



UZLUKSIZ XARAKTERGA EGA BO'LGAN CHIZIQLI DINAMIK OBYEKT LARNI TASHQI TA'SIRLAR SHAROITIDA ADAPTIV BOSHQARISH

Latipov Sh.B. [0009-0000-8320-1008]

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Oliy matematika va axborot texnologiyalari kafedrasida dotsenti v.b., PhD, E-mail: shahriyorlatipov@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada uzluksiz xarakterga ega bo'lgan chiziqli dinamik obyektlarni tashqi g'alayonlar mavjudligi sharoitida etalon modeli adaptiv boshqarish algoritmlarini sintezlash masalalarini yechishga ahamiyat qaratilgan. Kirish chiqish signallari bo'g'liqligi asosida boshqarish obyektining matematik modeli hamda etalon modeli adaptiv boshqarish usuli asosida, ko'rsatiladigan tashqi g'alayonlarni hisobga olinib boshqarish qonuni ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: chiziqli dinamik obyekt, etalon model, adaptiv boshqarish, tashqi g'alayonlar.

Аннотация. Статья посвящена решению задач синтеза эталонных алгоритмов адаптивного управления линейными динамическими объектами непрерывного характера при наличии внешних возмущений. На основе зависимости входных и выходных сигналов разработаны математическая модель объекта управления и метод адаптивного управления эталонной моделью, учитывающий заданные внешние возмущения.

Ключевые слова: линейный динамический объект, эталонная модель, адаптивное управление, внешние возмущения.

Annotation. The article focuses on solving the problems of synthesizing reference model adaptive control algorithms for linear dynamic objects of continuous nature in the presence of external disturbances. Based on the dependence of input and output signals, a mathematical model of the control object and a reference model adaptive control method, taking into account the specified external disturbances, were developed.

Key words: linear dynamic object, reference model, adaptive control, external disturbances.

Kirish

Bugungi kunda uzluksiz xarakterga ega bo'lgan dinamik obyektlarni tashqi ta'sirlar sharoitidagi boshqarish masalasini yechish borasida ko'plab ilmiy tadqiqotlar ishlari olib borilmoqda. Ushbu masalani yechishda ko'plab ilmiy nashrlar mavjud bo'lib ularda ta'sirlar va ularning tegishli muayyan baholarni olishga asoslangan turli yondashuvlar va usullar taklif etilgan [1,2]. Adaptiv boshqarish tizimlari muhim ahamiyat kasb etib, turli muhandislik, sanoat va texnologiya sohaslarida keng qo'llanmoqda. O'zgaruvchan yoki noaniq sharoitlarda an'anaviy nazorat qonunlari samaradorligini yo'qotishi mumkin. Bu kabi holatlarda adaptiv boshqarish tizimlarini joriy etilishi lozim bo'ladi. Bunday tizimlar obyektning dinamikasi, tashqi g'alayonlar yoki parametrlarning vaqt o'tishi bilan o'zgarishlariga moslasha olishi xususiyatlariga ega ekanligini ko'rsatadi [3-6]. Adaptiv boshqarish tizimlari aynan shu murakkabliklarni bartaraf etishga qaratilgan bo'lib, ularning qo'llanilishi turli sohalarda boshqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bu tizimlar o'zgaruvchan sharoitlarga, noaniqlik va kechikishlarga qaramasdan, texnologik jarayonlarni barqaror va optimal boshqarishni ta'minlaydi. Tashqi ta'sirlar sharoitida real boshqarish tizimlarining holatiga tashqi muhit sezilarli darajada ta'sir qiladi. Uni bartaraf etish uchun g'alayonlantiruvchi ta'sirlarni aniqlash va ularni bartaraf qilishning turli usullari qo'llaniladi.

Ilmiy tadqiqod ishida uzluksiz xarakterga ega bo'lgan chiziqli dinamik obyektlarni tashqi ta'sirlar mavjudligi sharoitida etalon modeli adaptiv boshqarish algoritmlarni ishlab chiqishga qaratilgan.



