

MUHAMMAD AL-XORAZMIY
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI
FERGANA BRANCH OF TUIT
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

“AL-FARG‘ONIIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

TA'LIMDAGI ILMIY, OMMABOP VA ILMIY TADQIQOT ISHLARI



1-SON 1(5)
2024-YIL

TATU, FARG'ONA
O'ZBEKISTON



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
FARG'ONA FILIALI

Muassis: Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

Chop etish tili: O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

Учредитель: Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

Язык издания: узбекский, английский, русский.

Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

Founder: Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

Language of publication: Uzbek, English, Russian.

The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2024 yil, Tom 1, №1
Vol.1, Iss.1, 2024 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniyl avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fargani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Jurnal OAK Rayosatining 2023-yil 30 sentabrdagi 343-sonli qarori bilan Texnika fanlari yo'nalishida milliy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Tahririyat manzili:
151100, Farg'ona sh.,
Aeroport ko'chasi 17-uy,
202A-xona
Tel: (+99899) 998-01-42
e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2024 YIL

TAHRIR HAY'ATI

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Muxtarov Farrux Muhammadovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

Arjannikov Andrey Vasilevich,

Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

Satibayev Abdugani Djunosovich,

Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Rasulov Akbarali Maxamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

G'aniyev Abdualil Abdualioyevich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Muhammadjon To'ychiyevich,

Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Abdullayev Abduljabbor,

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Qo'ldashev Abbosjon Hakimovich,

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

Ergashev Sirojiddin Fayazovich,

Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

Zulunov Ravshanbek Mamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Dasturiy injiniring kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Saliyev Nabijon,

O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona filiali dotsenti

Abdullaev Temurbek Marufovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Axborot texnologiyalari kafedra mudiri, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, ma'lumotlar haqqoniylikiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar.

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Umarov Shuxratjon Azizjonovich, Abduqodirov Abdulhay, AXBOROT XAVFSIZLIGI TIZIMLARINI INTELLEKTUALLASHTIRISH MASALALARI	4-10
Ахунджанов Умиджон Юнус угли, ЛОКАЛЬНАЯ КРИВИЗНА КАК СТРУКТУРНЫЙ ПРИЗНАК ВЕРИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКОЙ ПОДПИСИ	11-16
Liu Lingyun, Linear cryptanalysis of the SM4 block cipher algorithm	17-22
Shaxzoda Amanboyevna Anarova, Jamoliddin Sindorovich Jabbarov, Doston Naim o'g'li Muxtorov, FRAKTAL XUSUSIYATLI ORGANLARNING O'LCHOVLARINI ANIQLASH SXEMASINI ISHLAB CHIQUISH	23-28
E.M.Urinov, M.A.Umarov, O'zbek ishora tili harflarini tanib olish algoritmi	29-33
Kengboev Sirojiddin Abray ugli, MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATION OF THE TEMPERATURE IN THE CONTACT ZONE OF INTERACTION BETWEEN THE SHUTTLE SOCKET AND THE BOBBIN OF SEWING MACHINES	34-38
Anarova Sh.A., Saidkulov E.A., Haqberdiyev S.N, ZARAFSHON DARYO TARMOG'INI GEOMETIRIK MODELLASHTIRISH	39-43
Xamrakulov Umidjon Sharabidinovich, Ashuraliyev Alisherjon Abdumalikovich, REAL VAQT REJIMIDA NOQAT'IY MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHNING ANALITIK MODELLARINI ISHLAB CHIQUISH	44-56
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMALARINING SHAKL SAQLASH XUSUSIYATLARINI RAQAMLI BAHOLASH USULLARI	57-61
Xasanova Maxinur Yuldashbayevna, Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi, Burxonova Malohat Mamirovna, BAHOLASH NAZARIYASI USULI ASOSIDA AVTOMATIK TIZIMLARNI DIAGNOSTIKALASH ALGORITMLARI	62-68
Улжаев Эркин, Убайдуллаев Уткиржон, Абдулхамидов Азизжон, Нейронные технологии распознавания и классификация степени раскрытия хлопковых коробочек	69-79
Узаков Б.М., Хошимов Б. М, ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ	80-84
Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Umurzakov Oybek, SHA oilasiga mansub xesh funksiyalar tahlili	85-92
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Samatova Zarnigor Nematovna, BULUTLI TEXNOLOGIYALARDA KIBERXAVFSIZLIK TAMINLASHDA CASB YECHIMLARI	93-98
Эргашев Отабек Мирзапулатович, ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ РОЛЬ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	99-105
Ёркулов Руслан Махаммади угли, СОСТАВ И СТРУКТУРА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ Si /Al(111) И Si/Cu(111)	106-109
Muxtarov Farrux Muhammadovich, KIBERHUQUQ VA KIBERETIKA MADANIYATINING SHAKILLANTIRISHDA "KIBERXAVFSIZLIK ASOSLARI" FANINI O'QITISHNING DOLZARBLIGI	110-115
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Kurbanov Abduraxmon Alishboyevich, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, YUZ IFODASINI ANIQLASH MODELLARINI OPTIMALLASHTIRISH: GRADIENTNI OSHIRISH VA UNING GIPERPARAMETRLARNI SOZLASH VA MUNTAZAMLASHTIRISH (REGULARIZATSIYA)DAGI AHAMIYATI	116-122
Polvonov Baxtiyor Zaylobidinovich, Xudoyberdieva Muhayyohon Zoirjon qizi, Abdubannobov Muydinjon Iqboljon o'g'li, G'ulomqodirov Xumoyun O'tkirjon o'g'li, Zaylobiddinov Bekhzod Bakhtiyarjon o'g'li, Ergasheva Gulruxsor Qobiljon qizi, DEVELOPMENT OF PRACTICAL COMPETENCES OF STUDENTS IN NANOTECHNOLOGY AND SEMICONDUCTOR PHYSICS IN HIGHER EDUCATION	123-128
Xudoyqulov Zarifjon Turakulovich, Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Mavjud oqimli shifrlash algoritmlarining qiyosiy tahlili	129-134
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, THE METHODS OF AUTOMATIC LICENSE PLATE RECOGNITION	135-141
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, Turakulova Shaxnoza Abdurshidovna, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Tibbiy tasvirlar ichida alohida qiziqish hududlarini (Region of interest-ROI) avtomatik aniqlash va izolyatsiya qilish	142-146
Rasulov Akbarali Makhamatovich, Ibrokhimov Nodirbek Ikromjonovich, Minamatov Yusupali Esonali ugli, Mukhtarov Farrukh Muhammadovich, BIMETALLIC CLUSTERS AND AREAS OF THEIR APPLICATION	147-150
Uzakov Barxayotjon Muxammadiyevich, Xoshimov Baxodirjon Muminjonovich, O'ZBEKISTON NEFT-GAZ KORXONALARIDA INVESTISIYA LOYIHALARINI MOLİYALASHTIRISH BO'YICHA XORIJ TAJRIBASINI O'RGANISH	151-156
Xalilov Durbek Aminovich, Abduqodirova Mohizoda Ilhomidin qizi, MASOFAVIY TA'LIM TIZIMINI TASHKIL ETISHNING TEXNIK USULLARI	157-160

