

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА, АХБОРОТЛАШТИРИШ
ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ
ҚЎМИТАСИ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
НУКУС ФИЛИАЛИ**

Қўл ёзма ҳуқуқида

УДК **62-50:663**

Татлымуратов Нурлыбек Жоллыбеаевич

**«Биотехник жараёнларни бошқариш тизимларида
малумотларни қайта ишлашнинг норавшан моделлари ва
алгоритмлари»**

**5A330201- «Компьютер тизимлари ва уларнинг дастурий
таъминоти»**

Магистр академик даражасини олиш учун ёзилган

ДИССЕРТАЦИЯ

Илмий раҳбар:

т.ф.д. Б.Т. Каипбергенов

НУКУС-2014

ANNOTATSIYA

Mavzuning dolzarbligi ahamiyatli faktorlar bilan aniqlanadi, ya'ni sifatli (noravshan) va miqdorli ma'lumotlarni qayta ishlash tizimini tadbiq etish, shuningdek ularni nisbatan katta hajmdagi biotexnik jarayonlar bilan birga mikrobiologik, farmatsevtik va oziq-ovqat sanoatini boshqarishda foydalanish, umuman ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy samaradorligini sezilarli ravishda oshiradi.

Tadqiqot maqsadi. Obyekt haqidagi sifatli va miqdorli ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmlari va modellarini ishlab chiqish, hamda ular asosida obyektning ishlash unumdorligini olttirish uchun boshqarish tizimini yaratish.

Tadqiqot masalalari: modellashtirish va boshqarish maqsadida biotexnik jarayonlarni (BTJ) sifatli va miqdorli xususiyatlarini tadqiq qilish; ma'lumotlarni shakllantirishning sifatli aspektlarini hisobga olgan holda BTJ ning matematik modelini ishlab chiqish; obyektning sifatli va miqdorli xususiyatlarini hisobga olgan holda optimallashtirish va boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish; modellashtirish va boshqarish tizimini tuzilmaviy sintezi va uning biotexnik ob'ektda amalga oshirilishi.

Tadqiqot obykti ba predmeti. Tadqiqot obykti miqdorli ma'lumotlar bilan bir qatorda sifatli (noravshan) ma'lumotlar ham sezilarli ahamiyatga ega murakkab biotexnik jarayonlar hisoblanadi. Tadqiqot predmeti-matematik modellar, hisoblash algoritmlari va sifatli (noravshan) ma'lumotlarni qayta ishlash uchun dialogli-maslahatchi dasturiy vosita.

Tadqiqot uslublari. Tizimli tahlil nazariyasi uslublari, matematik modellashtirish va boshqarish, noravshan ko'pliklar nazariyasi va imitatsion modellashtirish, shuningdek boshqarish tizimlari sintezi va sanoat tajribalari.

Ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat: noravshan ko'pliklar asosida BTJ ning sifatli tahlilini asosiy aspektlari ifodalangan va fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlarni hisobga olgan holda biotexnik kompleksni imitatsion

modellashtirishning uslubiyati ishlab chiqilgan, shuningdek noravshan ma'lumotlar tahlili asosida, modul tamoyilini foydalangan holda BTJ ni boshqarish algoritmi ishlab chiqilgan.

Amaliy ahamiyati. Dissertatsiyada keltirilgan takliflar, xulosalar va natijalar jarayonlar holatlarini identifikatsiyalash va optimallashtirishda, sifatli va miqdorli xususiyatlarni hisobga olgan holda BTJ larni ko'rsatkichlarini baholash va taxmin qilish masalalarini yechishda amaliy tadbiqini topishi mumkin. Ishlab chiqilgan modellashtiruvchi algoritmlar va amaliy dasturlar yetarli darajada universal hamda biotexnik tizimlarning boshqa sinflari uchun qo'llanilishi mumkin.

Ishning hajmi va tuzilishi. Dissertatsiya ishi kirish, uchta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat.

Ishning hajmi: 57 bet kompyuter matni, 3 jadval, 11 rasm, 34 adabiy manba va 1 ilova.

