Ushbu maqolaga onlayn kiring

Quick Response Code:

Website: https://sciencebox.uz

ISSN: 2181-3464

Jild: 02 Nashr:12 2023 yil

Кечикишга Эга Автоматик Бошқариш Тизимларнинг Шарҳи

Убайдуллаева Ш. Р.

т.ф.н., доцент, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети

Аннотация.

Мақолада бошқариш тизимларнинг энг муҳим даражаларидан бири бўлган кечикишга эга автоматик бошқариш тизимларнинг шарҳи бажарилган. Саноатнинг ҳар хил сохаларида технологик жараенларни бошқаришда кечикиш ҳодисалари кузатилмоқда. Жараённинг ҳосил бўлган бузилишига бошқариш тизим реакциясининг кечикиши, одатда, ўткинчи жараён давомийлигининг ўсишига, ёпиқ тизимда автотебранишларнинг пайдо бўлишига, кўп ҳолларда эса, тизим турғунлигининг йўқолишига, охир-оқибатда агрегатлар унумдорлигининг пасайишига, маҳсулот сифатининг ёмонлашувига олиб келади. Кечикиш бошқариш тизимининг динамик кўрсаткичларини анча пасайтирувчи асосий факторлардан бири ҳисобланади.

Таянч сўзлар: технологик жараенларни бошқариш, автоматик тизим, кечикиш, доимий кечикишли дифференциал тенгламалар, ўзгарувчан кечикишли дифференциал тенгламалар, чизиқлимас кечикишли дифференциал тенгламалар.

Кириш. Бошқариш тизимининг муҳим даражаларидан бири кечикишга эга тизимлардир. Кечикиш ҳодисаси техникада, иқтисодда, биологияда ва кўплаб бошқа соҳаларда кузатилади. Кечикиш самараси тескари алоқа мавжудлигида, айниқса учувчи аппаратларни ва катта масофаларда технологик тизимларни автоматик бошқаришда, аниқ намоён бўлади.

Сув хўжалиги, химия, нефтехимия, металлургия ва бошқа кўплаб технологик жараёнларда кўпинча транспортли, ёки “соф” деб аталувчи кечикиш тури учрайди. Бундай кечикишлар технологик жараёнда модда, энергия ва бошқаларнинг ўз хоссалари ва характеристикаларини ўзгартирмасдан туриб, маълум бир тезлик билан, бир нуқтадан бошқасига ўтганида ҳосил бўлади [1,2,3,4]. Суюқликларни аралаштириш билан боғлиқ бўлган жараёнларни созлашда катта транспортли кечикишлар кузатилади. Аралашма идишда ҳароратни бошқариш тизимида ҳарорат режими кирувчи иссиқ оқимнинг нисбий келиб тушишини ўзгартирувчи регулятор томонидан қувватланади. Тизимнинг конструкцияси қуйидагича: суюқликнинг иссиқ ва совуқ оқимларининг аралашуви идишдан анча узоқда содир бўлади, бу эса жараёнга катта транспорт кечикишларни киритади. Доимий ва ўзгарувчан транспортли кечикишлар ёниш, қуритиш жараёнларида, шарли тегирмонлар ва бошқа объектларни бошқаришда бўлади.

Бошқаришнинг реал объектларида кечикиш ўзгарувчиси бошқа сабаблар билан ҳам асосланиши мумкин. Технологик жараёнларни автоматлаштиришда микропроцессор техникасининг кенг қўлланилиши ахборот маълумотларининг катта массивларини қайта ишлаш зарурияти, узлуксиз миқдорнинг дискрет миқдорга ўзгариш вақти, битта дастурдаги бажариладиган буйруқларнинг ҳар хил сонлари, турли операцияларнинг бажарилишининг хар хил вақтлари каби омиллар билан асосланган ўзгарувчан кечикишнинг пайдо бўлишига олиб келди [5, 6, 7, 8].