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Аллярова Гулмира Холмуратовна, Буронов Нурлибек Рустам угли, Зарипов Шухрат Собиржон угли, Исследование ионно-электронной эмиссии пленок Cs на гранях (110) и (111) монокристаллов молибдена	161-165
Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich, Simsiz sensor tarmoq asosida nozik sug'orish tizimlarini modeli va innovatsion loyihalar	166-172
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, METHODOLOGY FOR BUILDING LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEMS	173-179
Abduhafizov Tohirjon Ubaydulla o'g'li, Abdurasulova Dilnoza Botirali qizi, IQTISODIY JINOYATLAR VA ULARNING OLDINI OLISH UCHUN DASTURIY MAHSULOTLAR ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQUISH	180-185
Djurayev Sherzod Sobirjonovich, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Linter qurilmasini ishchi qismlarini masofadan boshqarish va nazorat qilish orqali uning samaradorligini oshirish	186-190
Xusanova Moxira Qurbonaliyevna, Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi, SIGNALLARNI STATISTIK QAYTA ISHLASH	191-195
Xalilov Durbek Aminovich, Qurbonova Gulruxsor Murodjon qizi, Axborotlashgan ta'lim muhitida talabalar mustaqil ishini tadqiqoti va metodikasini takomillashtirish	196-200

BAHOLASH NAZARIYASI USULI ASOSIDA AVTOMATIK TIZIMLARNI DIAGNOSTIKALASH ALGORITMLARI

Xasanova Maxinur Yuldashbayevna,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali
Kompyuter tizimlari kafedrasida katta o'qituvchisi,
butterflytatu91@gmail.com

Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali
Kompyuter tizimlari kafedrasida assistenti
dilfuzayoldosheva1992@gmail.com

Burxonova Malohat Mamirovna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali
Kompyuter tizimlari kafedrasida assistenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada tashqi buzilishlar mavjud bo'lganda texnologik jarayonlarning holatini aniqlash masalasi oddiy chiziqli differensial tenglamalar yoki uzatish funksiyalari yordamida o'rganilgan. Ushbu turdagi matematik modellarga imkon beradigan texnik obyektlar va tizimlar sinfi juda keng va turli xil tizimlarni o'z ichiga oladi. Boshqaruv elementlari, monitorlar, o'lchash datchiklari, axborotni qayta ishlash, saqlash va uzatish tizimlari, konsentrlangan va taqsimlangan parametrlarga ega tizimlar, mexanik, gidravlik, elektr, elektron qurilmalar va boshqalardir. Taklif etilayotgan algoritmlar ishlab chiqarishning dinamik boshqaruv tizimlarida quyi tizimlarni diagnostika qilish, shuningdek Kalman tipidagi filtrni yangilash ketma-ketligi yordamida dinamik tizimlardagi muammolarni aniqlash va diagnostika qilish uchun taklif etiladi. Shu munosabat bilan dinamik tizimlarni diagnostika qilish va optimallashtirish algoritmlarini va ularning dasturiy ta'minotini ishlab chiqish tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: avtomatik boshqaruv tizimi, diagnostika, Kalman filtri, stoxastik model, faza vektori, kovaryans matritsalarini, Gauss ketma-ketliklari, matritsa.