Bajarilgan ishning asosiy natijalari. Ko'p qadamli protseduralar ko'rinishida tuzilgan, har xil noravshanliklarni ketma-ket bartaraf etadigan, noravshan ma'lumotlatni hisobga olgan holda BTJ ni boshqarish modellari va algoritmlari, sxemalar va qayta ishlash strukturasi taklif etildi. Operator-texnologlar uchun, lug'atni o'zgartirish va yangi iboralar kiritish uchun rejimlari ko'rib chiqilgan dialogli-maslahatchi tizim ishlab chiqilgan.

Xulosa va takliflarning qisqacha umumlashtirilgan ifodasi. Ishlab chiqilgan sifatli tahlil, matematik va imitatsion modellar, optimizatsiyalash va boshqarish algoritmlari, shuningdek amaliy dasturlar asosida BTJ ni ishlashining yuqori samaradorligini ta'minlaydigan boshqarish tizimi ishlab chiqildi.

ANNOTATION

The actuality of the research is determined by an important factor that the implementation of processing quality (fuzzy) and quantitative information, as well as their use in the management of microbiological, pharmaceutical and food industries with a large proportion of biotechnological processes (BTP) significantly increase the technical and economic efficiency of production as a whole.

The aim and task of dissertation is to develop models and algorithms for high-quality (fuzzy) and quantitative information about the object, as well as building on their basis the control system to improve the efficiency of their operation.

Objectives of the study are: a study of qualitative and quantitative features of BTP with the aim of modeling and control; develop a mathematical model based on BTP qualitative aspects of formalization; development of algorithms for optimization and management based on quantitative and qualitative characteristics; structural synthesis system modeling and management and its implementation in biotechnological facility.

The object and subject of the research. Object of research are complex biotechnical processes which along with quantitative data plays important role qualitative (fuzzy) information. Subject of research-mathematical models, computational algorithms and Tips dialog software tool for processing qualitative (fuzzy) information.

Methods of the research. Methods of the theory of systems analysis, mathematical modeling and control, fuzzy set theory and simulation, and synthesis of control systems and industrial experiment.

Scientific novelty of the research consists in the following: formulated the basic aspects of BTP qualitative analysis based on fuzzy sets and the method of simulation of the biotech complex, given the physic-chemical and biological

features, as well as based on the analysis of fuzzy control algorithm developed information BTP using a modular principle.

Scientific and practical significance of the research. Contained in the thesis proposal, the conclusions and results may find practical expression in the solution of problems of prediction and performance assessment processes BTP considering quantitative and qualitative features. The developed modeling algorithms and applications are fairly universal and applicable to other classes of biotechnological systems.

Structure of the work. The thesis consists of an introduction, three chapters, conclusion, list of references and applications.

Scope of work: 57 pages of computer text, 3 tables, 11 drawings 34 literary sources and 1 application.

Main results of the research. Proposed scheme, the structure of the processing model and control algorithms based on fuzzy BTP (qualitative) information that is in the form of a multi-step procedure, progressive elimination of vagueness of various kinds. Development tips dialog system for operators technologists, which includes modes for change and the introduction of new vocabulary terms.

Brief statement of summary and suggestions. Developed on the basis of qualitative analysis, mathematical and simulation models, optimization algorithms and control, as well as application management system was developed BTP, providing high efficiency of their operation.