Адабиётлар таҳлили. Саноатнинг ҳар ҳил сохаларида технологик жараенларни бошқаришда кечикиш ҳодисалари кузатилмоқда. Жараённинг ҳосил бўлган бузилишига бошқариш тизим реакциясининг кечикиши, одатда, ўткинчи жараён давомийлигининг ўсишига, ёпиқ тизимда автотебранишларнинг пайдо бўлишига, кўп ҳолларда эса, тизим турғунлигининг йўқолишига, охир-оқибатда агрегатлар унумдорлигининг пасайишига, маҳсулот сифатининг ёмонлашувига олиб келади. Кечикиш бошқариш тизимининг динамик кўрсаткичларини анча пасайтирувчи асосий факторлардан бири ҳисобланади.

Кечикиш, умумий ҳолда, доимий, ўзгарувчан ёки тасодифий миқдор бўлиб, бошқариш тизимининг динамик кўрсаткичларини анча пасайтирувчи асосий факторлардан бири ҳисобланади. Шунинг учун кечикишли тизимларни ўрганишнинг маълум усулларини такомиллаштириш ва янги машинага-йўналтирилганларини яратишга зарурият пайдо бўлади.

Кечикишга эга дифференциал тенгламалар биринчи марта математик биология муаммоларини кўриб чиқишда тизимли ўрганилди. 20-асрнинг ўрталарида функционал дифференциал тенгламалар назарияси турғунлик ва турли хил техник воситаларни бошқариш муаммоларини ўрганиш билан фаол ривожлана бошлади. Математик моделлар сифатида ушбу тенгламалардан фойдаланишнинг кенг имкониятлари сўнгги ярим аср давомида функционал дифференциал тенгламалар назариясига қизиқиш ва сезиларли ривожланишни аниқлади. Ушбу назариянинг ривожланиш тарихи, тенденциялари ва ҳозирги ҳолати тўлиқ аниқланган.

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, кечиктирилган тизимлар муҳим хусусиятларга эга ва оддий дифференциал тизимлар учун олинган натижалар уларга бевосита тегишли эмас.

Кечикишга эга тизимларни ўрганиш катта қийинчиликларга дуч келади ва аниқ ечимларни қуриш фақат алоҳида ҳолларда мумкин. Бошқа томондан, бундай тизимларнинг хатти-ҳаракати кўп жиҳатдан усуллар ва конструкциялар асосида, оддий дифференциал тенгламалар назариясида мавжуд бўлганларга ўхшаш тарзда тавсифланиши мумкин.

X. Гурецкий, Р.Т. Янушевский, Д. Сю, А.Мейер, П. Деруссо, Р. Рой, Ч.Клоуз, А.В.Солодов, В.А. Солодова, А.А., А.А.Қодиров ва бошқариш назарияси сохасидаги бошқа олимлар томонидан бу соҳага киритилган жиддий ишларни айтиб ўтиш керак. Кўп тадқиқотчиларнинг меҳнатлари туфайли ҳозирги кунда кечикишли узлуксиз ва дискрет тизимларнинг таҳлил ва синтез масалаларини муваффақиятли ечиш мумкин. Аммо кечикишли кўп ўлчамли узлуксиз тизимларнинг, релели тизимларнинг, кенг- ва частота-импульсли тизимларнинг моделлаштириш ва тадқиқ қилиш масалалари ҳали охиригача ечимини топмаган [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Тадқиқотлар усуллари. Ушбу ишда доимий ва ўзгарувчан кечикишга эга тизимлар математик тавсифининг шарҳи бажарилган. Қуйилган масалаларни ечиш учун автоматик бошқариш назариясидан, тизимли таҳлилдан, кечикувчан аргументли дифференциал тенгламалар назариясидан фойдаланилди.

