



**OBJEKT MUVOZANATINI ROSTLASHDA
AVTOMATLASHTIRISH ALGORITMI VA DASTURIY VOSITA
YARATISHNING AVTOMATIK BOSHQARISH
FUNKSIYALARI**

Buriyev Bobur Erkinovich

ALFRAGANUS UNIVERSITY Nodavlat oliy ta'lim tashkiloti Raqamli
texnologiyalari kafedrası o'qituvchisi
<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.10565760>

ARTICLE INFO

Received: 17th January 2024

Accepted: 24th January 2024

Online: 25th January 2024

KEY WORDS

*Obyekt, axborot tizimlari,
operativ mexanizm,
modellashtirish,
avtomatlashtirish,
konsentratsiya, termik ta'sir.*

ABSTRACT

Ushbu maqolada obyekt muvozanatini rostdashning avtomatlashtirish algoritmi va dasturiy vosita yaratilishida avtomatik boshqarish funksiyalari to'g'risida ma'lumotlar berilgan. Mavzu bo'yicha aniq dalillar asosida obyekt muvozanatini avtomatlashtirish algoritmi mexanizmlari, dasturiy vosita yaratish bosqichlari va avtomatik boshqarish funksiyalarining operativ mexanizmlari aniq dalillar asosida yoritilgan.

KIRISH

Bugungi zamonaviy axborot almashinuvi davrida dasturiy vosita yaratish uchun avtomatik boshqarish, axborot tizimlari funksiyalarini o'rganish, raqamli avtomatik boshqarish har bir soha oldida turgan maqsadli muammolardan biriga aylanib bormoqda. Birgina xo'jalik ishlaridagi barcha jarayonlarni keng miqyosida raqamlashtirish va avtomatlashtirish O'zbekistonda davlat bosqichida hal etilayotgan muhim vazifalardan biridir. Raqamli iqtisodiyotni shakllantirish kerakli infratuzilma, ko'p mablag' va mehnat resurslarini talab etishi qanchalik mashaqqatli bo'lmasin bu muammoni bugunning o'zida hal etishimiz zarur. Shuni inobatga olib, raqamli iqtisodiyotga faol o'tish - kelgusidagi eng ustuvor vazifalarimizdan biri sifatida belgilab berildi.

Fan va texnologiyalar integratsiyasi, ishlab chiqarish jarayonlarini ilg'or axborot texnologiyalari asosida boshqarishning zamonaviy usullari sanoatning turli sohalarida, ko'pchilik sanoat korxonalarida keng tarqalgan. Eng so'nggi avtomatlashtirilgan sanoat tizimlarini yaratish va ishlatishda asosiy rol ilmiy -texnik taraqqiyotni joriy etish, modellashtirilgan texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, elektron va mikroprotessorli texnologik vositalar yordamida ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish boshqaruv tizimlari oldidagi muhim ustuvor vazifalardan biri sanaladi.

Ijtimoiy hayotda tabiat, fan-texnika, iqtisodiyot, jamiyatda bir qancha shart-sharoit va ta'sir etish omillarga bog'liq bo'lgan har xil jarayonlar sodir bo'ladi. Inson ushbu holatning borishi uchun zarur sharoitlarni o'zgartirgan holda ularning xarakteriga ham ta'sir ko'rsatibgina qolmasdan, ularni o'zgartiradi va o'zining maqsadlariga uyg'unlashtiradi. Holatning tabiiy kechishiga bunday aralashuv, jarayon borishini tizimli o'zgartirish - inson



boshqaruv faoliyati mohiyatini tashkil etadi. Bosqacha aytganda, boshqaruv inson ongli faoliyatining barcha jabhalari va faoliyatini qamrab oladi.

Shaxsning boshqaruv faoliyati aynan bir jarayonni qaysidir maqsad bilan tizimli tashkillashtirishni taqozo etadi. Natijada *boshqarish (boshqaruv)* deb ataluvchi, aniq natijalarga erishilishini ta'minlagan holda u yoki bu jarayonni ongli yo'lga qo'yishdan iborat xatti-harakatlarning bajarilishiga sabab bo'ladi.

