



NOANIQLIK SHAROITIDA TEXNOLOGIK JARAYONLARNING INTELLEKTUAL BOSHQARISH TIZIMLARINI KOMPYUTERLI MODELLASHTIRISH

Xalilov A.J.^[0000-0002-6646-2174]

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Agronomiya kafedrasida katta o'qituvchisi

Annotatsiya. Maqolada noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlarni intellektual boshqarish tizimlarini kompyuterda modellashtirish muammolari muhokama qilinadi. Tadqiqot vositalari sifatida Maple, MATLAB, Aspen HYSYS va Aspen Plus modellashtirish dasturlari ishlatilgan. Taklif etilayotgan kompyuter modeli amaliy dasturlar paketlarini yaratish talabi asosida qurilgan. Noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlar uchun modellar va boshqaruv tizimlarini qurish muammolarini hal qilish yondashuvlari tahlili keltirilgan.

Kalit so'zlar: noaniqlik, kompyuter modeli, modellashtirish dasturlari, matematik model, intellektual boshqaruv tizimi, amaliy dastur, identifikatsiya.

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы компьютерного моделирования интеллектуальных систем управления технологическими процессами в условиях неопределенности. В качестве инструмента исследования были использованы моделирующие программы Maple, MATLAB, Aspen HYSYS и Aspen Plus. Предложенная компьютерная модель построена по требованию создания пакетов прикладных программ. Приведен анализ подходов к решению задач построения моделей и систем управления технологическими процессами в условиях неопределенности.

Ключевые слова: неопределенность, компьютерная модель, моделирующие программы, математическая модель, интеллектуальная система управления, прикладная программа, идентификация.

Annotation. The article discusses the problems of computer modeling of intelligent control systems of technological processes under conditions of uncertainty. As a research tool, were used modeling programs Maple, MATLAB, Aspen HYSYS and Aspen Plus. The proposed computer model is built on demand for creating application packages. The analysis of approaches to solving the problems of building models and process control systems under uncertainty is given.

Key words: uncertainty, computer model, modeling programs, mathematical model, intelligent control system, application program, identification.

Kirish

Texnologik jarayonlarning boshqarish tizimlarini modellashtirish va loyihalash amaliyotida ko'pincha boshqaruv ob'ektlarining alohida parametrlarini real qiymatlari noma'lum yoki ularning qandaydir statistik tavsifi ma'lum bo'lmagan holatlar yuzaga keladi.

Parametrlardagi noaniqliklar turli sabablar tufayli yuzaga kelishi mumkin:

- real texnologik jarayonni approksimatsiyalovchi soddalashtirilgan modellardan foydalanganda;
- noma'lum o'zgaruvchilarni baholash va identifikatsiyalashning to'liq amalga oshirilmaganda;
- ob'ektning matematik modellarini tenglamalarida nostatsionar koeffitsiyentlarning mavjud bo'lganda.

Bundan tashqari, boshqaruv ob'ektining tavsifini aniqligiga jihozlarning nuqsonlari, titrash, ishning bir maromdamasligi, ish rejimining o'zgarishi, o'lchash asboblarning xatoliklari va shkalalarning noaniqligi, tashqi ta'sir parametrlari o'zgarishi kabi texnologik faktorlar ham ta'sir qilishi mumkin. Jihozlar elementlarining eskirishi va ishdan chiqishi, harorat, namlik, bosim va boshqa tashqi ta'sirlarning o'zgarib turishi kabi foydalanishdagi o'ziga xosliklar ham real tavsiflarni nominal qiymatdan og'ishiga olib kelishi mumkin. Sanab



o'tilgan barcha hollarda boshqarish sistemasini noma'lum parametrlarining variatsiyalari tavsifini qandaydir ma'noda noaniq deb hisoblash mumkin, chunki ularning o'zgarishlari faqat aprior chegaralanishlargagina bo'ysunadigan bo'ladi.

Noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlarning boshqarish tizimini modellashtirish masalasini yechish uchun odatda minimaks usullari, o'yinlar nazariyasi, stoxastik boshqarish usullari, noravshan mantiq, invariantlik va adaptiv boshqarish usullaridan foydalaniladi. U yoki bu yondoshuvlardan foydalanish, boshqarish sistemasining strukturasi va sifatiga qo'yilgan talablar va noaniqliklarning turiga bog'liq [1].