MUNDARIJA

	Kirish.....	7
I bob.	Biotexnik obyektlarni boshqarish tizimlarida noravshan sifatli ma'lumotlarni qayta ishlash uslublarining tizimli tahlili.....	10
1	Boshqarish tizimlarida zamonaviy axborot texnologiyalari.....	10
2	Murakkab shakllanuvchi masalalarni yechish uslublarini va protseduralarni tadqiq qilish.....	13
3	Biotexnik obyektlarni modellashtirish tamoyillari va uslublari.....	17
4	Modellashtirish va boshqarish obyekti sifatida biotexnik jarayonning xususiyatlarini tadqiq qilish.....	21
	I bob bo'yicha xulosa.....	29
II bob.	Biotexnik obyektlarni boshqarish tizimlarida noravshan sifatli ma'lumotlarni qayta ishlash modellari.....	30
1	Biotexnik jarayonlarni imitatsion modellashtirish tizimining asosiy masalalari va komponentlari.....	30
2	Biotexnik jarayonlar sifatli tahlilining matematik aspektlari....	37
3	Obyektning sifatli parametrlarining shakllantirilishi va qayta ishlanishi.....	42
4	Biotexnik jarayonni makro va mikrokinetik xususiyatlarini hisobga olgan holda modellashtirish	46
	II bob bo'yicha xulosa.....	58
III bob.	Biotexnik obyektlarni boshqarish tizimlarida noravshan sifatli ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmlari va ularning amaliy tadbiqi.....	59
1	Biotexnik jarayonni optimallashtirish algoritmi.....	59
2	Noravshan ma'lumotni hisobga olgan holda biotexnik jarayonni boshqarish algoritmi.....	63
3	Biotexnik jarayonni boshqarish tizimining sintezi.....	67
4	Sanoat sharoitlarida boshqarish tizimlarining amaliy tadbiqi.....	70
	III bob bo'yicha xulosa.....	73
	Xulosa.....	74
	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	75
	Ilova.....	78

KIRISH

Mavzuning dolzarbligi. So'ngi vaqtlarda xalq xo'jaligining barcha tarmoqlari tomonidan ishlab chiqarishni boshqarish tizimini takomillashtirish va uning samaradorligini oshirish bo'yicha javobgarli va murakkab masalalar qo'yilgan.

Zamonaviy axborot - telekommunikatsiya texnologiyalari, kompyuter texnikasi vositalarining rivojlanishi bilan xalq xo'jaligining har xil tarmoqlarida murakkab texnologik komplekslarni, shuningdek, biotexnik jarayonlarni (BTJ) ham avtomatlashtirish, algoritmlash va optimal boshqarish kabi keng doiradagi masalalarni yechish amaliy jihatdan haqiqatga aylandi.

BTJ larni boshqarish tizimini ishlab chiqish va tadbiq etish, fizik-kimyoviy va biologik qonuniyatlari asosida jarayonlarni matematik modellashtirish, boshqarish tizimini optimallashtirish va sintez qilish algoritmlarini ishlab chiqish bilan bog'liq bo'lgan bir qator masalalarning yechilishini talab etadi.

Hozirda alohida texnologik jarayonlar matematik tavsifining boy tajribalari yig'ilgan, lekin, texnik komplekslarning matematik modellari yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Bu esa biotexnik jarayonlarning o'ziga xos xususiyatlari bilan bog'liq bo'lgan bir qator qiyinchiliklarning mavjudligi bilan tushuntiriladi. Bu kabi muammolarning yechimini noravshan ko'pliklar nazariyasi uslublari va imitatsion modellashtirish bilan amalga oshirish mumkin.

BTJ larni boshqarish tizimini va matematik modellarini qurishda asosan fizik-kimyoviy, biologik qonuniyatlar va tadqiq qilinayotgan obyektдан olingan ko'p miqdordagi ma'lumotlar foydalanilgan, lekin, sifatli ma'lumotlar esa teng huquqli vosita sifatida sanalmagan.

Shu munosabat bilan matematik tavsiflarni olish, kompyuter texnikasini foydalangan holda sifatli ma'lumotlarni matematik qayta ishlash muammolarini yechish va biotexnik komplekslarni boshqarish tizimlarini ishlab chiqish ham nazariy jihatdan, ham amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega.

Mavzuning dolzarbligi ahamiyatli faktorlar bilan aniqlanadi, ya'ni sifatli (noravshan) va miqdorli ma'lumotlarni qayta ishlash tizimini tadbiq etish, shuningdek ularni nisbatan katta hajmdagi biotexnik jarayonlar bilan birga mikrobiologik, farmatsevtik va oziq-ovqat sanoatini boshqarishda foydalanish, umuman ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy samaradorligini sezilarli ravishda oshiradi.