ASOSIY QISM

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi (qisqartirilgan ACS) - texnologik jarayon, ishlab chiqarish yoki korxonada turli jarayonlarni boshqarish uchun mo'ljallangan apparat va dasturiy ta'minot, shuningdek xodimlar. ACS turli sohalarida, energetikada, transportda va hokazolarda qo'llaniladi. "Avtomatlashtirilgan" atamasi "avtomatik" atamasidan farqli o'laroq, inson operatori tomonidan ma'lum funksiyalarni saqlab qolishni ta'kidlaydi yoki eng umumiy, maqsadga yo'naltirilgan tabiat yoki avtomatlashtirishga mos kelmaydi.

Fan-texnika taraqqiyoti jadal rivojlanib borayotgan bir davrda fan tomonidan tashkillashtirish va boshqarish masalalariga katta ahamiyat berilmoqda. Texnikaning tezkorlik bilan rivojlanishi va murakkablashishi, o'tkazilayotgan tadbirlar qamrovining oshib borayotganligi, ulardan kelib chiqadigan samarali natijalarning g'oyat xilma-xilligi muayyan maqsadga yo'naltirilgan murakkab jarayonlarni tarkibiy va tashkiliy tomondan tahlil qilish zaruriyatiga olib keladi.

Umuman olganda, boshqaruv tizimini o'zaro bog'liq bo'lgan boshqaruv jarayonlari va obyektlari yig'indisi sifatida ko'rish mumkin. Boshqarishni avtomatlashtirishning umumiy maqsadi boshqaruv obyektining potensial imkoniyatlaridan foydalanish samaradorligini oshirishdan iborat. Shunday qilib, bir qator maqsadlarni aniqlash mumkin:

Qaror qabul qiluvchiga (DM) qaror qabul qilish uchun tegishli ma'lumotlarni taqdim etish;

Shaxsiy ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash operatsiyalarini tezlashtirish;

Qaror qabul qiluvchi qabul qilishi kerak bo'lgan qarorlar sonini kamaytirish;

Nazorat va ishlash intizomi darajasini oshirish;

Boshqaruv samaradorligini oshirish;

Qaror qabul qiluvchilarning yordamchi jarayonlarni amalga oshirish xarajatlarini kamaytirish;

Qabul qilingan qarorlarning asoslilik darajasini oshirish;

Axborot oqimining fan-texnika sohalarida yuqori sur'atlarda kuchayganligi, zarur axborotni qayta ishlashga ketadigan vaqtning qisqarishi, iqtisodiy tizimlarda ichki va tashqi o'zaro munosabatlarning murakkablashganligi boshqarish jarayonida eng tezkor, optimal qaror qabul qilishdan iborat muammoli masalani qiyinlashtirmoqda. Bugunda mavjud murakkab texnik va iqtisodiy tizimlarni avtomatik boshqarishni maxsus ilmiy tadqiqot ishlarini bajarimasdan amalga oshirishni tasavvur qilib bo'lmaydi.

Ijtimoiy hayotdagi har xil ehtiyojlarni qondirish maqsadida bajariluvchi maqsadga qaratilgan jarayonlarni muayyan harakatlar operatsiyalarning majmuasi deb qarash mumkin. Bu operatsiyalarni ikki turga – *ishchi operatsiyalar* va *boshqarish operatsiyalariga* ajratish mumkin.

Ishchi operatsiyalar – jarayonning borishini aniqlab beruvchi tabiiy qonuniyatlarga mos kelgan holda uning bajarilishi uchun bevosita zarur bo'lgan harakatlardir. *Ishchi*



operatsiyalardagi inson mehnatini mexanizm va mashinalarga topshirish mexanizatsiyaning mohiyatini tashkil etadi. Bu jarayondan ko'zda tutilgan asosiy maqsad – insonni katta jismoniy kuch (fizik energiya) talab etuvchi og'ir operatsiyalarni hamda hayot uchun zararli va odamning asab tizimini charchatuvchi bir xil turdagi operatsiyalarni bajarishdan ozod qilishdan iboratdir.