So'nggi yillarda dinamik tavsifli boshqarish sistemalarini modellashtirish va loyihalash nazariyasi va amaliyotida o'ziga xos xususiyatga ega bo'lgan yangi bir yo'nalish, ya'ni noaniq parametrlarni olgan holda yuqori sifatli noravshan rostlagichni yoki neyron tarmoqlarini qo'llash orqali intellektual boshqarish tizimlarini ishlab chiqish yo'nalishi paydo bo'ldi. Bu yo'nalishning o'ziga xosligi shundaki, ushbu tizim ikkita zamonaviy sun'iy intellekt texnologiyasiga asoslangan [2,3].

Ko'rib chiqilayotgan yondoshuvning afzalligi shundaki, hisoblashlar uchun noaniq parametrlarning o'zgarish diapazonlarini, odatda amaliyotda ma'lum bo'lgan, quyi va yuqori chegaralarini bilish yetarlidir. Ammo, bugungi kungacha noaniqlik sharoitlaridagi turli funksional vazifali texnologik ob'ektlarning boshqarish sistemalarini tavsiflash va qurish usullari yetarli darajada rivojlanmagan. Konstruktiv konsepsiya va nazariy xarakterdagi mos qoidalarning mavjud emasligi, boshlang'ich ma'lumotlarni intervallar yordamida ifodalash konsepsiyasi asosida parametrlarning noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlarni boshqarish tizimini modellashtirish va optimallashtirish, parametrik identifikatsiyalash va boshqarish sistemalarini sintezlash usullari, va algoritmlarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqotlarning zarur va dolzarbligini belgilab beradi.

Uslubiyat va usullar

Noaniqlik faktorlarining xilma xilligi, boshqaruv masalasini qo'yilishida boshlang'ich hisoblanuvchi ob'ekt yoki sistemaning qurilgan modellari determinantlangan matematik bog'liqliklar hisobga olinmasligiga olib keladi va o'zida u yoki bu shaklda tavsiflangan noaniq parametrlarni mujassamlashtiradi.

Noaniqlik faktorlarini tavsiflash uchun turli modellar (stoxastik, statistik, noaniq va interval) dan foydalanish mumkin. U yoki bu modelni tanlash noaniqlik faktorlarining tavsif shakliga bog'liq. Modellarini qurish usullarining har biri, qator hollarda kutilayotgan natijalarni faktik natijalardan kuchli chetlanishiga olib keluvchi boshlang'ich sharoitlarning bir qancha sistemalariga asoslanadi.

Ushbu ishda tadqiqot ob'ekti nostatistik tabiatli yoki taqsimotning ko'rinishi noma'lum yoki o'zgaruvchan, lekin taqsimoti finitli xarakterga ega bo'lgan noaniqlik holatlari ko'rib chiqilgan. Bunday sharoitlarda faktorlarni tavsiflashning eng umumiy va tabiiy shakli, ularni o'zgaruvchilar yoki bog'liqliklarning mumkin bo'lgan qiymatlari diapazoni beriladigan muayyan oraliq shaklda aks ettirish hisoblanadi.

Matematik modellarni qurish bosqichida modellarning chegaralangan sinfi ichidan monand modelni tanlash va uning strukturasi ko'rsatish masalasini yechish zarur. Noaniqlikni tavsiflashning tanlangan usuli, shuningdek aprior ma'lumotlar har bir bosqichdagi yechish jarayonining qidirish sohasini qisqartirish imkonini beradi [4,5].

Texnologik jarayonlarni boshqarish tizimini modellashtirish va optimallashtirish, parametrik identifikatsiyalash va intellektual boshqarish sistemalarini sintezlashning usullarini ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarga oid ilmiy-texnik adabiyotlarni so'nggi yillardagilarining tahlili ushbu sohada ma'lum darajada nazariy va amaliy natijalarga erishilganligi haqida guvohlik beradi. Aprior parametrik noaniqlik sharoitida ishlovchi intellektual boshqarish sistemalarini qurishning turli yo'llari mavjud va ishlab chiqilmoqda [6-10].



Shu bilan birgalikda mavjud adabiyotlarda boshqarish sistemalari va matematik modellarni sintezlash masalalaridagi intellektual boshqarish usullarining imkoniyatlari yetarlicha baholanmagan. Bu holat, bugungi kunga qadar noaniqlik sharoitidagi texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari va modellarini qurishning konsepsiyasi va konstruktiv uslubiyoti ishlab chiqilmaganligi bilan belgilanadi. Noaniqlik sharoitidagi sun'iy intellekt texnologiyalari asosida boshqariluvchi sistemalarning turg'unligini tahlil qilish, texnologik boshqaruv ob'ektlarining parametrlarini baholash hamda boshqaruv ob'ektlarining matematik modellarini sintezlash va shakllantirishning usullari va algoritmlari yetarli darajada yaratilmagan.

