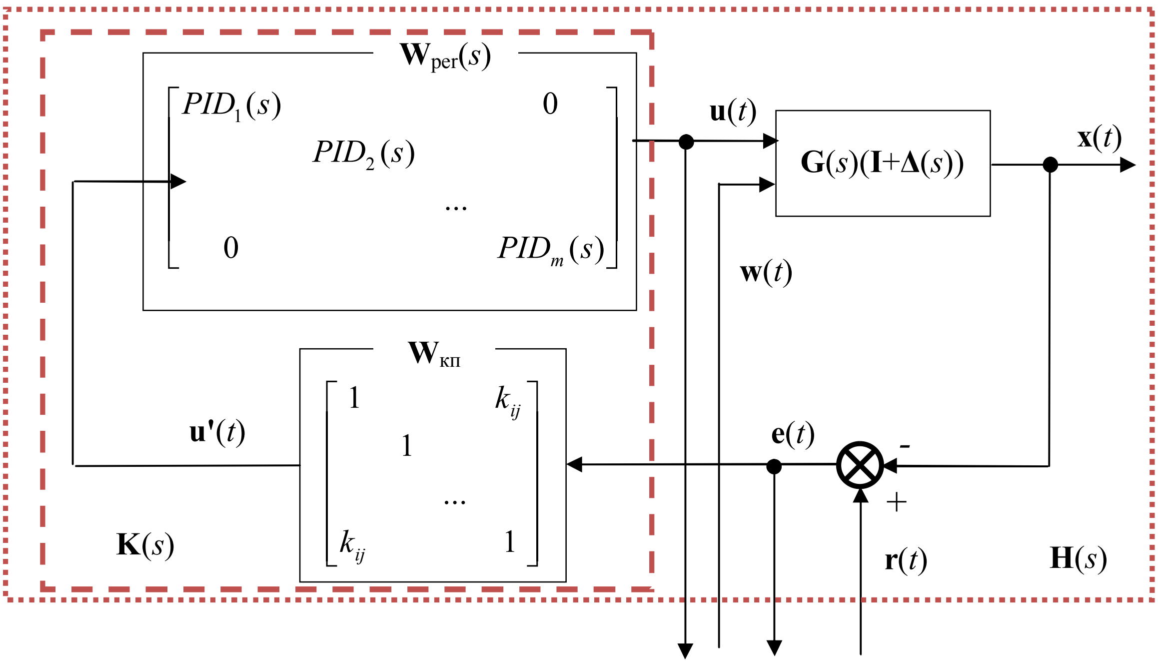


Рис. 4. Структурна схема робастно-оптимальної системи керування з компенсатором

На рис. 5 зображені перехідні процеси синтезованої системи за критерієм (7) для рівнів випарної установки цукрового заводу відносно зміни завдання в номінальному режимі та при випадкових невизначеностях. І хоча перехідні процеси за перехресними каналами наявні, однак їх якісні характеристики значно кращі, ніж без компенсатора.