Boshqarish operatsiyalari – muayyan vaqt davomida alohida ishchi operatsiyalarning boshlanishi, to'xtatilishini, ularning bajarilish ketma-ketligini, ishchi operatsiyalarning bajarilishi uchun zarur resurslarning ajratilishini ta'minlovchi, jarayonning o'ziga kerakli parametrlarni (yo'nalish, tezlik, tezlanish, temperatura, konsentratsiya va h.k.) beruvchi harakatlardir.

Muayyan maqsadni ko'zda tutgan holda ma'lum bir ketma-ketlikda bajariladigan boshqarish operatsiyalari *boshqarish jarayonini* tashkil etadi.

Har qanday boshqarish jarayoni quyidagi bosqichlarga ega bo'ladi:

Vujudga kelgan vaziyatni baholash maqsadida kerakli axborotni yig'ish va qayta ishlash;

Maqsadga muvofiq eng maqbul harakatlar to'g'risida qaror qabul qilish;

Qabul qilgan qarorni bajarish; qaror bajarilishini nazorat qilish.

Boshqarish operatsiyalari *boshqaruv obyektiga* yo'naltirilgan bo'ladi.

Qandaydir *obyektni boshqarish* – talab etilgan holatlar yoki jarayonlarga erishish maqsadida shu obyektga ta'sir ko'rsatish demakdir. Boshqarish operatsiyalari sifatida samolyot, stanok, elektrodvigatel va shunga o'xshashlarni ko'rsatish mumkin. Texnik jarayonlar va agregatlar, agregatlar guruhi, sexlar, korxonalar, mehnat jamoalari, tashkilotlari va shu kabilar boshqaruv obyektiga va boshqaruv operatsiyalariga misollar bo'la oladi.

Har bir boshqarish jarayoni asosiy tashkil etuvchilar – *boshqaruv tizimi (boshqaruvchi tizim)* va *boshqaruv obyektiga* bilan tavsiflanadi. Boshqarish jarayonining o'ziga xos asosiy belgisi – uni tashkil etuvchi qismlarining bir butunligi va bir-biri bilan uzviy bog'liqligidir.

Boshqaruv tizimi – boshqaruv vositalari (boshqarish jarayonini ta'minlash vositalari: texnik qurilma va uskunalar, zarur tarkibiy tuzilmalar, usullar, dasturlar va sh .k.) va boshqaruv obyektidan tashkil topgan majmuadir. Texnikada, ishlab chiqarishda va iqtisodiyotda qo'llanuvchi zamonaviy boshqaruv tizimlari o'zining murakkab tuzilishi, qudratli hisoblash texnikasining va ilg'or axborot texnologiyalarining keng qo'llanishi bilan ajralib turadi.

Boshqarish operatsiyalarini qisman yoki to'liq texnik qurilmalar bajarishi mumkin. *Avtomatlashtirish* – boshqarish operatsiyalaridagi inson mehnatini mashinalarga yuklash demakdir. Avtomatlashtirish natijasida boshqarish operatsiyalari *avtomatik qurilmalar* deb ataluvchi texnik vositalar yordamida bajariladi.

Obyektni inson ishtirokisiz, texnik vositalar bilan boshqarishga *avtomatik boshqarish* deyiladi. Har qanday texnik, shu jumladan ishlab chiqarish jarayonini boshqarish bilan bog'liq barcha mumkin bo'lgan operatsiyalarning bajarilishini bevosita inson ishtirokisiz ta'minlovchi tizimlarga *avtomatik boshqaruv tizimlari* deyiladi.

Boshqarish jarayonining talab etilgan tarzda kechishi uchun zarur parametrlarning (ko'rsatkichlarning) berilgan qiymatlarini avtomatik ravishda ta'minlashga *avtomatik sozlash (rostlash)* deb, buni amalga oshiruvchi tizimlarga esa, *avtomatik sozlash tizimlari* deyiladi.