Shuningdek, boshqaruv ob'ektlarining to'liq va soddalashtirilgan modeli texnologik jarayonlarning boshqarish sistemalarini modellashtirishning usullari va algoritmlari ham rivojlantirilishi hamda optimallashtirilishi talab etiladi. Bu holat baholarning nazariy va amaliy olingan tavsiflari o'rtasidagi farq tufayli yuzaga kelgan. Ba'zida bu farq jiddiy hisoblanilib, baholash algoritmlaridan kompyuterda maxsuslashtirilgan dasturlardan foydalanish maqsadga muvofiq [8].

Shunday qilib, bugungi kunda boshqaruv tizimi va texnologik jarayonlarning matematik modellarini hal etiluvchanligi, aniqligi va murakkabligi, shuningdek noaniqlik faktorlarni hisobga olish o'rtasidagi o'zaro kelishilgan tomonlarini detallashtirish darajasi ko'pincha modellashtiruvchi va loyihalovchilarning tajribaviy ma'lumotlariga, tayangan evristik mulohazalari orqali ifodalanadi. Bunday sharoitlarda u yoki bu usullardan foydalanishning naqadar samaraliligi haqida gapirish hamda boshqaruv sistemalari va modellarni sintezlashning eng yaxshi variantini tanlash ancha mushkul vazifadir. Yuqorida qayd etilganlardan, noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlarning intellektual boshqarish tizimini modellashtirish, optimallashtirish usullari va algoritmlarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqotlarning zarur kelib chiqadi.

Modellarni shakllantirish darajasining yetarli emasligi, shakllantirishda barcha faktorlarni hisobga olish imkonining yo'qligi, ko'pincha faqatgina sifat xarakteriga ega bo'lgan boshlang'ich axborotning yetarli emasligi yoki ishonchsizligi va shu kabi qator sabablarga ko'ra boshqarish masalasini yechish qiyinlashadi. Boshqacha so'z bilan aytganda, shakllantirilgan boshqaruv va turli xil noaniqliklar sharoitida tezkor qaror qabul qilishga to'g'ri keladi. Ma'lum usullar bilan sintezlangan optimal boshqaruv sistemalari parametrlarining sonli qiymatlari hisoblangan, ya'ni boshqarish qonunlari sintezlanadigan qiymatlardan bir oz bo'lsada farq qiladigan ba'zi hollarda turg'unlikni yo'qotilishi mumkinligi ko'rsatilgan. Amalda bunday sistemalar ishga yaroqsiz hisoblanadi.

Dinamik sistemalarda noaniqlikni yuzaga kelishining manbalari va sabablari sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

- kirish ma'lumotlarining noaniqligi;
- o'lchash asboblarning xatoligi (ma'lumot yig'ish sezgir elementlarining xatoligi);
- tajribaning uslubiy xatoligi sababli matematik modellarning sonli koeffitsiyentlarini noaniq berilish va parametrlarni noaniq o'lchash;
- yetarli tajribaviy materiallar to'planganligiga qaramasdan, parametrning o'zgarish diapazonin sonli qiymati haqidagi bilimning yetarli emasligi;
- parametrlarning ma'lum sonli diapazonlar (intervallar) yoki sohalarda o'zgarishi;
- sistema matematik modellarining koeffitsiyentlarini identifikatsiyalashda olib boriladigan hisoblarning e'tiborga olinmagan hisoblash va uslubiy xatoliklari;
- tadqiq qilinayotgan fizik jarayonning soddalashtirilgan matematik tavsifi;
- yechishning taqribiy usullaridan foydalanish;
- matematik modellarni ko'zda tutilgan soddalashtirilishlari: modellarni chiziqlantirish, murakkab sistemalardagi qism sistemalar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni e'tiborga olmaslik, ko'p bog'lamli sistemalarni dekompozitsiyalash;
- matematik modellarning strukturalarini noaniqligi;



- boshqa usullardan foydalanishning qiyinligi, mehnat sarfining yuqoriligi yoki ishonchsizligi va shu kabilar.