KIRISH. Texnik diagnostika texnik ob'ektlarning holatini baholash tamoyillari, usullari va qurilmalarini o'rganadigan bilim sohasi sifatida o'rganilayotgan tizimlarning samaradorligi va sifatini oshirishga qaratilgan sohadir. Uning asosiy vazifasi tekshirilayotgan ob'ektning texnik holatini unga yuklangan funksiyalarning to'g'ri bajarilish nuqtai nazaridan aniqlashdir.

Diagnostika jarayoni paytida hal qilinishi mumkin bo'lgan uchta turdagi vazifalar mavjud: xizmatga yaroqliligini, ishlashini va to'g'ri ishlashini tekshirish.

Boshqarish tizimi, agar unda nuqsonlar bo'lmasa, xizmatga yaroqli hisoblanadi. Xizmatga yaroqliligini tekshirish diagnostika ob'ektining texnik

holatini baholash uchun to'liq testlarni talab qiladi va shuning uchun eng qiyin hisoblanadi.

Tizimning ishlashi barcha taqdim etilgan rejimlarda barcha funksiyalarini bajarish qobiliyatini anglatadi. Shu bilan birga, tizimning asosiy funksiyalarini yo'qotishiga olib kelmaydigan nuqsonlarga yo'l qo'yiladi. Sog'liqni saqlash tekshiruvini ham ancha vaqt talab etadi, chunki u tizimning barcha ish rejimlarida ko'rsatilgan barcha funksiyalarning to'g'riligini tahlil qilishni o'z ichiga oladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METOD.

Hozirgi vaqtda noaniqlik sharoitida baholashga ko'plab yondashuvlar mavjud [1-3]. Biroq, ularning barchasi ma'lum tizim modellaridan foydalanishga asoslangan va ularni aniq amalga oshirish bilan



bog'liq. Xususan, tasodifiy signallarni filtrlashning asoschisi N.Viener tasodifiy jarayonni mavjud to'liq amalga oshirish asosida optimal filtrni yaratishni ko'rib chiqdi. Kalman-Busi filtrlashning ma'lum usuli [2] allaqachon real vaqtda ishlaydi, ammo uning harakati o'rganilayotgan ob'ekt haqidagi apriori ma'lumotlarga asoslanadi.

Birinchi marta taqdim etilgan Kalman filtri [2-5] diskret tizimlar uchun rekursiv baholash protsedurasidir (chiziqli uzluksiz tizimlar uchun shunga o'xshash filtr ham ma'lum - Kalman-Busi filtri).

Har qanday tizimning vaqt evolyutsiyasini, agar uning matematik modeli berilgan bo'lsa va qo'shimcha ravishda ma'lum bir vaqtda tizimning kirish ta'siri va holati (faza vektori) ma'lum bo'lsa, aniqlash mumkin. Ba'zi hollarda faza vektori texnik sabablarga ko'ra yoki kuzatuv jarayonining haddan tashqari katta xarajatlari tufayli aniq o'lchovga ega emas. Bunday holatlarda faza vektori tizimning chiqishini o'lchash natijalari asosida aniqlanishi kerak. Bundan tashqari, agar tizimda ishlaydigan o'lchov xatosi va buzilishlar hisobga olinmasa, ular deterministik kuzatish vazifalari haqida gapirishadi.

Faraz qilaylik, k vaqtidagi tizimning holati x_k , vektori bilan belgilanadi, jarayonni baholash uchun stoxastik model mavjud, shuningdek u_k ni o'lchash

$$x_{k+1} = A_k x_k + B_k u_k + v_k, \quad (1)$$

$$y_k = H_k x_k + w_k, \quad (2)$$

$$\text{cov}(v_k) = Q_k, \quad \text{cov}(w_k) = R_k, \quad \text{cov}(v_k, w_k) = 0, \quad (3)$$

Har bir k uchun noma'lum \hat{x}_k faza vektorini eng yaxshi taxmin qiladigan u_k , o'lchov natijalariga qarab bunday x_k vektorni topish talab qilinadi. Bundan tashqari, baholashning maqbulligi mezonini tanlash ko'rib chiqilayotgan aniq vazifaga bog'liq [4].

Gauss (normal) kirish effekti yoki aralashuvi bo'lgan chiziqli tizimlar uchun Kalman filtridan foydalanish quyidagi sabablarga ko'ra maqbuldir.

1. Algoritm rekursiv bo'lib, uni real vaqtda tizimlar uchun ideal qiladi. Oldingi barcha ma'lumotlarni eslab qolishning hojati yo'q. Tizimning kelajakdagi holati faqat uning

joriy bahosi yangi olingan ma'lumotlar bilan belgilanadi.

2. Filtr optimal baho beradi. Tuzilgan holatni baholashning maqbulligi sharti uning o'rtacha kvadratik xatosining minimalidir.
3. Filtr o'rtacha kvadratik qochishdan foydalanadi, bu taxmin va haqiqiy miqdor o'rtasidagi xato kvadratini minimallashtiradi.
4. Chiqish nafaqat tizimning holatini baholash, balki natijalarni yanada talqin qilishda ishlatilishi mumkin bo'lgan olingan balning aniqligini aks ettiruvchi kovaryans matritsalarini hamdir.