Operatsiyalarning faqat ma'lum bir qismi avtomatlashtirilgan, qolgan qismi (odatda eng mas'uliyatlisi) esa inson tomonidan bajariluvchi boshqaruv tizimiga *avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi* deyiladi.

Texnik jarayonlarni bevosita inson ishtirokisiz boshqarishni ta'minlovchi boshqaruv tizimlarini qurish tamoyillari va nazariyasini, shu jumladan, bunday tizimlarni tashkil etuvchi texnik vositalarni qurish tamoyillarini qamrab oluvchi fan va texnika sohasiga *avtomatika* deyiladi.

Avtomatlashtirish yo'nalishlari xilma-xil bo'lib, ularga masalan, uchish apparatlarini avtomatik boshqarish, avtomobillar ishlab chiqarish, transport harakatini boshqarish, tibbiy diagnostika va shu kabilarni kiritish mumkin. Avtomatlashtirish texnologik jarayonlarning unumdorligini, mehnat samaradorligini va sifat ko'rsatkichlarini oshiradi, jarayonni tezkor bajaradi, ishchi xodimlar sonini kamaytiradi. Avtomatik tizimlar vaqt bo'yicha nihoyatda tez kechuvchi va inson hayoti uchun xavfli bo'lgan texnologik jarayonlarni boshqarishda ayniqsa alohida ahamiyatga egadir. Kosmik tadqiqotlarning butun kompleksi, raketani strategik nishonga to'g'rilash, murakkab energetik tizimlarni boshqarish kabilarni avtomatik boshqaruv tizimisiz tasavvur qilish mumkin emas.

Negaki bunday jarayonlarda amaliy nuqtai nazardan bir lahzada ro'y beruvchi vaziyatlarni nazorat etish, himoya tizimi, yopish tizimi, zaxira kiritish kabi yana bir qator o'ta muhim vazifalarni hal etish lozimdir.

TAHLIL VA NATIJALAR

Zamonaviy texnika va texnologiyalarning muvaffaqiyatlari, ayniqsa, interaktiv grafikada, aloqada, ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlarida va tadbiiy dasturiy ta'minotda erishilgan muvaffaqiyatlar ikkita muhim yo'nalish – kompyuterlar yordamida loyihalashni va ishlab chiqarishni kompyuterlar yordamida boshqarishni rivojlantirish imkonini berdi.

Ilmiy-texnika taraqqiyoti jadal rivojlanayotgan davrda fan tomonidan tashkillashtirish va boshqarish masalalariga katta ahamiyat berilmoqda. Texnikaning tez rivojlanishi va murakkablashishi, o'tkazilayotgan tadbirlar doirasining nihoyatda kengayganligi va ulardan kelib chiqadigan natijalarning g'oyat xilma-xilligi – bularning hammasi muayyan maqsadga yo'naltirilgan murakkab jarayonlarni tarkibiy va tashkiliy tomondan tahlil qilish zaruriyatiga olib keladi. Bugungi kunga kelib barcha sohalarda axborot oqimining nihoyatda kuchayganligi, zarur axborotni qayta ishlashga ketadigan vaqtning kamayganligi, iqtisodiy tizimlarda ichki va tashqi o'zaro aloqalarning murakkablashganligi boshqarish jarayonida eng maqbul, optimal qaror qabul qilishdan iborat masalani qiyinlashtirmoqda.