Тадқиқотлар натижалари ва таҳлиллар. Тизимнинг вақт давомидаги ҳаракати, унинг бир ҳолатдан бошқасига ўтиши тизимни ўрганишнинг муҳим объекти бўлиб ҳисобланади. Динамик тизимнинг t_0 (t_0 – вақтнинг бошланғич қиймати) дақиқадаги ҳолати, $t_0 < t < t_f$ вақт оралиғи учун берилган қандайдир бир кириш функцияси билан биргаликда ҳар қандай $t_f > t_0$ да ягона чиқиш функциясини адекват аниқловчи ахборот бўлади.

Тизим ҳолатини n ўлчовли X вектор билан баён этиш мумкин, деб фараз қилинди. Бу векторнинг n ташкил этувчилари

$$X(t) = [x_1(t), x_2(t), \ldots, x_n(t)]$$

тизимнинг ўзгарувчан ҳолатлари бўлади. Баён этиш учун n ўзгарувчи керак бўладиган тизимни n -тартибли тизим, деб аталади. Динамик тизим учун $X(t_0)$ нинг ҳақиқий ҳолатини ва келгуси кириш ($U(t),\ t \geq t_0$) таъсирини билиш тизим чиқиш тавсифининг ($Y(t), t \geq t_0$) ҳозирги ва кейинги қийматларини топиш учун етарли. Демак, тизим чиқиш тафсифининг келгуси қийматлари, тизимнинг ўзининг ҳақиқий қийматига эришишга имкон берадиган усулга боғлиқ эмас экан.

Агар мазкур тизим, ҳолатлар фазоси ёрдамида намойишга йўл қўйса ва оддий дифференциал тенгламалар билан баён этилса, унда ҳолат тенгламасини қуйидаги кўринишда келтириш мумкин:

$X(t) = F\,(X(t), U(t)),$ (1)

$Y(t) = G\,(X(t), U(t)),$ (2)

бу ерда n ўлчовли F функция ва m ўлчовли G функция бир қийматлидир. (1) ва (2) тенгламалар ҳолат тенгламаларининг стандарт шакли кўринишида маълум.

Ҳамма тизимларни ҳам ҳолатнинг чек ўлчовли тенгламалари ёрдамида баён этиб бўлмаслигини осонгина кўриш мумкин. Масалан, қандайдир бир тизимнинг t_0 дақиқадаги ҳолати киришдаги таъсир ва тизимнинг $[t_0\text{-}\tau,\ t_0]$ вақт оралиғидаги ҳолат реакцияси билан аниқлансин.

Охирги шарт, тизим ҳолати $t_0\text{-}\tau \le t \le t_0$ оралиқда аниқланган функцияга боғлиқ эканлигини билдиради, яъни таърифини қаноатлантирадиган ҳеч қандай чек ўлчамдаги фазони кўрсатиш мумкин эмас. Кечикишли узлуксиз тизимлар айнан ҳолатнинг чек ўлчамдаги фазосига эга бўлмаган тизимлари синфига тегишли бўлади. Кечикишга эга $t_0\text{-}\ \theta \le t \le t_0$ учун бошланғич $\varphi(t)$ функцияли тизим ҳолатининг тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$X'(t) = \Phi\,(X(t), U(t), X(t\text{-}\theta)),$ (3)

$\mathrm{Y(t) = H\,(X(t))},$ (4)

(3)-тенглама кечикувчи аргументли дифференциал тенглама дейилади [15]. Унда $X(t)$ функция, умумий ҳолда, қандайдир t вақт дақиқасида тизим ҳолатини баён этувчи n ўлчовли ҳақиқий вектор. $U(t)$ функция - кирувчи таъсирларнинг m ўлчовли ҳақиқий вектори бўлади. $\theta = \tau(t)$ функция кечикишни тавсифлайди, умумий ҳолда $X(t)$ векторнинг ҳар бир ташкил этувчиси учун ҳар хил. Бошланғич $\Phi(t)$ функция $t_0\text{-}\theta \le t \le t_0$ кесмада n ўлчовли узлуксиз ҳақиқий вектор кўринишида берилади.