Baholangan dinamik jarayon shakl tenglamasi bilan tavsiflanadi

$$x[k+1] = f[x[k], k] + \varphi[x[k], k] w[k] \quad (4)$$

kuzatish paytida

$$z[k] = h[x[k], k] + v[k] \quad (5)$$

(5) formulada $w[k], v[k], k = 0, 1, \dots$ - bir-biridan mustaqil bo'lgan oq Gauss ketma-ketligi ko'rinishi

$$E[w[k] w^T[l]] = Q[k] \delta_{kl},$$

$$E[v[k] v^T[l]] = R[k] \delta_{kl}, \quad (6)$$

(6) formulada δ_{kl} - Kroneker belgisi.

Ikkinchi darajali optimal takrorlanadigan algoritmi ko'rib chiqamiz.

Baholangan jarayon va kuzatuv shartlari uchun (1)-(3) optimal quyidagi takrorlanuvchi algoritmdir [2,3]:

- a) asosiy modul

$$\hat{x} = [k+1] = \hat{x}[k+1|k] + K[k+1]\{z[k+1] - h[\hat{x}[k+1|k], k+1] - h_{xx}[\hat{x}[k+1|k], k+1]: P[k+1]\}, \quad (7)$$

- b) matritsa $K[k+1]$ ifoda bilan belgilanadi

$$K[k+1] = P[k+1] h_x^T [\hat{x}[k+1|k], k+1] R^{-1}[k+1]; \quad (8)$$

- v) matritsa $P[k+1]$ tenglamani quyidagicha bo'ladi



$$P[k+1] = P[k+1|k] - P[k+1|k]h_x^T[\hat{x}[k+1|k], k+1] \times \\ \times \{h_x[\hat{x}[k+1|k], k+1]P[k+1|k]h_x^T[\hat{x}[k+1|k], k+1] + R[k+1]\}^{-1} \times \\ \times h_x[\hat{x}[k+1|k], k+1]P[k+1|k];$$

(9)

g) natija $\hat{x}[k+1|k]$ takrorlanish nisbati bilan aniqlanadi

$$\hat{x}[k+1|k] = f_x[\hat{x}[k], k] + 0,5f_{xx}[\hat{x}[k], k] + P[k]$$

(10)

d) matritsa $P[k+1|k]$ takroriy nisbat

$$P[k+1|k] = f_x[\hat{x}[k], k]P[k]f_x^T[\hat{x}[k], k] + \varphi[\hat{x}[k], k]Q[k]\varphi^T[\hat{x}[k], k] + \\ + 0,5\{\varphi[\hat{x}[k], k]Q[k]\varphi^T[\hat{x}[k], k]\}_{xx} : P[k].$$

(11)

Agar (4)-(8) ifodalarda pastki indeksleri bilan belgilangan Hess matritsalarini bo'lgan atamalar bekor qilinsa, u holda Kalmanning umumlashtirilgan takrorlanadigan filtri deb nomlangan birinchi darajali algoritmi olinadi.

Har bir bosqichda hisoblash tartibi avvalgi filtr bilan bir xil, ammo ikkinchi hosilalarni hisoblash yo'q. Ko'p o'lchovli ko'p tarmoqli jarayonlarni baholashda birinchi darajali takroriy filtrlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan hisoblash ko'rsatkichlari ikkinchi darajali filtrlarga qaraganda kattaroq va kichikroq.

Takroriy chiziqli baholash algoritmlari zamonaviy davrda avtomatik boshqaruv tizimlarida eng keng tarqalgan. Ushbu algoritmlar tenglama bilan tavsiflangan holat o'zgaruvchilarini baholash uchun tuzilgan

$$x = [k+1] = A[k]x[k] + B[k]u[k] + C[k]w[k]$$

(12)

(12) ifodani kuzatish paytida

$$z[k] = H[k]x[k] + v[k]$$

(13)

(13) ifoda $w[k]$, $v[k]$ - bir-biridan mustaqil bo'lgan oq Gauss ketma-ketliklari. (12) ifodadagi tenglama ma'lum bir bezovtalanmagan yoki dasturiy harakatning kichik mahallasida vaqt o'tishi bilan chiziqli bo'lmagan diskret jarayonni linearizatsiya qilish yo'li bilan olinadi. Umuman olganda, diskret vaqtdagi chiziqli statsionar bo'lmagan jarayonlar (7) shaklida tavsiflanadi.

MUHOKAMA. Hozirgi vaqtda matematik usullar dinamik tizimlarni modellashtirish va texnik diagnostika masalalarida tobora ko'proq qo'llanilmoqda. Ko'pgina tizimlar to'g'ridan-to'g'ri kuzatish uchun mavjud emasligini va faqat ularning bilvosita o'lchovlari bilan o'rganilishini hisobga olsak, tizimni matematik model bilan tavsiflash dolzarb bo'lib qoladi, to'g'ridan-to'g'ri o'rganish mumkin bo'lgan tizimlar uchun, o'lchash jarayonida olingan natijalarni qayta ishlash ushbu tizim haqida to'liq ma'lumot bermaydi, bu esa bunday tizimlar keyin elektron hisoblash texnikasi yordamida natijalarni qayta ishlashdir [5-8].