Quyidagi umumiy ko'rinishda keltirilgan uzluksiz xarakterga ega bo'lgan chiziqli dinamik obyekt tenglamasini ko'rib chiqamiz:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) + E\xi(t), \\ y(t) = Cx(t) \end{cases} \quad (1)$$

bu yerda: $x(t)$ - boshqarish obyektining holat vektori, $u(t) = \begin{pmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{pmatrix}$ - obyektga ta'sir

o'tkazishga imkon beradigan boshqarish vektori, $y(t) = \begin{pmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \end{pmatrix}$ - chiqish o'zgaruvchilari

vektori, $\xi(t)$ - obyektga berilgan tashqi g'alayonlar, A, B, C, E - koeffitsiyent matritsalar.

Uzluksiz xarakterga ega bo'lgan chiziqli dinamik obyekt Laplas almashtirishini qo'llash orqali quyidagicha ifodani hosil qilamiz:

$$\begin{cases} (pI - A)x(p) = Bu(p) + E\xi(p), \\ y(p) = Cx(p) \end{cases} \quad (2)$$

$$x(p) = (pI - A)^{-1}(Bu(p) + E\xi(p)) \quad (3)$$

$$y(p) = C((pI - A)^{-1}(Bu(p) + E\xi(p))) \quad (4)$$

$$y(p) = G(p)u(p) + H(p)\xi(p) \quad (5)$$

bu yerda $G(p) = C(pI - A)^{-1}B$ - obyektning uzatish funksiyalari matritsasi, $H(p) = C(pI - A)^{-1}E$ - tashqi ta'sirlarning chiqishlarga o'tishini ko'rsatadi.

$$G(p) = \begin{pmatrix} G_{11}(p) & G_{12}(p) \\ G_{21}(p) & G_{22}(p) \end{pmatrix}, \quad H(p) = \begin{pmatrix} H_{11}(p) \\ H_{21}(p) \end{pmatrix}$$

Etalon modelining tenglamalari quyidagi ko'rinishda tasvirlanadi:

$$\begin{cases} \dot{x}_m(t) = A_m x_m(t) + B_m r(t), \\ y_m(t) = C_m x_m(t) \end{cases} \quad (6)$$

bu yerda $r(t)$ - etalon modelining kirish signali, $y_m(t) = \begin{pmatrix} y_{m1}(t) \\ y_{m2}(t) \end{pmatrix}$ - etalon modelining

chiqish signallari, A_m, B_m, C_m - malum parametrlarning matritsa elementlari, A_m - Gurvis matritsasi; t - vaqt.

Uslubiyat

Etalon modelining tenglamalariga Laplas almashtirishini qo'llash orqali quyidagicha tenglamani hosil qilamiz[7-8]:

$$\begin{cases} (pI - A_m)x_m(p) = B_m r(p), \\ y_m(p) = C_m x_m(p) \end{cases} \quad (7)$$

$$x_m(p) = (pI - A_m)^{-1} B_m r(p) \quad (8)$$

$$y_m(p) = C_m ((pI - A_m)^{-1} B_m r(p)) \quad (9)$$

$$y_m(p) = G_m(p)r(p) \quad (10)$$

$$G_m(p) = \begin{pmatrix} G_{m11}(p) & G_{m12}(p) \\ G_{m21}(p) & G_{m22}(p) \end{pmatrix},$$

bu yerda $G_m(p) = C_m(pI - A_m)^{-1}B_m$ - etalon modelning uzatish funksiyalari matritsasi.

Berilgan (5) va (10) lardan foydalanib boshqarish xatoligini quyidagi shaklda ifodalaymiz:

$$|e(p)| = |y(p) - y_m(p)|, \tag{11}$$

boshqarish xatoligining vektor ko'rinishda quyidagicha[9-11]:

$$y(p) - y_m(p) = G(p)u(p) + H(p)\xi(p) - G_m(p)r(p) \tag{12}$$

$$e(p) = G(p)u(p) + H(p)\xi(p) - G_m(p)r(p) \tag{13}$$

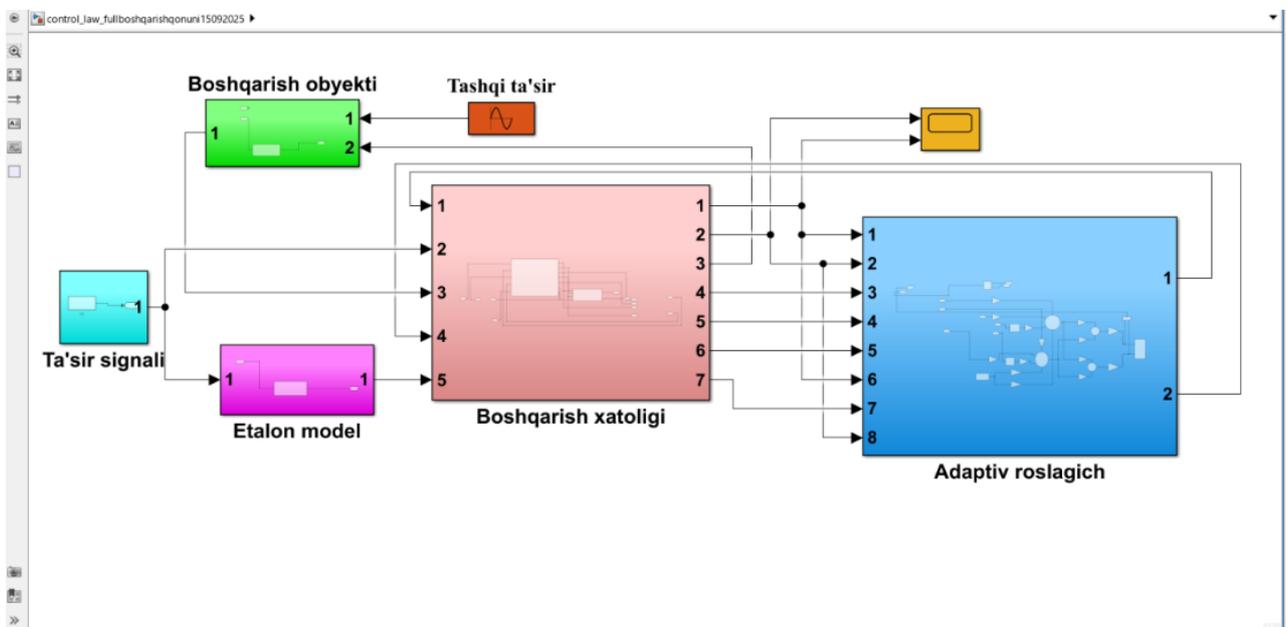
Obyektning chiqish etalon modelning mos kelishini taminlaydigan chiziqli boshqarish qonunini quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$u(p) = G(p)^{-1}(e(p) - H(p)\psi(p) + G_m(p)r(p)) \tag{14}$$

Ushbu (14) ifoda boshqarish tizimini nazorat qiladigan boshqarish qonunlari ishlab chiqildi.

Ishlab chiqilgan boshqarish qonuni tizimining turg'unligini ta'minlaydi shu bilan birgalikda tashqi ta'sirlarni kompensatsiya qilish imkonini beradi.

Tavsiya etilgan yondashuvni qo'llash imkoniyatlarini tavsifalash uchun ma'lum bir modelni o'rganish natijalarini ko'rib chiqamiz.



1- rasm. Adaptiv boshqarish obyektining Matlab simulinkdagi blok sxemasi.

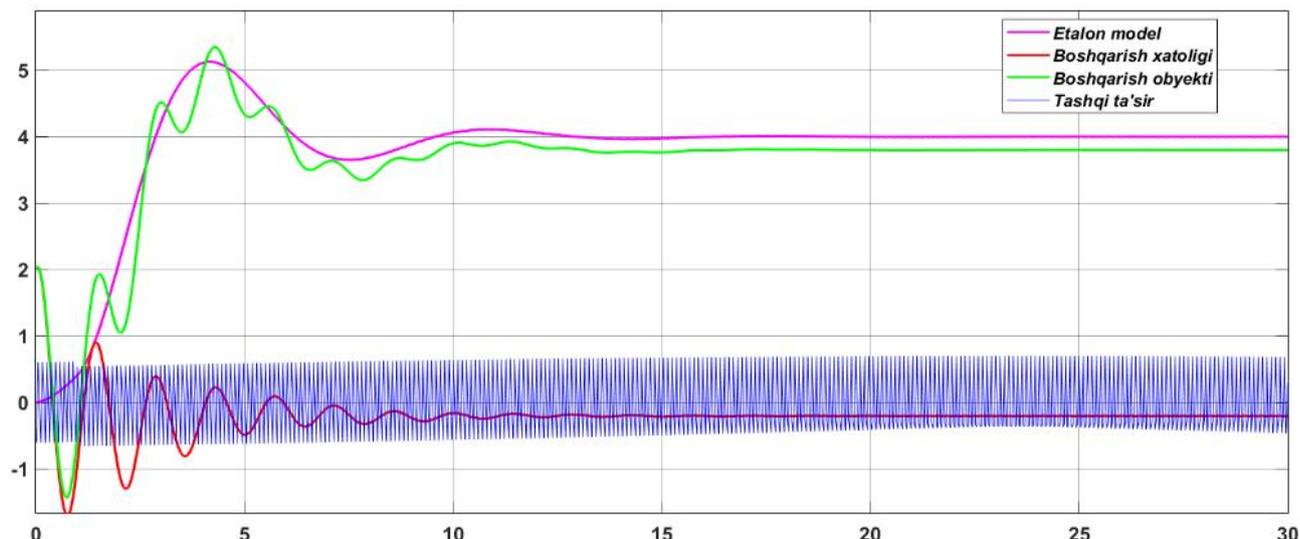
Obyektning Matlab simulinkdagi blok sxemasidan foydalanib quyidagi xarakteristikalarini olamiz:

Etalon modeli adaptiv boshqarish tizimida boshqarish obyektning chiqishini etalon modelning chiqishi qo'yilgan aniqlik bilan baholanadi. Bu kuzatuv jarayonida asosiy o'zgaruvchilar va ular orasidagi bog'lanishlar quyidagicha ifodalanadi: Ular vaqtga qarab

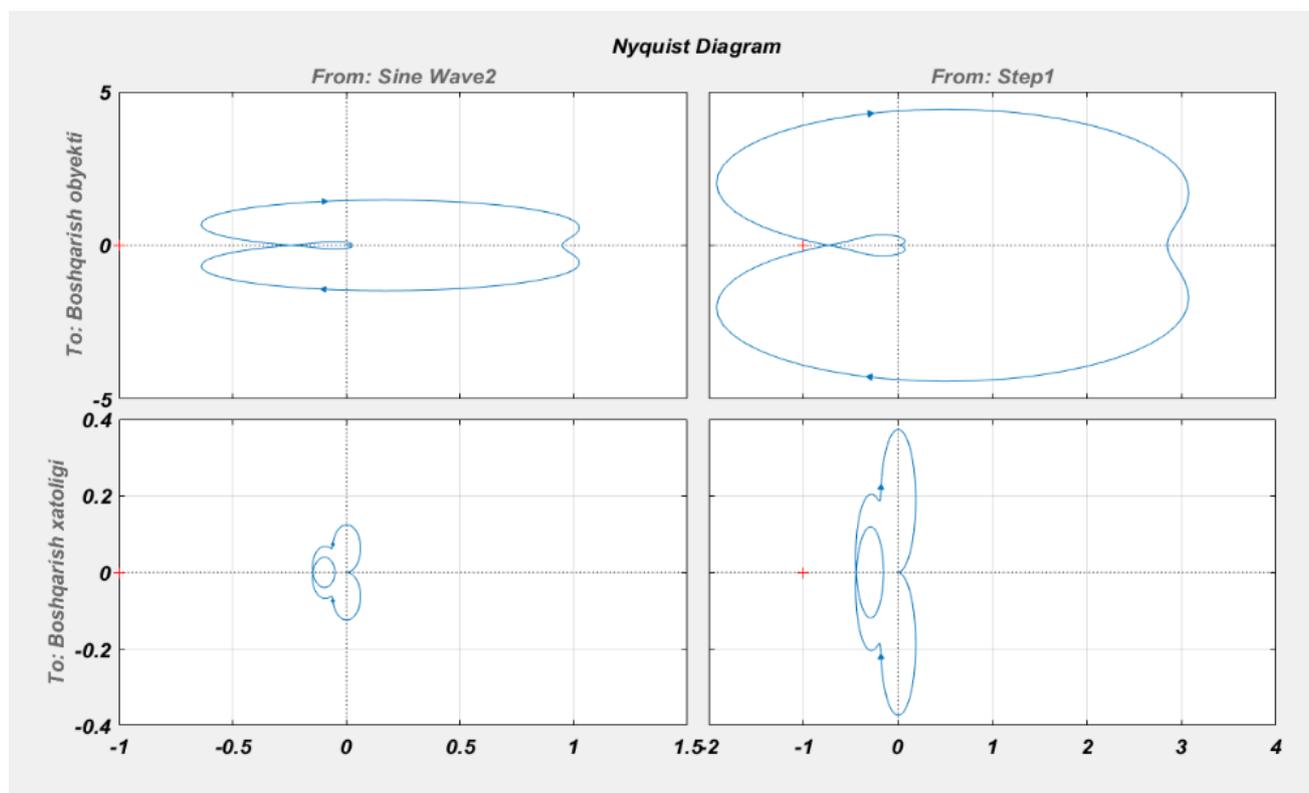
$y_m(t) = \begin{pmatrix} y_{m1}(t) \\ y_{m2}(t) \end{pmatrix}$ - etalon modelning chiqishi, bu qiymat ideal holatda tizim erishishi kerak