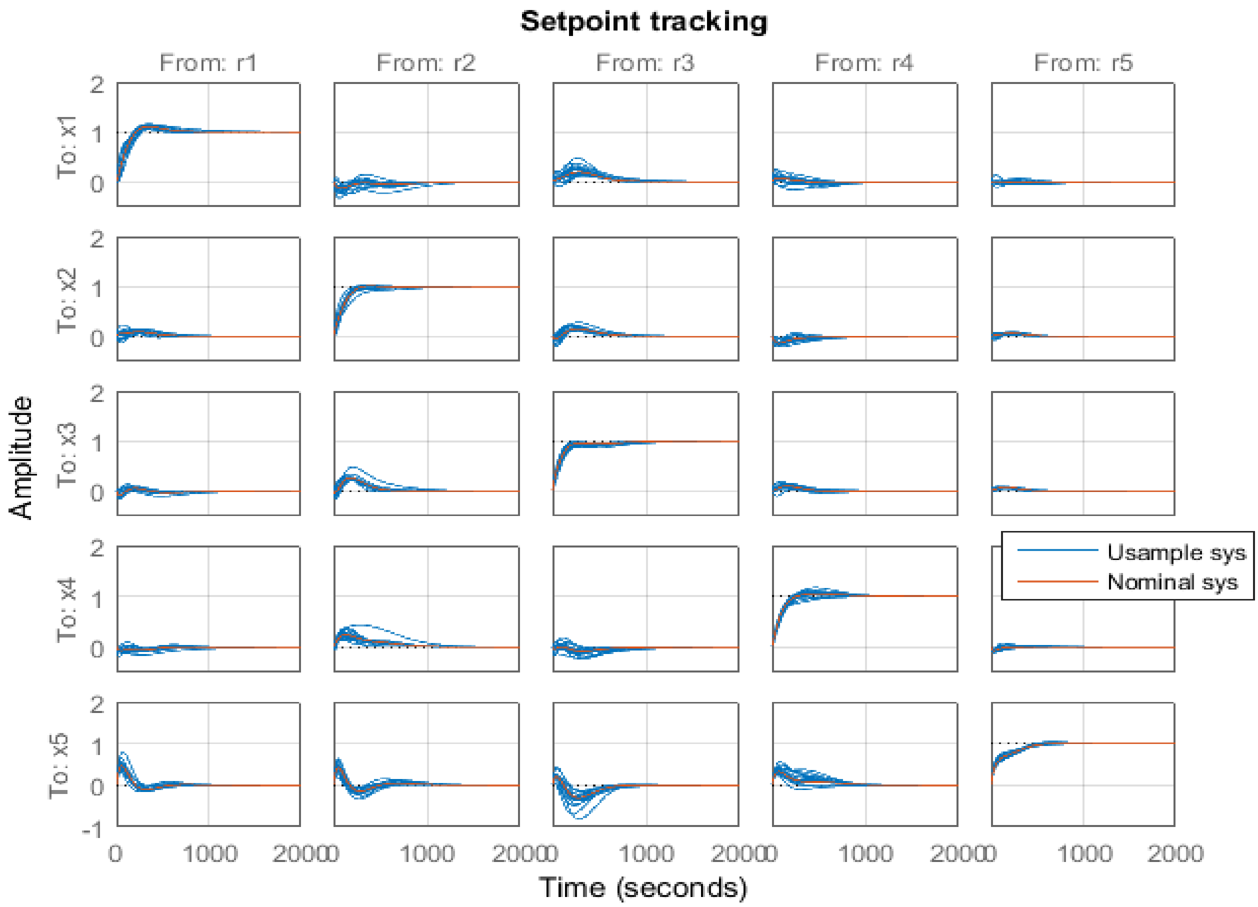


Рис. 5. Графіки відгуку при ступінчастих сигналах завдання багатозв'язної системи

Проведено моделювання та розраховані характеристики різних систем (табл. 1): система з PI-регуляторами, параметри яких розраховувалися за критерієм (7) та компенсатором, параметри якого також розраховані за (7); система з PI-регуляторами, параметри яких розраховувалися за критерієм (7); система з PI-регуляторами, параметри яких розраховувалися за інтегрально-квадратичним критерієм та статичним компенсатором, розрахованим за (4).

Остання система за рахунок малого діапазону керувального сигналу не відпрацьовує збурення. Найкращі характеристики має система з робастними регулятором та компенсатором, зокрема якість системи збільшилася на 48%, а розмах невизначеності, при якому система зберігає стійкість, збільшився майже в два рази в порівнянні з робастно-оптимальною системою без компенсатора. Зрозуміло, що при цьому спостерігається збільшення ресурсу керуючого сигналу, хоча і незначне.

1. Порівняльні характеристики багатозв'язних систем керування

№	Характеристика	Система керування з регулятором		
		$\mathbf{K}(s)=\mathbf{W}_{\text{рег}}^{robust}(s)\mathbf{W}_{\text{кп}}^{robust}(s)$	$\mathbf{K}(s)=\mathbf{W}_{\text{рег}}^{robust}(s)$	$\mathbf{K}(s)=\mathbf{W}_{\text{рег}}^{ISE}(s)\mathbf{W}_{\text{кп}}(s)$
1	$I_1=\int \mathbf{e}^2(t)dt$	900.3 од. вих. [1)]	1333.0 од. вих.	$1.7\cdot10^7$ од. вих.
2	$I_2=\int \mathbf{u}^2(t)dt$	$1.38\cdot10^6$ од. вх. [2)]	$1.35\cdot10^6$ од. вх.	$2.31\cdot10^6$ од. вх.
3	$I_3=\lVert\mathbf{H}(s)\rVert_\infty$	1.13 від. од. [3)]	2.07 від. од.	3.53 від. од.
4	Максимум за перехресними каналами	-1.1 dB[4)]	-2.1 dB	6.8 dB

[1)] Од. вх. – одиниці вихідної величини. [2)] Од. вх. – одиниці вхідної величини (керування). [3)] Від. од. – відносні одиниці. [3)] dB – децибели.