Matematik modelni yaratish haqiqiy ob'ektni yetarli darajada matematik xaritalashni maqsad qiladi. Matematik modelning haqiqiy tizimga to'liq mos kelishi mumkin emas, ammo o'rganilayotgan tizim haqidagi barcha mavjud bilimlarni hisobga olgan holda tizimning eng muhim xususiyatlarini matematik tenglamalar tilida tavsiflash mumkin. Matematik model biroz soddalashtirishga asoslangan va tizimning taxminiy tavsifi bo'lishiga qaramay, tizimni matematik sifatida o'rganish muammosini shakllantirishga imkon beradi va tahlil qilish uchun ob'ektning o'ziga xos xususiyatiga bog'liq bo'lmagan universal matematik apparatdan foydalanadi.

Matematika sizga keng ko'lamli faktlar va kuzatuvlarni bir xilda tavsiflash, ularni batafsil tahlil qilish, tizimning turli sharoitlarda o'zini qanday tutishini bashorat qilish, ya'ni kelajakdagi kuzatuvlar natijalarini bashorat qilish imkonini beradi, shuning uchun boshqarish va diagnostika ob'ektlarini matematik baholash muammosi ko'plab olimlarning tadqiqot mavzusi bo'lib kelgan va shunday bo'lib qolmoqda [5,6,8].

Aniqlanadigan jarayonning tenglamalari va kuzatish shartlari quyidagicha yoziladi:

$$x[k+1] = f[x[k], a[k], k] + w[k]$$

(14)

$$a[k+1] = a[k] + w_a[k]$$

(15)

$$z[k] = h[x[k], a[k], k] + v[k]$$

(16)



(14), (15), (16) tenglamalarda $w[k]$, $w_a[k]$, $v[k]$, $k = 0, 1, \dots$ - mustaqil oq Gauss ketma-ketliklari.

$$\begin{aligned} E[w[k] w^T[l]] &= Q_x[k] \delta_{kl}, \\ E[w_a[k] w_a^T[l]] &= Q_a[k] \delta_{kl}, \\ E[v[k] v^T[l]] &= R[k] \delta_{kl}, \end{aligned} \quad (17)$$

(17) tenglamada δ_{kl} - Kroneker belgisi

(14), (16) farq tenglamalarida $u[k]$ boshqaruv aniq hisobga olinmaydi. Biroq, boshqaruv har doim ma'lum (aniq o'lchanadigan) vaqt funksiyasi hisoblanadi. Shuning uchun uni diskret vaqtga bog'liqlik orqali hisobga olish mumkin k , bu (14), (16) iboralarda nazarda tutilgan. Kengaytirilgan holat $x_p^T = [x^T a^T]$ vektorini kiritish orqali biz (18)-(19) ni quyidagicha yozamiz

$$\begin{aligned} x_p[k+1] &= f_p[x_p[k], k] + w_p[k], \\ z[k+1] &= h[x_p[k], k] + v[k], \end{aligned} \quad (18)$$

(18) formulada

$$x_p[k] = \begin{bmatrix} x[k] \\ a[k] \end{bmatrix}, \quad f_p = \begin{bmatrix} f[x[k], a[k], k] \\ a[k] \end{bmatrix}, \quad w_p[k] = \begin{bmatrix} w[k] \\ w_a[k] \end{bmatrix}. \quad (19)$$

Umumiy takrorlanadigan Kalman filtri orqali bir vaqtning o'zida baholash va identifikatsiyalash masalalarini ko'rib chiqamiz [6,7,8,9].

Kengaytirilgan holat vektorini (19) baholash uchun umumlashtirilgan Kalman takroriy filtridan foydalanish mumkin:

a) asosiy modul

$$\hat{x}_p = [k+1] = f_a[\hat{x}_p[k], k] + K[k+1] \{z[k+1] - h[\hat{x}_p[k+1|k], k+1]\} \quad (20)$$

b) matritsa ifoda bilan aniqlanadi

$$K[k+1] = P[k+1] h_{x_p}^T [\hat{x}_p[k+1|k], k+1] R^{-1}[k+1] \quad (21)$$

c) matritsa, tenglamani qanoatlantiradi

$$\begin{aligned} P[k+1] &= P[k+1|k] - P[k+1|k] h_{x_p}^T [\hat{x}_p[k+1|k], k+1] \times \\ &\times \{h_{x_p} [\hat{x}_p[k+1|k], k+1] P[k+1|k] h_{x_p}^T [\hat{x}_p[k+1|k], k+1] + R[k+1]\}^{-1} \times \\ &\times h_{x_p} [\hat{x}_p[k+1|k], k+1] P[k+1|k]; \end{aligned} \quad (22)$$

d) matritsa $P[k+1|k]$ takroriy nisbatni qanoatlantiradi

$$P[k+1|k] = f_{p_{x_p}} [\hat{x}_p[k], k] P[k] f_{p_{x_p}}^T [\hat{x}_p[k], k] + Q_p, \quad (23)$$

(23) formulada

$$Q_p = \begin{bmatrix} Q_x & 0 \\ 0 & Q_a \end{bmatrix};$$

e) miqdor $\hat{x}_p[k+1|k]$ - nisbati bilan belgilanadi

$$\hat{x}_p[k+1|k] = f_p[\hat{x}_p[k], k]. \quad (24)$$

Takroriy π -algoritm [8,9] yordamida bir vaqtning o'zida baholash va identifikatsiya qilish juda samarali ekanligi juda keng tarqalgan.