bo'lgan chiqish parametrlarini ifodalaydi, $y(t) = \begin{pmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \end{pmatrix}$ - obyektning real sharoitdagi chiqish

parametri, $|e(t)| = |y(t) - y_m(t)|$ - boshqarish masalasining asosiy maqsadi ya'ni boshqarish xatoligi, $\xi(t)$ - obyektga ko'rsatadigan tashqi ta'sirni ifodalaydi [7-10].



2- rasm. Adaptiv boshqarish obyektini tashqi ta'sir bilan kuzatish grafigi.



3- rasm. Adaptiv boshqarish tizimining obyekt va boshqarish xatoligini faza-amplituda xarakteristikalarini keltirilgan.

Xulosa

Uzluksiz xarakterga ega bo'lgan chiziqli dinamik obyektlarni tashqi g'alayonlar mavjudligi sharoitida etalon modeli adaptiv boshqarishning sintezlash algoritmlari ishlab chiqildi. Kirish chiqish signallari bo'g'liqligi asosida boshqarish obyektining matematik modeli, ko'rsatiladigan tashqi g'alayonlarni hisobga ishlab chiqildi. Ushbu algoritmi chiziqli dinamik obyektning boshqarish tizimini barqarorligini va optimal ishlash rejimini taminlab beradi. Shuningdek, turli noaniqliklar va tashqi omillar mavjud bo'lganda ham samarali ishlashini ta'minlaydi.



Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

- [1]. Шпилевая О.Я. Адаптивная стабилизация систем с параметрической неопределенностью на основе принципа локализации // Проблемы управления и информатики. 2004. №6. С. 19
- [2]. Бобцов А.А., Никифоров В.О., Пыркин А.А. Адаптивное управление возмущенными системами. Учебное пособие. - СПб: Университет Итмо, 2015. - 126с.
- [3]. Фуртат И.Б. Алгоритм управления нелинейными системами в условиях возмущений и помех измерения, Автомат. и телемех., 2018, №.7, С. 41-58.
- [4]. Kalandarov I. Algorithm for the Problem of Loading Production Capacities in Production Systems //XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021" Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Volume 1. – Springer International Publishing, 2022. – С. 887-896.
- [5]. Александров А. Г. Адаптивное управление с эталонной моделью при внешних возмущениях, Автомат. и телемех., 2004, №5, С.77-90.
- [6]. Igamberdiev H.Z., Botirov T.V. Algorithms for the Synthesis of a Neural Network Regulator for Control of Dynamic Advances in Intelligent Systems and Computing 1323 AISC. – 2021.
- [7]. Yusupbekov N.R. et al. Modern systems of control of complex dynamic technological processes (by the example of nitric acid production) //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – Т. 2612. – №. 1.
- [8]. Botirov, T., Latipov, S., & Khusanov, Z. (2023). Adaptability analysis of linear continuous control systems with reference model. In E3S Web of Conferences (Vol. 417, p. 05015). EDP Sciences.
- [9]. Botirov T. et al. Mathematical model of the movement of dust-contained air flows in the air filter of hydraulic systems //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 390. – С. 04012.
- [10]. Кадиров Ё.Б., Мухитдинов Д.П. Вычисление скоростей потока жидкости и перепада давления //Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – №. 5 (8). – С. 84-91.
- [11]. Mukhitdinov D.P., Kadirov Y.B., Sultanov I.R. Control of the rectification column to ensure the required quality of the top product //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2022. – Т. 2373. – №. 7. – С. 072025.