Bugungi kunda murakkab sistemalardagi boshqaruv bo'yicha optimal qarorlarni tanlash uchun noaniqlik sharoitida sifatli axborotni shakllantirish va undan foydalanishga nisbatan nazariy va amaliy yondoshuvlar rivoj topgan. Shuningdek, noaniqlik sharoitidagi dinamik sistemalar uchun identifikatsiyalash masalalaridagi baholashning ixtisoslashtirilgan usullari rivojlantirilmoqda. Shu bilan birgalikda bunda o'yinlar nazariyasi rivojlangan usul sifatida hamda axborotga ishlov berish va sun'iy intellekt bilan bog'liq bo'lgan yangi usullar ham keng qo'llanilmoqda.

Yuqorida sanab o'tilgan matematik usullarning har biri modellarning ma'lum sinflariga mo'ljallangan:

- ehtimollik modellari;
- diapazonli modellar;
- lingvistik modellar;
- fazoviy koordinatalar sohasida ellipsoidal baholarni olish imkonini beruvchi modellar;
- boshqaruvni dinamik sistemalarining ko'p rejimli modellari;
- interval modellar;
- interval parametrlar va ehtimollik tavsiflarini birlashtiruvchi matematik modellar;
- noravshan mantiqiy modellar;
- neyron tarmoqli modellar;
- bashoratlovchi modellar va shu kabilar [9].

Ushbu ishda ko'rib chiqilayotgan masaladagi sistemani takomillashtirishning asosi bashoratlovchi noravshan modelning mantiqiy-matematik apparatidan va emperik ma'lumotlar asosida o'qitilgan neyron tarmoqli rostdash usulidan foydalanish hisoblanadi [1]. Bu xususiyat, noaniqlikka ega texnologik jarayonlarni intellektual boshqarish sistemalarini qurishning quyidagi bosqichlarini mantiqiy ketma-ketliklarini nazarda tutuvchi konsepsiyasining mohiyatini belgilab beradi.

Noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlarni intellektual boshqarish tizimlarini kompyuterda modellashtirish jarayoni qurishning birinchi bosqichi – bu texnologik jarayonning tadqiqot natijalari bo'yicha intellektual boshqarish sistemasining vazifasini aniqlash (intellektual boshqaruv maqsadini aniqlash, g'alayonlar ta'sirlari, texnologik cheklashlar, ishlashda ko'zda tutilmagan holatlar, zaruriy o'lchashlar, noaniqlik faktorlarining tahlili va shu kabilar haqidagi qarashlarni shakllantirish). Ikkinchi bosqich texnologik jarayon modellarining monand strukturalarini tanlash hamda parametrik va strukturaviy identifikatsiyalash algoritmlarini yaratishdan iborat. Uchinchi bosqichda intellektual boshqarishning algoritmlari va analitik sintezning dasturiy vositalarini yaratish va amaliyotga tatbiq etishdan iborat.

Texnologik jarayonlarni boshqarish tizimini modellashtirish va optimallashtirish, parametrik va strukturaviy identifikatsiyalash usullarini ishlab chiqishning bunday g'oyasini shakllangan holda mujassamlashtirish uchun uni amalga oshirish imkonini beruvchi usullar, algoritmlar va maxsus matematik hamda dasturiy ta'minotni yaratish talab etiladi [11-12].

Tadqiqot qismi

Ushbu ishda boshlang'ich ma'lumotlar noaniqlik sharoitida bo'lgan intellektual boshqaruv masalalarini yechish uchun dasturiy-algoritmik ta'minot tizimlarini yaratish masalasi tadqiq qilingan.

Tadqiqotning asosiy natijalaridan biri, boshqaruvning intellektual sistemalarini qurish va dinamik xossalarni tadqiq qilish masalalarini yechishga mo'ljallangan amaliy dasturlar paketi (ADP) ning yaratilishini tavsiflash hisoblanadi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, taklif etilgan algoritmlarning ko'pchiligida foydalanuvchi noravshan mantiq va neyron tarmoqlar



hamda sun'iy intellekt asoslari bilan tanish bo'lishi zarur deb faraz qilinadi. Ushbu mulohazalardan kelib chiqqan holda intellektual boshqaruv algoritmlarni avtomatik qurish uchun mo'ljallangan amaliy dasturlar paketini yaratish tamoyillari bayon etiladi. Avtomatlashtirishning loyihalash (loyihalash vositalari yordamida) jarayoni uchun zaruriy dasturiy ta'minotga qo'yiladigan talablar shakllantirilgan.