Asosiy modul (20) undagi ifodani almashtirgandan so'ng (21) shaklni oladi

$$\begin{aligned} \hat{x}_p = [k+1] &= f_p[\hat{x}_p[k], k] + P[k+1] h_{x_p}^T [f_p(\hat{x}_p[k], k), k+1] \times \\ &\times R^{-1}[k+1] \{z[k+1] - h[f_p(\hat{x}_p[k], k), k+1]\} \end{aligned} \quad (25)$$

(25) formulada p qiymati hali ham taxminiy baholash xatolarining kovaryans matritsasiga teng $\Delta x_p = x_p - \hat{x}_p$

Takroriy π -qo'shma baholash va parametrik identifikatsiya qilish algoritmi hisoblash jihatidan tejamkor. U uzluksiz π algoritmi [10] kabi sinxron aniqlash bilan qidiruv gradient algoritmiga o'xshashlikka ega.

Davlat makonidagi dinamik tizimlarni aniqlash uchun yuqoridagi algoritmlar ko'rib chiqilayotgan diagnostika muammosini samarali hal qilishga yordam beradi.

NATIJARLAR. Yuqoridagi algoritmlarni amalda qo'llashda foydali bo'lgan ba'zi yondashuvlarni ko'rib chiqamiz. Baholashning bir usuli o'lchov natijalarining ehtimollik zichligi va



Bayes teoremasi yordamida olingan aniq yoki taxminiy tenglamalarga asoslanadi.

Boshqa yo'l - Kalman filtridan foydalanish. Kalman va Busi [9,10] birinchi marta ushbu masalani berilgan boshlang'ich shartlar bilan oddiy differensial tenglamalarni yechishga qisqartirish orqali oq shovqin fonida tenglama bilan ifodalangan chiziqli modelning holat o'zgaruvchilari uchun minimal dispersiya ballarini qanday olish mumkinligini ko'rsatdi. Asar mualliflari variatsion usullar va optimal boshqaruv nazariyasidan foydalangan holda Kalman va Busi natijalarini chiziqli bo'lmagan oddiy differensial tenglamalar modeli misolida kengaytirdilar va ularni taxminlarni topish muammosini hal qilishda qo'lladilar. Tavsiya etilgan usullarning aksariyati ba'zi bosqichlarda linearizatsiya qiladi va keyin Kalman filtri yoki uning ekvivalentidan foydalanadi. Boshqa filtrlash usullari (taxminlarni topish algoritmlari) [10,11,12] asarlarida tasvirlangan.

Parametrlarning taxminlarini olish uchun holat o'zgaruvchilarining vektori quyida (26) ko'rsatilgandek to'ldiriladi (kengaytiriladi)

$$\underline{Z} = \begin{bmatrix} \underline{X} \\ \underline{\beta} \end{bmatrix} = [X_1 X_2 \dots X_n, \beta_1 \beta_2 \dots \beta_q]^T \quad (26)$$

va koeffitsientlar doimiylar tomonidan qabul qilinganligi sababli, $\dot{\underline{\beta}} = 0$ bo'ladi. Keyin jarayon modeli yana quyidagicha (27) shakllanadi:

$$\frac{d\underline{Z}}{dt} = \underline{\dot{Z}} = \underline{g} = \begin{bmatrix} \underline{f} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (27)$$

Turli xil chiziqli bo'lmagan filtrlash usullarini ko'plab taqqoslashlar shuni ko'rsatdiki, kovaryans xato matritsasi faktorizatsiyasi bilan kengaytirilgan Kalman filtri $\underline{P} = \underline{U} \underline{D} \underline{U}^T$ (bunda \underline{U} - yuqori uchburchak matritsa, \underline{D} - diagonal matritsa) raqamli hisob-kitoblar paytida eng kam beqarorlikni va kirish buzilishlarining apriori statistikasining o'zgarishiga eng katta befarqlikni beradi. Kvadrat ildiz filtri (Potter-Shmidt filtri) [26] bilan $\underline{P} = \underline{S} \underline{S}^T$ (bunda \underline{S} - kvadrat matritsa) bundan tashqari, chiziqli bo'lmagan filtrlashning qoniqarli usuli [12].

Tizimli va tasodifiy baholash xatolarini tahlil qilish masalalarini ko'rib chiqamiz. Kalman filtrlash usulida o'lchash moslamalari tomonidan qo'llaniladigan tizimli (dinamik) shovqin va shovqin mustaqil tasodifiy Gauss oq shovqin o'rtacha nol hisoblanadi. Ikkala shovqinning kovaryans matritsalarini mos ravishda quyidagilar bilan belgilanadi \underline{Q} va \underline{R} . Bundan tashqari, shovqinlarning korrelyatsiya vaqtlari tizimning reaksiya vaqtlariga qaraganda ancha kichik deb taxmin qilinadi. Holat o'zgaruvchilari vektorining boshlang'ich qiymatlari \underline{Z} va kovaryans xato matritsasi \underline{P} o'rtacha qiymat bilan normal taqsimlangan qiymatlar $\underline{\mu}_z$ kovaryans va shunga ko'ra $\underline{P} = 0$. Shu bilan birga, \underline{Z} va \underline{P} holat va parametr o'zgaruvchilari uchun kerakli nuqta va intervalli taxminlarning foydali yaqinlashuvi sifatida qaralishi mumkin.