Таким чином, в багатозв'язній робастно-оптимальній системі з суттєвими невизначеностями, що будується на локальних регуляторах, необхідно передбачати робастне розв'язування каналів.

Висновки і перспективи. Практика використання автономних систем керування для багатозв'язних технологічних об'єктів харчової промисловості виявила проблеми, що пов'язані з погіршенням якості та втратою стійкості при неточному описі об'єкта.

Дослідження системи керування з багатовимірним робастно-оптимальним регулятором, структура та параметри якого синтезовані за бажаними властивостями розімкненого контуру, виявило часткове усунення перехресних зв'язків як в номінальному режимі, так і в системі з невизначеностями. Таким чином, робастно-оптимальна система керування багатозв'язного об'єкта лише частково придушує перехресні зв'язки, однак наявні невизначеності не вносять істотного збільшення перехресних впливів. Тобто, така система є робастною не лише за основними каналами, а й за перехресними.

Запропонований робастно-оптимальний багатовимірний регулятор, що базується на локальних регуляторах та компенсаторі, при цьому параметри регуляторів та компенсувального пристрою розраховуються за H_∞-нормою замкненої системи. Перевагами такого багатовимірного регулятора є низький порядок, простота розрахунку та реалізації. Порівняння з іншими системами, підтвердив ефективність запропонованої системи, зокрема збільшується якість системи та розмах невизначеності, при якому система зберігає стійкість.

Подальші дослідження направлені на вдосконалення розробленої системи керування в номінальному режимі при збереженні робастних властивостей при випадкових невизначеностях, шляхом комплексування робастних, оптимальних та адаптивних методів керування, отриманих на основі нечіткого висновку.

Список літератури

1. Рей У. Методы управления технологическими процесами / У. Рей.. – М: Мир, 1983. – 368с.
2. Sanchez-Pena R.S., Sznaier M. Robust Systems: Theory and Applications. NewYork: Wiley, 1998. – 490 p.
3. Albertos P., Sala A. Multivariable control systems: an engineering approach. Valencia: Department of systems engineering and control, Polytechnic University of Valencia, 2004. – 339 p.
4. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами: монографія / Н. М. Луцька, А. П. Ладанюк. – К.: Видавництво „Ліра-К", 2015. – 288 с.
5. Le V.X., Safonov M.G. Rational matrix GCD's and the design of squaring-down compensators – a state space theory. IEEE Trans. Autom. Control. 1992. AC-36(3). – P. 384–392.

6. Apkarian P., Noll D. Nonsmooth H-infinity Synthesis. IEEE Trans. Autom. Control. 2006. Vol. 51. – Num. 1. – P. 71–86.

7. Ладанюк А. П. Особенности задач робастного управления технологическими объектами. Часть 1. Технологические объекты и их математические модели. / А. П. Ладанюк, Н. Н. Луцкая // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2016. – № 5. – С. 16–23.

8. Glover K. All optimal hankel norm approximation of linear multivariable systems, and their Lμ-error bounds. Int. J. Control. – 1984. – Vol. 39, No. 6. – P. 1145–1193.

References

1. Rej, U. Metodyi upravleniya texnologicheskimi processami [Process control methods]. Moskva: Mir, 1983, 368.

2. Sanchez-Pena, R.S., Sznaier, M. (1998). Robust Systems: Theory and Applications. NewYork: Wiley, 490.

3. Albertos, P., Sala, A. (2004). Multivariable control systems: an engineering approach. Valencia: Department of systems engineering and control, Polytechnic University of Valencia, 339.

4. Lutska, N.M., Ladaniuk, A.P. (2015). Optymalni ta robastni systemy keruvannia tekhnolohichnymy ob'iektamy [Optimal and robust control systems for technological objects]. Kyiv Lira-K, 288.

5. Le, V.X., Safonov, M.G. (1992). Rational matrix GCD's and the design of squaring-down compensators – a state space theory. IEEE Trans. Autom. Control, 36(3), 384–392.