Shakllantirilgan talablar asosida yaratilgan ADP, dinamik xossalarni tahlil qilish va ko'p o'lchamli ob'ektlarni avtomatik boshqaruv sistemalarining noravshan mantiqli va neyron tarmoqli rostlagichlarini sintezlash, shuningdek sistemalar harakatlarining holatlarini qurish imkonini beradi.

ADP modulli tamoyil asosida qurilgan bo'lib, modul-qism dasturlarning esa Maple va MATLAB, Aspen HYSYS va Aspen Plus tizimlarining vositalari asosida yozilgan. Bundan tashqari, dasturlar paketi ochiqlik va kenglik talablarini qanoatlantiradi [13-23].

Yaratilgan ADP ning strukturaviy sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, dasturlar paketi asosan uch qismdan tashkil topgan: intellektual boshqaruv ob'ektlarini identifikatsiyalash, intellektual boshqaruv sistemalarni tahlil qilish, noravshan mantiqli va neyron tarmoqli rostlagichning parametrlarini hisoblash. Paketning qolgan barcha bloklari yoki yordamchi yoki xizmat ko'rsatuvchi hisoblanadi.

«Boshqaruvchi asosiy dastur» avval tahrirlashni amalga oshiradi, ya'ni yozuvlarning to'g'riligini tekshiradi.

Belgilarni joylashishini to'g'riligi berilgan belgini o'zidan oldingi va keyingi belgilar bilan solishtirilishini ko'rib chiqish bilan belgilanadi. Agar yozuvlarda xato bo'lsa, unda mos diagnostik xabar beriladi. So'ngra, u amallarni bajarilish ketma-ketligini (kirish va chiqish ma'lumotlarini shakllantirish, yechimlarni tahlil qilish va shu kabilarni) tashkillashtiradi, navbatdagi dasturning nomini aniqlaydi, uni ishga tushiradi va boshqaruvni uzatadi, qo'yilgan topshiriqni yechish bosqichlarini amalga oshirilishini borayotganligi haqidagi axborotlarni yetkazadi.

Boshqaruvchi asosiy dastur darchasidan foydalanuvchilar uchun ko'rsatmalarni olishi mumkin va u quyidagi uchta bloklar bilan bog'langan: «Berilgan ma'lumotlarni shakllantirish» bloki, «Ma'lumotlarni chiqarish» bloki va «Yechimlarni tahlili» bloki.