Baholarning dastlabki aniqlik darajasini \underline{Z} tanlash uchun biz $\underline{P} = 0$ matritsadan foydalanishimiz mumkin. Priori ma'lumot nisbatan kamdan-kam hollarda ma'lum bo'lganligi sababli, $\underline{P} = 0$ tanlov o'zboshimchalik bilan amalga oshiriladi va qoniqarli baholarni aniqlash muddati ushbu tanlovga bog'liqligi sababli bir qator qiyinchiliklarga olib kelishi mumkin. Agar holat o'zgaruvchilarining dastlabki kovaryans xato matritsasi ishlatilsa R_0 elementlarning katta qiymatlari bilan, keyin Kalman filtri kattaroq o'sishlarni beradi va hozirgi o'lchovlar taxmin qilingan qiymatlarga ko'proq ta'sir qiladi. Shuning uchun filtrlash jarayoni chegara qiymatlariga tezroq yaqinlashadi. $\underline{P} = 0$ matritsaning juda kichik elementlari bilan Kalman filtri juda kichik o'sishlarni beradi va filtrlash jarayoni yakuniy hisob-kitoblarga erishish uchun ko'p vaqt talab etadi. E'tibor bering, $\underline{P} = 0$ tenglik nimani anglatadi, \underline{X}_0 bu ham ma'lum, $\underline{\beta}$ ham va shuning uchun parametrlarni baholashda $\underline{P} = 0$ matritsaning bunday oddiy tanloviga yo'l qo'ymaslik kerak; ammo, agar parametrlar ma'lum bo'lsa, unda



$\underline{P}_0 = \underline{0}$ tanlov holat o'zgaruvchilarining taxminlarini topish uchun foydalidir.

Agar filtrlash faqat o'lchovlarning shovqin fonidan foydalansa, ya'ni tizimning shovqini (yoki holat o'zgaruvchilari) bo'lmasa, demak, $\underline{Q} = \underline{0}$ aniq dinamik model ma'lum. Afsuski, $\underline{Q} = \underline{0}$ tanlov Kalman filtrining oxir-oqibat yangi o'lchovlarga kam vazn berishiga va qoniqarsiz ishlashiga olib keladi [11,12].

Umuman olganda, \underline{Q} juda kichik elementlarga ega bo'lgan matritsa filtrlash jarayonining yomon yaqinlashishiga olib keladi, shu bilan birga, agar \underline{Q} elementlar juda katta bo'lsa, taxminlar yangi o'lchovlarga juda bog'liq.

Algoritmning qoniqarli ishlashini ta'minlash uchun \underline{Q} matritsa elementlari sinov va xatolar orqali tanlanishi ("sozlanishi") mumkin va ba'zida holat o'zgaruvchilari vektorini yanada kengaytirish mumkin bo'ladi, shunda ba'zi Q_{ij} elementlar model koeffitsientlari bilan bir vaqtda baholanadi.

1- Jadval. $l_{1-\alpha}$ ba'zi qiymatlar

Elementlar r soni \underline{z}	Ehtimollik uchun			Ehtimollik uchun ishonchli qiymatlar	
	$l=1$	$l=2$	$l=3$	90 %	95%
1	0,683	0,955	0,997	1,645	1,960
2	0,394	0,865	0,989	2,146	2,447
3	0,200	0,739	0,971	2,500	2,795
6	0,144	0,305	0,926	3,263	3,548
10	0,0017 2	0,0538	0,467	3,998	4,279

Agar $\underline{R} = \sigma^2 \underline{\Omega}$ va $\underline{\Omega}$ ma'lum bo'lsa va σ^2 noma'lum bo'lsa, unda shunga o'xshash maydonni qurish mumkin [6,10]. Shuni yodda tutish kerakki, \underline{z} vektor \underline{x} va \underline{b} , $\underline{z} = \underline{x}$ va $\underline{\beta}$ dan iborat.

Vaziyat o'zgaruvchilari va model koeffitsientlari uchun individual ishonch intervallarini giperellipsoidni ($\underline{z} - \underline{z}$) elementlarga mos keladigan koordinata o'qlariga loyihalash orqali aniqlash

mumkin. \underline{P} matritsaning k -diagonali elementi yordamida qurilgan t -mezon yordamida tekshirish yanada taxminiy, ammo sodda.