Shunga ko'ra, biotexnik komplekslar modellarini qurish uslublarining rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan, ya'ni ularning ko'plagan miqdorli va sifatli darajadagi tavsiflarini aks ettiradigan keng doiradagi muammolarni tadqiq qilish masalalarini qo'yish va yechish muhim hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi. Obyekt haqidagi sifatli va miqdorli ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmlari va modellarini ishlab chiqish, hamda ular asosida obyektning ishlash unumdorligini olttirish uchun boshqarish tizimini yaratish.

Qo'yilgan maqsadga muvofiq quyidagi **bir qator masalalarni yechish** zarurati kelib chiqdi:

- modellashtirish va boshqarish maqsadida BTJ larni sifatli va miqdorli xususiyatlarini tadqiq qilish;
- ma'lumotlarni shakllantirishning sifatli aspektlarini hisobga olgan holda BTJ ning matematik modelini ishlab chiqish;
- obyektning sifatli va miqdorli xususiyatlarini hisobga olgan holda optimallashtirish va boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish;
- modellashtirish va boshqarish tizimini tuzilmaviy sintezi va uning biotexnik ob'ektda amalga oshirilishi.

Tadqiqot obykti ba predmeti. Tadqiqot obykti miqdorli ma'lumotlar bilan bir qatorda sifatli (noravshan) ma'lumotlar ham sezilarli ahamiyatga ega murakkab biotexnik jarayonlar hisoblanadi. Tadqiqot predmeti-matematik modellar, hisoblash algoritmlari va sifatli (noravshan) ma'lumotlarni qayta ishlash uchun dialogli-maslahatchi dasturiy vosita.

Tadqiqot uslublari. Ishdagi qo'yilgan masalalarni echish uchun tizimli tahlil nazariyasi, matematik modellashtirish va boshqarish apparatlari,

noravshan ko'pliklar nazariyasi va imitatsion modellashtirish uslublari, boshqarish tizimlari sintezi nazariyasi va sanoat tajribalari foydalanilgan.

Ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

- noravshan ko'pliklar asosida BTJ ning sifatli tahlilini asosiy aspektlari ifodalangan;
- fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlarni hisobga olgan holda BTK ni imitatsion modellashtirishning uslubiyati ishlab chiqilgan;
- noravshan ma'lumotlar tahlili asosida, modul tamoyilini foydalangan holda BTJ ni boshqarish algoritmi ishlab chiqilgan.

Amaliy ahamiyati. Dissertatsiyada keltirilgan takliflar, xulosalar va natijalar jarayonlar holatlarini identifikatsiyalash va optimallashtirishda, sifatli va miqdorli xususiyatlarni hisobga olgan holda BTJ larni ko'rsatkichlarini baholash va taxmin qilish masalalarini yechishda amaliy tadbirini topishi mumkin. Ishlab chiqilgan modellashtiruvchi algoritmlar va amaliy dasturlar yetarli darajada universal hamda biotexnik tizimlarning boshqa sinflari uchun qo'llanilishi mumkin.

Ishning hajmi va tuzilishi. Dissertatsiya ishi kirish, uchta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat.

Ishning hajmi: 57 bet kompyuter matni, 3 jadval, 11 rasm, 34 adabiy manba va 1 ilova.

Bajarilgan ishning asosiy natijalari. Ko'p qadamli protseduralar ko'rinishida tuzilgan, har xil noravshanliklarni ketma-ket bartaraf etadigan, noravshan ma'lumotlarni hisobga olgan holda BTJ ni boshqarish modellari va algoritmlari, sxemalar va qayta ishlash strukturasi taklif etildi. Operator-texnologlar uchun, lug'atni o'zgartirish va yangi iboralar kiritish uchun rejimlari ko'rib chiqilgan dialogli-maslahatchi tizim ishlab chiqilgan.