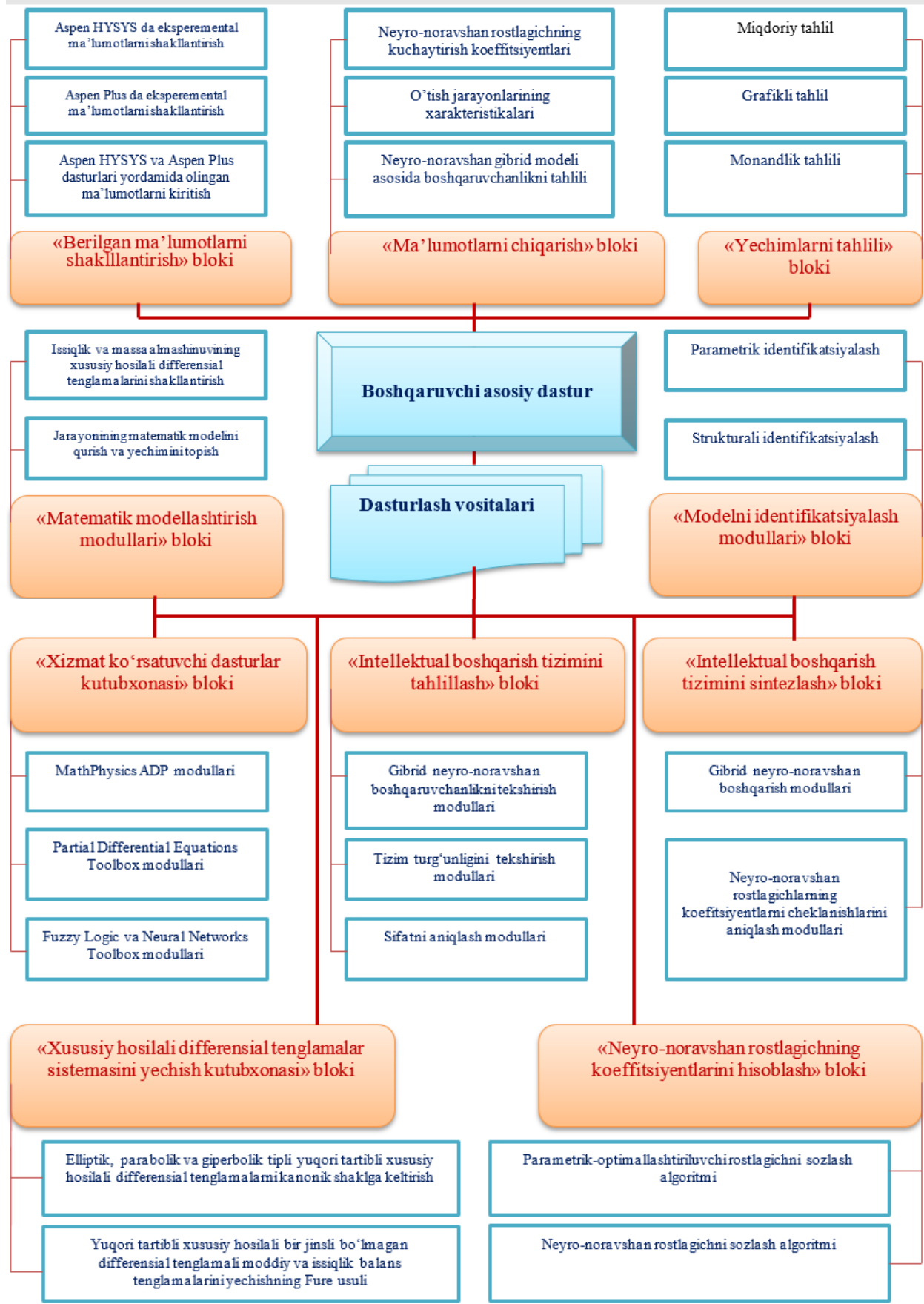
Belgilarni joylashishini to'g'riligi berilgan belgini o'zidan oldingi va keyingi belgilar bilan solishtirilishini ko'rib chiqish bilan belgilanadi. Agar yozuvlarda xato bo'lsa, unda mos diagnostik xabar beriladi. So'ngra, u amallarni bajarilish ketma-ketligini (kirish va chiqish ma'lumotlarini shakllantirish, yechimlarni tahlil qilish va shu kabilarni) tashkillashtiradi, navbatdagi dasturning nomini aniqlaydi, uni ishga tushiradi va boshqaruvni uzatadi, qo'yilgan topshiriqni yechish bosqichlarini amalga oshirilishini borayotganligi haqidagi axborotlarni yetkazadi. Boshqaruvchi asosiy dastur darchasidan foydalanuvchilar uchun ko'rsatmalarni olishi mumkin va u quyidagi uchta bloklar bilan bog'langan: «Berilgan ma'lumotlarni shakllantirish» bloki, «Ma'lumotlarni chiqarish» bloki va «Yechimlarni tahlili» bloki.

«Berilgan ma'lumotlarni shakllantirish» bloki Aspen HYSYS va Aspen Plusda eksperimental ma'lumotlarni shakllantirish va olingan ma'lumotlarni kiritish imkonini beradi.

Neyro-noravshan rostlagichning kuchaytirish koeffitsiyentlari, o'tish jarayonining xarakteristikalarini va neyro-noravshan gibrid modeli asosida boshqaruvchanlikni tahlil qilish «Ma'lumotlarni chiqarish» blokida mujassam. Shuningdek, miqdoriy tahlil, grafikli tahlil va monandlik tahlili «Yechimlarni tahlili» bloki yordamida amalga oshiriladi.

«Dasturlash vositalari» bloki qo'yilgan topshiriqning zaruriy protseduralarini amalga oshiruvchi ishchi bloklardan tuzilgan. Ushbu bloklarning qisqacha tavsifi quyida keltirilgan.

«Matematik modellashtirish modullari» bloki quyidagi hisoblash protseduralaridan tashkil topgan: Issiqlik va massa almashinuvining xususiy hosilali differensial tenglamalarini shakllantirish protseduralari va jarayonining matematik modelini qurish va yechimini topish protseduralari.



1-rasm. ADP ning strukturaviy sxemasi



Bu modul o'z navbatida bevosita «Xususiy hosilali differensial tenglamalar sistemasini yechish kutubxonasi» bloki va «Xizmat ko'rsatish dasturlari kutubxonasi» bloki bilan uzviy bog'langan.