Ishlab chiqarish, texnika, iqtisodiyot va inson amaliy faoliyatining boshqa sohalarida paydo bo'luvchi boshqaruv muammolarini har tomonlama tadqiq etish natijasida yangi fan – *boshqarish nazariyasi* vujudga keldi va rivojlanmoqda. *Avtomatik boshqarish nazariyasi* – bu yo'nalishning asosi hisoblanadi. Dastlab u texnik obyektlar – ishlab chiqarish, energetika, transport va shunga o'xshash sohalardagi texnik obyektlarni avtomatik boshqarish jarayonlarining tadqiqot natijalari sifatida paydo bo'ldi. Uning asosiy ahamiyati bugungi kunda ham saqlanib qolgan bo'lsada, uning xulosa va natijalaridan nafaqat texnik, balki iqtisodiy, tashkiliy, biologik, ijtimoiy va shu kabi xarakterda bo'lgan boshqaruv tizimlarining faoliyatlarini o'rganish uchun foydalanilmoqda.



Texnologik obyektlar, mashinalar, dastgohlarni boshqarish jarayoni o'z murakkabligiga ega, ammo tashkiliy strukturalarni boshqarish esa yanada murakkab va mas'uliyatlidir. Industrial rivojlangan hozirgi zamon jamiyati uchun boshqaruv tizimlari murakkabligining yanada oshganligi xarakterli belgi hisoblanadi.

Avtomatik boshqarish deb, obyektning ishlashi va undan kutilgan natija – ma'lum miqdorli, sifatli mahsulot, jarayon olish uchun avtomatik boshqarish qurilmalari orqali boshqarish maqsadida, ya'ni ma'lum dastur asosida ko'rsatiladigan ta'sirlar to'plamiga aytiladi.

Har qanday texnologik jarayon ishlatiladigan ashyoga faol (mexanik, termik, ximik va hak.) ta'sirlar tufayli bo'ladi. Ishlov beriladigan ashyoga faol ta'sir ko'rsatadigan qurilma asosiy texnologik jihozni tashkil etadi. Unga ayrim mexanizmlar yoki mashinalar, hatto butun ishlab chiqarish to'plami kirishi mumkin. Bu qurilmalar boshqarish obyekti hisoblanadi. Ular uchun bir qator holatlar yoki ish rejimlari borligi odatdagi holatdir. Boshqaruv obyektining ish rejimiga obyektning maxsus organiga (kirishiga) maqsadli o'zgartirish tufayli erishiladi. Bu ta'sirlarni boshqaruvchi qurilma aniqlaydi.

Avtomat ravishda boshqaruv insonning bevosita ishtirokisiz avtomat boshqaruv qurilmalari yordamida amalga oshiriladi. Avtomat boshqaruv qurilmalari bilan boshqaruv obyekti birgalikda avtomat boshqaruv tizimini tashkil etadi.

Obyekt kirishiga boshqaruvchi ta'sir berilganda, obyektida boshqaruv maqsadiga mos harakat (jarayon) hosil bo'ladi. Bu harakat obyektning holatini baholaydigan holat o'zgaruvchilari yoki obyektning koordinatalari deb ataladigan boshqariluvchi o'zgaruvchi qiymatlar bilan aniqlanadi. Obyektida hosil bo'ladigan harakat nafaqat boshqaruvchi ta'sirni tabiatiga va jadalligiga bog'liq, balki turli to'lqinlantiruvchi ta'sirlarga, shuningdek obyektning statik va dinamik xususiyatlariga ham bog'liqdir.

To'lqinlantiruvchi ta'sirlarga obyektning yuklamasi, atrof – sharoitini turli ta'sirlari, obyekt ichki parametrlarining o'zgarishi tufayli hosil bo'ladigan ta'sirlar kiradi. Obyektning dinamik xususiyatlari uning strukturasiga va parametrlariga bog'liqdir. Ishlash jarayonida ko'pchilik obyektlarni dinamik xususiyatlari qat'iy o'zgarimas deb bo'lmaydi, ular ma'lum chegarada o'zgaradi va bu o'zgarish odatda tasodifiy ravishda ro'y beradi.