Xulosa va takliflarning qisqacha umumlashtirilgan ifodasi. Ishlab chiqilgan sifatli tahlil, matematik va imitatsion modellar, optimizatsiyalash va boshqarish algoritmlari, shuningdek amaliy dasturlar asosida BTJ ni ishlashining yuqori samaradorligini ta'minlaydigan boshqarish tizimi ishlab chiqildi.

I BOB. BIOTEXNIK OBYEKTЛАRNI BOSHQARISH TIZIMLARIDA NORAVSHAN SIFATLI MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASH USLUBLARINING TIZIMLI TAHLILI

1.1. Boshqarish tizimlarida zamonaviy axborot texnologiyalari

Kiruvchi ma'lumotlarni aniqsizlik sharoitlarida ishlatishga iqtisoslashgan boshqaruvning samarali tizimini yaratish sohasini tadqiq qilish shuni ko'rsatdiki, zamonaviy axborot texnologiyalari boshqaruvning dasturiy nazariyasiga ko'pgina tarmoqlarni jalb qildi va yangi ilmiy yo'nalish bo'lgan intellektual boshqaruv nazariyasining yaratilishiga olib keldi. «Yangi axborot texnologiyasi» tushunchasi ishda keltirilgan bo'lib [2], darhol keng miqyosda foydalanila boshladi. Ushbu aniqlamaning chegarasidan chiqmagan holda, bugungi kunda zamonaviy axborot texnologiyasining nimalarni taqdim qilishini aniqlashtirishga harakat qilamiz.

1. Bilimlar injeneriyasi. Sun'iy intellekt sohasidagi izlanishlar hisoblash algoritmlarini oldindan ishlash mumkin bo'lmagan masalalar sinfining ajralishi bilan tashabbuslangan. Yechilish algoritmi mavjud bo'lmagan masalalar sinfi mavjud bo'lganda hisoblash jarayonini tashkillashtirishning yagona imkoni yuzaga keldi, bunda, bilimlardan hisoblash jarayonida foydalanildi. Bu esa hisoblash mashinalari xotirasini bilimlar bilan to'ldirish, saqlash, shuningdek, bilimlarni, masalalarni yechish jarayonida qayta ishlash va qo'llanish sohalarini tadqiq qilish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Shu tariqa yangi axborot texnologiyasining ilk yo'nalishi vujudga keldi.

2. Noravshan ma'lumotni qayta ishlash. Noravshan ma'lumotni qayta ishlash uslublari va vositalarining [17] zamonaviy axborot texnologiyasining alohida yo'nalishi sifatida ajratilishi shu bilan tasdiqlanadi, bu texnologiya «noravshan tizimlar» deb ataluvchi va hamma intellektual dasturiy tizimlarni yaratish uchun tayanch (baza) hisoblanadi. Noravshan ma'lumotni qayta ishlash

va noravshan xulosa oldindan ham har xil intellektual tizimlarda foydalanilib kelinmoqda, lekin noravshan tizimlarning ancha keng tarqalishi boshqaruv sohasida kuzatilgan.

3. Yengil hisoblash. Hisoblash natijalarining aniqligini oshirish maqsadida noravshan ma'lumotni qayta ishlash uslublarining bazasiga yengil hisoblash kontseptsiyasi (soft computing) tavsiya etilgan. Bu tavsiya aniq bo'lmagan mantiq asosidagi rostlagichlarning (noravshan rostlagichlar), neyron tarmoqlarning va haqiqatga uqshash talqinlarning integratsiyalashgan qo'llanilishiga olib keldi. [14,33] larda aytilganidek, so'ngi vaqtlarda yengil hisoblashdagi ancha nomdor sxemalar «noravshan rostlagich, neyron tarmoq, genetik algoritmlar» uchligi bo'lgan. Genetik algoritmlar qoidalar va noravshan rostlagich parametrlari bazasini optimallashtirish uchun qo'llaniluvchi evolutsion modellashtirish asosida xizmat qiladi.