O'lchov xatolari qo'shimchalar va odatda o'rtacha nol bilan taqsimlangan deb taxmin qilamiz. \underline{z} haqida oldindan ma'lumot yo'q. $\underline{R} = \sigma^2 \underline{\Omega}$ ma'lum qiymat $\underline{\Omega}$ va σ^2 noma'lum bilan bo'lsin. Keyin

$$\hat{s}_{z_k} = (P_{kk})^{1/2} \quad (28)$$

(28) ifoda \hat{s}_{z_k} - vektorning z_k elementining \underline{z} o'rtacha kvadratik (standart) og'ishining taxminiy qiymati va z_k uchun ishonch oralig'i

$$\hat{z}_k - \hat{s}_{z_k} t_{1-\frac{\alpha}{2}} < z_k < \hat{z}_k + \hat{s}_{z_k} t_{1-\frac{\alpha}{2}} \quad (29)$$

(29) ifoda $t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ - kvantil t -ishonch ehtimoli $100(1-\alpha) \%$ va erkinlik darajalari soni uchun taqsimot, bu \hat{z} eksperimental ma'lumotlarni (nuqtalarni) hisoblashda ishlatiladigan songa teng bo'lib, taxmin qilingan holat va parametr o'zgaruvchilari soniga kamayadi [10,12].

Ishda aniqroq mezonlar tasvirlangan. Bu yerda nol gipotezaga muvofiq normal traektoriya bo'ylab ishonch maydoni va joriy o'lchovlarni qayta ishlash orqali Kalman filtri yordamida topilgan traektoriya bo'ylab ikkinchi ishonch maydoni quriladi. Agar bu ikki ishonch sohasi bir-biridan farq qilsa va shu bilan nol gipotezani tasdiqlamasa, unda muammo yuzaga keladi.

Yuqoridagi usullar dinamik tizimlarning holatini tashxislash vazifalarida baholash protsedurasining barqarorligi va aniqligini oshirishga imkon beradi.

XULOSA.

- dinamik tizimlarning holat o'zgaruvchilarini baholash algoritmlari tahlil qilindi va ularni diagnostika muammolarida qo'llash masalalari ko'rib chiqildi;

- dinamik makondagi dinamik tizimlarni aniqlash algoritmlari berilgan;



- dinamik boshqaruv tizimlarida quyi tizimlarni diagnostika qilish algoritmlari taklif etiladi;

- Kalman filtrining yangilanish ketma-ketligi bo'yicha dinamik tizimlarni diagnostika qilish algoritmlari ishlab chiqilgan;

- adaptiv baholash usullari asosida tizimning ishlash jarayonini optimallashtirish algoritmlari taklif etiladi;

- ko'rib chiqilayotgan baholash protseduralarining barqarorligi va aniqligini oshirish uchun hisoblash algoritmlari va usullari keltirilgan.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Фурасов В.Д. Задачи гарантированной идентификации. Изд-во: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 152 с.
2. Карабутов Н.Н. Адаптивная идентификация систем. Информационный синтез. Изд-во: КомКнига, 2006. - 384 с.
3. Жиров М.В., Макаров В.В. Адаптивная идентификация нестационарных технологических процессов с марковскими параметрами в задачах стохастического управления // АиТ, № 2, 2002. –с. 56-70
4. Лункин Б.В. Диагностирование датчиков на объектах контроля и управления, Автомат. и телемех., 2003, №11. –С.183–194.
5. Гришин В.Ю., Лобанов А.В., Сиренко В.Г. Функциональное диагностирование в распределенном системном диагностировании многомашинных вычислительных систем, Автомат. и телемех., 2002, №1. 154–160.
6. Шумский А.Е. Функциональное диагностирование нелинейных динамических систем с запаздыванием, Автомат. и телемех., 2009, №3. –С.172–184.
7. Димитриев Ю.К. Анализ возможности локального диагностирования в вычислительных системах с циркулянтной структурой на основе использования избыточности в числе анализируемых исходов тестирования, Автомат. и телемех., 2010, №4. – С.169–180.

8. Yo'ldosheva D.Sh., Abdullayev B., "Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari uchun optimal algoritmlar va ularning dasturiy ta'minotini yaratish", O'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali 2021-yil 3-son, 466-b.

9. Yo'ldasheva D. SH., Azamxonov B.S. "Характеристика задач диагностирования динамических систем", International Scientific and Practical conference "Actual issues science", Committee List for 2021-2022, 187-b.

10. B.A.Abdullayev, B.S.Azamxonov, D.Sh.Yo'ldasheva, "Avtomatik boshqaruv tizimlarini diagnostikasi va texnologiyalari", TATUFF "Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va kommunikatsiyalari sohasida zamonaviy muammolar va yechimlar" mavzusidagi Respublika ilmiy –texnik antumani ma'ruzalar to'plami, 2022 yil, 461-b.

11. B.S. Azamxonov, J.YU. Suyumov, D.SH. Yuldasheva, "Алгоритмы диагностирования динамических систем по обновляющей последовательности фильтра Калмана", Farg'ona Politexnika Instituti ilmiy-texnika jurnali, 2023 yil maxsus son №2

12. Azamxonov B.S., Yo'ldosheva D.Sh., "Aniqlash va diagnostika tizimlarini loyihalash dinamik tizimlar bilan bog'liq muammolar", TATU FF "Texnika va raqamli texnologiyalarni amaliyotda qo'llanilishi va ularning innovatsion yechimlari" nomli xalqaro imiy-texnik anjuman 2023 yil.