Avtomat ravishda boshqaruvchi tizimlarning boshqaruv ta'sirlari keladigan axborot (informatsiya)ga, ya'ni tizimni taxmin qilingan yoki bo'lib o'tgan holati haqida ma'lumotlarga qarab belgilanadi. Birinchi navbatda bu obyektning xarakteristikalarini va parametrlari, hamda boshqaruv jarayonini belgilovchi koordinatalari haqidagi qiymatlardir. Axborotning ikki turini ya'ni, boshlang'ich (dastlabki) yoki aprior (avvaldan) va ishchisini ajratishadi. Dastlabki yoki aprior axborot deb, tizim ishlashidan oldin boshqariladigan jarayon va boshqarish tizimi haqida ixtiyorimizda bo'lgan ma'lumotlarga aytiladi. Ishchi axborot deb, tizim ishlayotgan vaqtda olinadigan axborotga aytiladi.

Dastlabki to'liq axborotga ega tizimlarda talab etilgan sifat ko'rsatkichini ta'minlash mumkin. Dastlabki to'liq axborotga ega bo'lmagan tizimlarda boshlang'ich axborot boshqarish maqsadiga yoki talab etilgan sifatlarni olishga yetarli emas. Bunday tizimlarda ishlash jarayonida ishchi axborot dastlabki axborotda yetishmaydiganlarini o'z axboroti bilan to'ldirish zarur. Bu tizimlarning o'ziga xos xususiyati bu obyekt xarakteristikalarini tahlil



qiladigan, qurilmalarning borligidir va ular yetishmagan axborotni manbai bo'lib xizmat qiladi.

Murakkab obyektни boshqarish algoritmi asosida amalga oshiriladi. Algoritm deb, dastlabki ma'lumotlarni izlangan natijaga o'tkazish yo'l-yo'rig'i mazmunini va ketma-ketlik operatsiyasini belgilab beradigan yo'l-yo'riqqa aytiladi. Boshqaruvchi qurilma esa, boshqaruv algoritmi asosida harakat qilib, unga keladigan axborotga ishlov beradi va ularni boshqaruv obyektlarini boshqaradigan ta'sirlarga aylantiradi.

Algoritmning muhim xislati, uning belgilovchi jarayonni diskretligi (uni ayrim ketma-ket bo'laklardan iborat ishlash) xususiyatidir.

Avtomat ravishda boshqarishning asosiy shakllari (turlari) quyidagicha:

uzilgan ta'sir zanjiri bo'yicha avtomat ravishda boshqarish;

avtomat ravishda rostdash;

avtomat ravishda sozlash;

Boshqarishning oxirgi ikki turi boshqaruv obyektining kirishiga teskari bog'lanish zanjirlari orqali axborot berilishini ko'zda tutadi. Bunday boshqaruv turiga mos tizimlarni birinchi turli boshqaruvdan farq qilish uchun yopiq boshqaruv tizimi deyiladi.

Tizimning kirishiga belgilovchi (topshiriq) ta'sir x_0 beriladi va boshqaruvchi qurilma (BQ) yordamida u boshqaruvchi u ta'sirga o'zgartiriladi.

XULOSA

Avtomatik rostdashda boshqaruvchi ta'sir teskari bog'lanish qurilmalari yordamida jarayonni haqiqiy borishini hisobga olib shakllantiriladi. Obyekt koordinatalarining holati haqidagi (informatsiya) axborot teskari bog'lanish kanallari (yo'llari) orqali boshqaruvchi qurilma kirishiga beriladi, unda o'zgartirilib topshiriq ta'sir bilan solishtiriladi. Teskari bog'lanish signali x_0 ishorasiga nisbatan (+) yoki (-) bo'lishi mumkin. Amaliyotda ko'proq manfiy ishorali teskari bog'lanish ishlatiladi, bu degani BQ kirishidagi og'ish (xato) miqdori $e=x_0-u$ tenglikda aniqlanadi. Demak x_0 va u solishtirilib aniqlangan e qiymatiga qarab boshqaruvchi qurilma BQ oradagi e farqni kamaytirish uchun topshiriq ishlab chiqadi va bu u signal BQni shu yo'nalishda harakat qilishga majbur etadi.