6. Apkarian, P., Noll, D. (2006). Nonsmooth H-infinity Synthesis. IEEE Trans. Autom. Control, 51 (1), 71–86.

7. Ladanyuk, A.P, Lutskaya, N.N. (2016). Osobennosti zadach robastnogo upravleniya tehnologicheskimi ob'ektami. Chast 1. Tehnologicheskie ob'ektyi i ih matematicheskie modeli [Features of the tasks of robust control for technological objects. Part 1. Technological objects and their mathematical models]. Mezhdunarodnyiy nauchno-tehnicheskiy zhurnal «Problemyi upravleniya i informatiki», 5, 16–23.

8. Glover, K. (1987). All optimal hankel norm approximation of linear multivariable systems, and their Lμ-error bounds. Int. J. Control. 39 (6), 1145–1193.

ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНО-ОПТИМАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСВЯЗНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Н. Н. Луцкая, А. П. Ладанюк

Аннотация. *Часть технологических объектов пищевой промышленности характеризуются многосвязностью переменных, требующих при синтезе системы управления, использования дополнительных приемов развязывания каналов. Автономные системы, которые используются для развязывания* *перекрестных каналов в системе с неопределенностями, ухудшают качество и могут потерять устойчивость, что недопустимо при функционировании системы. С другой стороны робастные системы предназначены для управления объектами с неопределенностями, поэтому логичным совершенствованием систем управления многосвязными объектами с неопределенностями является совмещение робастных и автономных систем на основе методов комплексирования.*

Целью работы является разработка эффективной системы управления многосвязными объектами, функционирующими в условиях неопределенности на основе комплексирования методов робастно-оптимального и автономного управления.

Методы локального и автономного управления используются соответственно для проектирования структуры локальных ПИД-регуляторов и компенсатора. Метод негладкого синтеза для H_∞-оптимизации используется для настройки параметров результирующего управляющего устройства.

В результате получена структура робастно-оптимального регулятора, состоящая из компенсатора и локальных PID-регуляторов, параметры которых рассчитываются при оптимизации H_∞-нормы замкнутой системы. Сравнение предлагаемой системы с другими системами путем моделирования подтвердило эффективность робастно-оптимальной многомерной системы, в частности повышается качество системы и размах неопределенности, при котором система сохраняет устойчивость.

Разработанная система управления сохраняет устойчивость во всем диапазоне неопределенности объекта, однако в номинальном режиме качество системы несколько хуже, чем в традиционных системах управления. Это объясняется грубыми настройками системы, которыми обладают робастно-оптимальные системы. Устранение последнего недостатка и является перспективой дальнейших исследований.

Ключевые слова: ***многосвязный, робастно-оптимальное, управление, технологический объект***

INVESTIGATION OF ROBUST OPTIMUM CONTROL SYSTEMS FOR MULTIFUNCTIONAL TECHNOLOGICAL OBJECTS

N. Lutska, A. Ladanyuk

Abstract. *A part of the technological objects of the food industry are characterized by the multifunctional of variables. This is requires synthesis of the control system with use additional techniques of unleashing channels. Autonomous systems used to unleashing cross-channels in a system with uncertainties impair quality and may lose stability that is unacceptable in the functioning of the system. On the other hand, robust systems are designed to control objects with uncertainty. The logical improvement of the control systems of multifunctional objects with uncertainty is a combination of robust and autonomous systems based on complexation methods.*

The purpose of the work is to develop an effective control system for a multifunctional object that operates under uncertainty, based on the complexation of robust-optimal and autonomous control methods.

Local and autonomous control methods are used, respectively, to design the structure of local PID regulators and compensators. The non-smooth synthesis method for the H_∞-optimization is used to configure the parameters of the resulting control device.

As a result, the structure of the robust optimum regulator, consisting of the compensator and the local PID-regulators, whose parameters are calculated when optimizing the H_∞-norm of the closed system, is obtained. Comparison of the proposed system with other systems by modeling has confirmed the effectiveness of a robust optimal multidimensional system, in particular, increases the quality of the system and the scope of uncertainty in which the system range stable.

The developed control system maintains stability throughout the range of uncertainty of the object, but in nominal mode, the quality of the system is somewhat worse than in traditional control systems. This is due to the rough settings of the system that robust optimal systems have. Eliminating the last disadvantage is the prospect of further research.

Keywords: ***multifunctional, robust optimal, control, technological object***