«Xizmat ko'rsatish dasturlari kutubxonasi» bloki o'zida quyidagi hisoblash protseduralarini mujassamlashtiradi: MathPhysics ADP modullari, Partial Differential Equations Toolbox modullari, Fuzzy Logic va Neural Networks Toolbox modullari. Ushbu hisoblash protseduralari noaniqlikli intellektual sistemalarni tahlil qilish uchun zarur.

Bu blokning tarkibini shartli ravishda uch guruhga ajratish mumkin. Ulardan birinchi va ikkinchisi Maple tilida yozilgan matematik fizika tenglamalarini yechish algoritmlaridan tashkil etilgan. Maxsus neyron tarmoqli va noravshan mantiqiy algoritmlar modullari uchunchi guruhni tashkil qiladi.

«Xususiy hosilali differensial tenglamalar sistemasini yechish kutubxonasi» bloki o'zida elliptik, parabolik va giperbolik tipli yuqori tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalarni kanonik shaklga keltirish va yuqori tartibli xususiy hosilali bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamali moddiy va issiqlik balans tenglamalarini yechishning Fure usullarini Maple tilida amalga oshirishni mujassamlashtirgan.

«Modelni identifikatsiyalash modullari» blokiga identifikatsiyalash usulini dasturiy hal etilishining ikki varianti: parametrik va strukturaviy identifikatsiyalash usulining dasturiy amalga oshirish kiritilgan. Noaniqlikli intellektual boshqarish sistemalarni tahlili bilan bog'liq bo'lgan asosiy amallar «Intellektual boshqarish tizimini tahlillash» blokida amalga oshirilgan.

Bu modullar bitta kirish/chiqishli boshqarish ob'ektini parametrik identifikatsiyalashga va ko'p bog'lamli boshqarish ob'ektini identifikatsiyalashga mo'ljallangan.

Gibrid neyro-noravshan boshqarish algoritmi asosida modullari neyro-noravshan rostlagichlarning koefitsiyentlarni cheklanishlarini aniqlash, parametrik-optimallashtiriluvchi neyro-noravshan rostlagichni sozlash, hamda intellektual sistemalar uchun rostlagichlarni sintezlash algoritmlari «Intellektual boshqarish tizimini sintezlash» va «Neyro-noravshan rostlagichning koefitsiyentlarini hisoblash» bloklarida amalga oshirilgan.

Xulosa

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, hozirgi kunda noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlarni intellektual boshqarish tizimlarini kompyuterda modellashtirish muammolari dolzarb va ko'p yo'nalishlarda tadqiqotlarni olib borishni talab etadi.

Tadqiqot natijasi sifatida parametrlarning noaniqlik sharoitida texnologik jarayonlarni intellektual boshqarish tizimini modellashtirish va optimallashtirishni amalga oshirish imkonini beruvchi usullar, algoritmlar va maxsus matematik hamda dasturiy ta'minotni yaratilgan. Ushbu dasturiy-algoritmik ta'minot amaliy dasturlar paketi (ADP) talablari asosida yaratilgan, hamda modulli tamoyil asosida qurilgan bo'lib, undagi modul-qism dasturlar esa Aspen HYSYS va Aspen Plus, Maple va MATLAB sistemasining vositalari asosida yozilgan.

Shuni ta'kidlab o'tish lozimki, foydalanuvchi, paketdan foydalanganda, yechiladigan masala haqidagi boshlang'ich axborotni shakllantiradi, paket esa bu axborotni tahlil qiladi, kirish axborotining belgisi bo'yicha masalaning intellektual modulini quradi, analitik o'zgartirishlarni hisoblashni EHM ning zimmasiga yuklagan holda amalga oshiradi va qo'yilgan masalani yechadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

[1]. Кафаров В.В., Громов Ю.Ю., Матвейкин В.Г. Математическое моделирование химико-технологических объектов в условиях неопределенности // ТОХТ, 1996. - Т. 30, № 1. - С. 85-90.