Teskari bog'lanish prinsipi (ya'ni og'ish-xato bo'yicha boshqarish) universalligi va ta'sirchanligi tufayli boshqariladigan qiymatni berilgan qonun bo'yicha o'zgartirishga imkon beradi va bu og'ishni hosil bo'lishiga sababchi bo'lgan to'lqinlantiruvchi ta'sirning xususiyatiga bog'liq bo'lmagan holda amalga oshiriladi.

Bu uslub universalligi tufayli har xil dinamik xususiyatlarga ega, hatto beqaror tizimlarni ham boshqarishga imkon beradi. Og'ish bo'yicha boshqarish prinsipi uzilgan tizimlarga nisbatan yopiq tizimlarda berilgan obyekt uchun harakat qonunini yuqori aniqlik bilan amalga oshirishga imkon yaratadi.

Boshqaruvchi qurilma rostdlovchi teskari bog'lanish bilan birgalikda rostdlagichni tashkil etadi. Boshqarish obyekti rostdlagich bilan birgalikda avtomat rostdlash tizimini (ART) beradi. ART teskari bog'lanishlari tizimini statik va dinamik xarakteristikalarini shakllantirishga yordam qiladi. Bu xarakteristikalar esa ART bajaradigan vazifasi, hamda texnologik jarayon tomonidan qo'yiladigan talablar asosida aniqlanadi. Avtomat rostdlash tizimini hech bo'lmaganda rostdlanadigan koordinatani haqiqiy va berilgan (topshiriq) qiymatlarini solishtirish uchun xizmat qiladigan bitta teskari bog'lanishga ega bo'lishi zarur.



References:

1. Востокин, С. В. Применение метода парного взаимодействия объектов для построения сред разработки распределенных приложений [Текст] / С. В. Востокин // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2005. – № 38. – С. 26-28.
2. Зекцер, И. Д. Разработка системы исследования алгоритмов балансировки имитационным методом [Текст] / И. Д. Зекцер // Инфокоммуникационные технологии. – 2010. – № 4. – С. 36-40.
3. Гудов, А. М. Имитационное моделирование процессов передачи трафика в вычислительных сетях [Текст] / А. М. Гудов, М. В. Семехина // Управление большими системами. – 2010. – №31. – С. 130-161
4. Васильев, К. К. Математическое моделирование систем связи: учебное пособие [Текст] / К. К. Васильев, М. Н. Служивый. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 170 с.
5. Демченко, В. А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС [Текст] / В. А. Демченко. — О.: Астропринт, 2001. — 305 с.
6. Серов, Е. П. Динамика парогенераторов [Текст] / Е. П. Серов, Б. П. Корольков. — М.: Энергоиздат, 1981. — 408 с.
7. Гудвин, Г. К. Проектирование систем управления [Текст] / Г. К. Гудвин, С. Ф. Греббе, М. Э. Сальгадо. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. — 32 с.
8. Тодорцев, Ю. К. Модели элементов установки теплоснабжения как объекта автоматизации [Текст] / Ю. К. Тодорцев, К. В. Беглов, И. Н. Максименко // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. — 2005. — № 2(16). — С. 27-31.
8. Автоматика-2014 [Текст]: материалы 21-й Международной конференции с автоматического управления, 23-27 сентября 2014, г. Киев / под ред. М. Ю. Ильченко. — К.: Изд-во НТУУ «КПИ» ВПИ ВПК «Политехника», 2014. — 58 с.
9. Astrom, K. J. Drum-boiler dynamics [Text] / K. J. str m, R. D. Bell // Automatica. — 2000. — Vol. 36, № 3. — P. 363-378. doi:10.1016/s0005-1098(99)00171-5
10. Плетнёв, Г. П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций [Текст] / Г. П. Плетнёв. — М.: Энергоатомиздат, 1981. — 368 с.
11. Ключев, А. С. Настройка систем автоматического регулирования котлоагрегатов [Текст] / А. С. Ключев, А. Г. Товарнов. — М.: Энергия, 1970. — 280 с.