$X(t)=\varphi(t),\ t_0\text{-}\theta \le t \le t_0$ (5)

хоссаларга эга ва $t \ge t_0$ учун (3) тенгламани қаноатлантирувчи $X(t)$ вектор-функция кечикувчи аргументли, ёки оддий қилиб айтганда, кечикишга эга дифференциал тенгламанинг ечими дейилади. Функция турига боғлиқ равишда θ дифференциал тенгламалар кечикишига кўра бир неча турларга бўлинади [16, 17, 18].

а) Доимий кечикишли дифференциал тенгламалар. Агар θ миқдор ечимнинг ҳамма мавжуд бўлиш интервалида ўзгармас бўлса, $\theta=\tau=const$, *(3)* тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$X(t) = \Phi\,(U(t), X(t), X(t_0\text{-}\tau)),$ $t \ge t_0$ (6)

б) Ўзгарувчан кечикишли дифференциал тенгламалар. $t_0\text{-}\theta = \tau(t)$ вақтнинг θ бўлакли-узлуксиз функцияси бўлсин. Унда (3) тенглама қуйидаги кўринишни қабул қилади:

$X(t) = \Phi\,(U(t), X(t), X\,(t\text{-}\ \tau(t))),$ $t \ge t_0$ (7)

в) Чизиқлимас кечикишли дифференциал тенгламалар. Θ функция нафақат вақтга, балки изланаётган $X(t)$ функцияга ёки унинг $X'(t)$ ҳосиласига, ёки унисига ҳам, бунисига ҳам бир вақтда боғлиқ бўлиши мумкин [19]:

$\Theta = \tau\,(t, X(t)),$ $\Theta = \tau\,(t, X'(t)),$ $\Theta = \tau\,(t, X(t), X'(t)).$

Ночизиқ кечикишли мос дифференциал тенгламалар қуйидаги кўринишни олади:

$X'(t) = \Phi\,(U(t), X(t), X\,(t\text{-}\ \tau\,(t, X(t))),$ (8)

$X'(t) = \Phi\,(U(t), X(t), X\,(t\text{-}\ \tau\,(t, X'(t))),$ (9)

$X'(t) = \Phi\,(U(t), X(t), X\,(t\text{-}\ \tau\,(t, X(t), X'(t))),$ (10)

г) Нейтрал турдаги дифференциал тенгламалар. Бу синф тенгламаларига ***Ф (.)*** функцияси изланаётган кечикувчи аргументга эга функцияга, шунингдек унинг ҳосиласига боғлиқ бўладиган тенгламалар киради. Нейтрал турдаги дифференциал тенгламалар нафақат бошланғич функциянинг, балки унинг ҳосиласининг ҳам берилишини талаб қилади. Бундай тенгламалар билан баён этилувчи тизимлар, амалиётда жуда оз учрайди.

Агар доимий кечикувчи ўзгарувчига эга тизим чизиқли бўлса, уни қуйидаги кўринишдаги дифференциал тенгламалар билан баён этиш мумкин:

$X'(t) = AX(t) + BX(t\text{-}\Theta) + CU(t),$ (11)

бу ерда: *А* матрица *nxn* ўлчамга эга, *В* матрицанинг ўлчами ҳам шунга тенг: *nxn*, *С* матрица ўлчами эса – *nxm.*

Бундай тизимнинг чиқиш миқдорлари қуйидаги муносабат билан аниқланади:

$Y(T) = H\,X\,(t),$ *(12)*

бу ерда: *H – pxn* ўлчамли матрица.

Хулоса. Кечикиш ҳодисалари технологик жараенлар, шу жумладан қишлоқ ва сув хўжалиги объектларини бошқаришда учрашмоқда. Кечикишнинг параметрларини ўзгариши тизимнинг турғунлиги ва аниқлигига кучли таъсир кўрсатади. Кечикишнинг таъсирида автоматик бошқарув тизимининг ишлаш сифати пасайиши мумкин.