- [2]. Yusupbekov N.R., Aliyev R.A., Aliyev R.R., Yusupbekov A.N. “Boshqarishning intellektual tizimlari va qaror qabul qilish”. Davlat ilmiy nashriyoti “O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi” Toshkent – 2015 y. 572 bet.
- [3]. Yusupbekov N.R., Mukhitdinov D.P., Kadirov Y.B., Sattarov O.U., Samadov A.J. Control of non-standard dynamic objects with the method of adaptation according to the misalignment based on neural networks, ISSN 2347 – 3983. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research – IJETER, volume 8, number 9, year 2020, pages 5273-5278.
- [4]. Acevedo J., Pistikopoulos E.N. Stochastic optimization based algorithms for process synthesis under uncertainty // Comp. Chem. Eng, 22, 1998. – P. 647-671
- [5]. Albertos P., Sala A. Multivariable control systems: an engineering approach. Springer, 2004, 340 p.
- [6]. Yusupbekov N.R., Mukharamov F.S. Adilov F.T., Gulyamov SH.M., Realization of Intellectual Tracking System with wave channels, Proceedings on fifth International Conference on Application of Fuzzy and Soft Computing. - Milan (Italy). 2002.
- [7]. Rafik Aziz Aliev. Fundamentals of the Fuzzy Logic-Based Generalized Theory of Decisions. Studies in Fuzziness and Soft Computing. Volume 293. - Springer. 2013. - 319 p.
- [8]. Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Алиев Р.Р., Адиллов Ф.Т., Некоторые концепции и принципы построения распределенных интеллектуальных систем. -Т.: Горный вестник Узбекистана. 2002. - № 4 (11).
- [9]. Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Адиллов Ф.Т. Синтез многомерного интеллектуального контроллера для реакторно-регенераторного блока нефтеперерабатывающего производства. -Т.: Химия и химическая технология, 2003. - №1. - С.52-54.
- [10]. Vassilyeva S.N., Kelinab A.Yu., Kudinovb Y.I., Pashchenko F.F, Intelligent control systems. XII th International Symposium «Intelligent Systems», INTELS’16, 5-7 October 2016, Moscow, Russia.
- [11]. Mu S., Goto S., Shibata S., Yamamoto T. Intelligent position control for pneumatic servo system based on predictive fuzzy control // Computers and Electrical Engineering, vol. 75, 2019. - pp. 112-122.
- [12]. Bonivento C., Isidori A., Marconi L., Rossi C. Advances in control theory and application. Springer, 2007, 306 p.
- [13]. Дьяконов В., Круглов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. - СПб. Питер, 2002. - 444 с.
- [14]. Khalilov A.J. Analysis of approaches to solving problems of building models and control systems of technological processes in conditions of uncertainty // Young scientist. — 2018. — № 48 (234). — P. 54-57.
- [15]. Khalilov A.J. Modeling and Development of an Advanced Control System of the Process of Ammonia Synthesis in the Parametric Uncertainty. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 8, Issue 5, May 2021. P. 17466-17472.
- [16]. Khalilov A.J. Computer modeling of control systems of technological processes in the conditions of parametric uncertainty. Scientific and technical journal. 2018 №4. Mining Bulletin of Uzbekistan. P. 86-91.
- [17]. Khalilov A.J. Development of a dynamic mathematical model of the ammonia synthesis process under uncertainty. Journal of Data Acquisition and Processing Vol. 38 (3) 2023. P. 6539- 6550. ISSN: 1004-9037
- [18]. Bazarov M.B., Khalilov A.J. Automation analysis and synthesis of automatic systems in Maple package. Abstracts of the Third Congress of the World mathematical society of Turkic countries. -Almaty, 2009. -p. 75.



[19]. Yusupbekov N.R., Bazarov M.B., Khalilov A.J. The software package for the decision of research problems of dynamic properties and construction of interval systems of automatic control in the environment of MATLAB. Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. WCIS-2010. Tashkent, November 25-27.2010, pages 218-221.

[20]. Khalilov A.J., Akylbaev M.I. Algorithms for solving mathematical physics problems in a complex domain in the Maple system. IV - International Conference on Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65th Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company. / Navoi. 16-17 November, 2023. P. 156-157.

[21]. Мухитдинов Д.П., Халилов А.Ж. Программа моделирования и оптимизации технологическим процессом синтеза аммиака // Государственное патентное ведомство. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ. № DGU 05783, 21.11.2018.

[22]. Мухитдинов Д.П., Халилов А.Ж., Кадыров Ё.Б. Программа управления технологическим процессом синтеза аммиака на основе прогнозирующей модели. // Государственное патентное ведомство. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ. № DGU 05727, 26.10.2018.

[23]. Khalilov A.J., Karabekyan S.X., Latipov Sh.B. Parabolik, giperbolik va elliptik tipli ikkinchi tartibli ikki o'zgaruvchili xususiy hosilali differensial tenglamalarni kanonik ko'rinishga keltirish dasturi. O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. EHM uchun yaratilgan dasturning ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. № DGU 25351, 06.06.2023.