Кечикиш, умумий ҳолда, доимий, ўзгарувчан ёки тасодифий миқдор бўлиб, бошқариш тизимининг динамик кўрсаткичларини анча пасайтирувчи асосий омиллардан бири ҳисобланади. Шунинг учун кечикишли тизимларни ўрганишнинг маълум методларини такомиллаштириш ва янги машинага-йўналтирилганларини яратишга зарурият пайдо бўлади.

№	Адабиётлар	References
1.	S. I. Niculescu. Delay Effects on Stability: a Robust Control Approach. Springer, Berlin, 2001. Pp.45-54	S. I. Niculescu. Delay Effects on Stability: a Robust Control Approach. Springer, Berlin, 2001. Pp.45-54
2.	W. Michiels, & S. I. Niculescu, (2014). Stability, Control, and Computation for Time-Delay Systems: An EigenvalueBased Approach (Vol. 27). Siam. 459 p.	W. Michiels, & S. I. Niculescu, (2014). Stability, Control, and Computation for Time-Delay Systems: An EigenvalueBased Approach (Vol. 27). Siam. 459 p.
3.	K. Yamanaka and E. Shimemura, Use of multiple time-delays as controllers in IMC schemes, Int. J. Control, vol. 57. London. Pp.1443-1451, 1993.	K. Yamanaka and E. Shimemura, Use of multiple time-delays as controllers in IMC schemes, Int. J. Control, vol. 57. London. Pp.1443-1451, 1993.
4.	Chen, J., Gu, G., Carl N. Nett, A new method for computing delay margins for stability of linear delay systems, Systems & Control Letters, Volume 26, Issue 2, 22 September 1995. Sydney. Pp.107-117.	Chen, J., Gu, G., Carl N. Nett, A new method for computing delay margins for stability of linear delay systems, Systems & Control Letters, Volume 26, Issue 2, 22 September 1995. Sydney. Pp.107-117.
5.	Громов Ю.Ю, Земской Н.А., Лагутин О.Г. Системы автоматического управления с запаздыванием. Учебное пособие– Тамбов, 2007. - 76 с.	Gromov Yu.Yu. Zemskoy N.A., Lagutin O.G. *Sistemi avtomaticheskogo upravleniya s zapazdivaniem* [Automatic control systems with delay]. Manual Tambov, 2007. 76 p. (In Russian)
6.	Дралюк Б.Н., Синайский Г.В.	Dralyuk B.N., Sinaisky G.V. *Sistemi*

	Системы автоматического регулирования объектов с транспортным запаздыванием Москва, 1969.-72 с.	*avtomaticheskogo regulirovaniya ob'ektov s transportnim zapazdivaniem* [Systems of automatic regulation of objects with transport delay]. Moscow, 1969.72 p. (In Russian)
7.	Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Москва, 2010. – 312 с.	Kim, D.P. *Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Lineynie sistemi.* [Theory of automatic control. Linear systems]. Moscow, 2010. 312 p. (In Russian)
8.	Коновалов Б.И. Теория автоматического управления. Санкт - Петербург, 2016. – 224 с.	Konovalov B.I. *Teoriya avtomaticheskogo upravleniya* [Theory of automatic control]. Saint Petersburg, 2016. 224 p. (In Russian)
9.	Гурецкий Х. Анализ и синтез систем с запаздыванием. Москва, 1974. - 328 с.	Guretsky H. *Analiz i sintez system s zapazdivaniem* [Analysis and synthesis of systems with delay]. Moscow, 1974. 328 p. (In Russian)
10.	Янушевский Р.Т. Управление объектами с запаздыванием. Москва, 1978. — 410 с.	Yanushevsky R.T. *Upravlenie ob'ektami s zapazdivaniem* [Delayed Object Control]. Moscow, 1978. 410 p. (In Russian)
11.	Сю Д., Мейер А. Современная теория автоматического управления и ее применение. Перевод с английского. Моква, 1972. — 544 с.	Hsu D., Meyer A. *Sovremennaya ntjriya upravleniya i eyo primenenie* [Modern Control Principles and Applications]. Translation from English. Moscow, 1972. 544 p. (In Russian)
12.	Деруссо П., Рой Р., Клоуз Ч. Пространство состояний в теории управления (для инженеров). Москва, 1970. — 620 с.	Derusso P., Roy R., Close C. *Prostranstvo sostoyaniy v teorii upravleniya dlya injenerov* [Space of states in control theory (for engineers)]. Moscow, 1970. 620 p. (In Russian)
13.	Солодов А.В., Солодова Е.А. Системы с переменным запаздыванием. Москва, 1980. — 384 с.	Solodov A.V., Solodova E.A. *Sistemi s peremennim zapazdivaniem* [Variable Delay Systems]. Moscow, 1980. 384 p. (In Russian)
14.	Кадыров А.А. Графовые методы в задачах моделирования и исследования интегрированных систем управления. Тошкент, 2011. - 186 с.	Kadyrov A.A. *Grafovie metodi v zadachax modelirovaniya i issledovaniya integrirovanix sistem upravleniya.* [Graph methods in problems of modeling and research of integrated control systems]. Toshkent, 2011. 186 p. (In Russian)
15.	Кадыров А. А. Теория разнотемповых дискретных систем управления. Ташкент, 2013. – 168 с.	Kadyrov A.A. *Teoriya raznotempovix diskretnix system upravleniya* [Theory of discrete control systems of different tempos]. Tashkent, 2013. 168 p. (In Russian)
16.	Убайдуллаева Ш.Р. Использование метода динамических графовых моделей для расчета линейных систем с запаздыванием. Научно-технический журнал “Современные материалы, техника и технологии”, №5 2016 г.,	Ubaydullaeva Sh.R. *Ispolzovanie metoda dinamicheskix grafovix modeley dlya raschyota lineynix sistem s zapazdivaniem.* [Using the method of dynamic graph models to calculate linear systems with delay]. Scientific and Technical Journal “Modern

	Россия, Курск. – С.193- 198.	Materials, Engineering and Technologies”, No5, 2016, Russia, Kursk. Pp. 193-198 (In Russian)
17.	Убайдуллаева Ш.Р. Графовое моделирование двумерной линейной стационарной системы автоматического управления с постоянным запаздыванием. Научно-технический журнал “Современные материалы, техника и технологии”, №1, 2017 г., Россия, Курск. – С.215-220	Ubaydullaeva Sh.R. *Grafovoe modelirovanie dvumernoy lineynoy stacionarnoy sistemi avtomaticheskogo upravleniya s postoyannim zapazdivaniem.* [Graph modeling of a two-dimensional linear stationary automatic control system with constant delay]. Scientific and technical journal “Modern materials, engineering and technology”, No. 1 (9), February 2017, Russia, Kursk. Pp. 215-220 (In Russian)
18.	Убайдуллаева Ш.Р., Усмонов Ж.И. Использование метода динамических графовых моделей для расчета двумерных непрерывных линейных систем с запаздыванием в сепаратных каналах. Научный журнал «Вестник Бухарского государственного университета», №4, сентябрь 2018 г.- С.35-39.	Ubaydullaeva Sh.R., Usmonov J.I. *Ispolzovanie metoda dinamicheskix grafovix modeley dlya raschyota dvumernix neprerivnix lineynix sistem s zapazdivaniem v separatnix kanalax.* [Using the method of dynamic graph models for calculation two-dimensional continuous linear systems with delay in separate channels]. Scientific journal "Bulletin of the Bukhara State University", No. 4, September 2018. Pp. 35-39. (In Russian)