4. Ma'lumotni neyrotarmoq orqali qayta ishlash. Hozirgi vaqtda mikroelektron texnologiyaning rivojlanishi bilan bog'liq axborotni neyrotarmoq orqali qayta ishlash uslubiga qiziqish uyg'ondi. Bu o'z navbatida, neyromatematika sohasidagi (masalalarni neyrotarmoq bazisida yechish uslublari) va yangi turdagi kompyuterlar - neyrokompyuterlar arxitekturasini sohasidagi izlanishlarni jadal faollashtirdi. Neyrokompyuterlarning dasturiy hisoblash mashinalaridan asosiy farqi shulardan iborat, hisoblashning asosi uning klassik tushinish va ko'rinish algoritmi emas, balki neyrotarmoqli mantiqiy bazisdagi qandaydir hisoblash usulidir, ya'ni aniq sxemali, aniq strukturali neyron tarmoq ko'rinishida oldindan yoki masala yechish jarayonida qayta ishlanadi [26]. Ayniqsa o'sha farq, axborotni neyrotarmoq orqali qayta ishlashni, zamonaviy axborot texnologiyasining alohida yo'nalishi sifatida qarashga imkon berdi.

5. Evolyutsion modellashtirish. Evolyutsion jarayonlarni tadqiq qilish predmeti sifatida ommaviylashishning (belgili turdagi moddaning ko'p sonli yig'indisi) generatsiyasi va ushbu ommaviylashishning agressiv tashqi muhit sharoitida qisib chiqarilish mexanizmlari xizmat qiladi. Darvin ta'limotiga

muvofig, evolyutsiya uch takrorlanuvchi jarayonlarning o'zaro ta'sirida yuzaga keladi [1]: ommaviylashish nusqalarini tanlash, amplifikatsiya (avlodlarning yaratilishi) va mutatsiya. Bu tamoyillar biotexnik tizimlarni evolyutsion modellashtirishning asosi hisoblanuvchi genetik algoritmlarni qayta ishlashda foydalaniladi.

6. Ko'p agentli tizimlar. Ko'p agentli tizimlar texnologiyasiga olimlar diqqatining oshishining asosiy sabablarining biri bu Internet tarmog'i kabi maxsus ma'lumot saqlagichlarda yig'ilgan axborotlarni izlash va qayta ishlashni parallel olib borish zarurligi hisoblanadi. Hozirda ko'pagentli tizimlar – jadal rivojlanayotgan izlanish yo'nalishidir [9]. Keyingi ming yillikda zamonaviy axborot texnologiyasining ushbu yo'nalishi asosiyga aylanadi deb hisoblanilmoqda. Ko'p agentli tizimlar bo'yicha bir qator xalqaro anjumanlar o'tkazilgan bo'lib, unda hozirgi kunda ular foydalanilayotgan amaliy sohalar ajratib ko'rsatilgan: Internet tarmog'ida axborotni intellektual izlash, biznes jarayonlarining reinjiniringi va loyihalashtirish jarayonlarini qo'llab-quvvatlovchi tizim yaratish, virtual tadbirlarni loyihalashtirish, keng doiradagi loyihalashtirish va boshqarish.

Shuningdek, agarda avtomatik boshqaruv tizimida qo'laniluvchi zamonaviy axborot texnologiyalarini oldindan ishlangan ishlanmalarni foydalanish mumkin bo'lmagan yoki qiyin bo'lgan va hisoblovchi algoritmlar hisoboti jarayonida o'zgarmaydigan boshqaruv masalalarini yechishda axborotni qayta ishlovchi muhit sifatida nazarda tutsak, unda bugungi kunda hamma ushbu muhitlar yo'qorida keltirilgan olti yo'nalish bo'yicha sinflarga ajralishi mumkin.

Shunday qilib, zamonaviy axborot texnologiyasining asosiy yo'nalishi quyidagi masalalarni yechishda foydalaniladi. Birinchi yo'nalish (bilimlar injeneriyasi) ierarxiyaning yo'qori darajasiga uning arxitekturasini ham o'z ichiga olgan ekspert tizim bazasida boshqaruvning intellektual tizimini yaratish uchun foydalaniladi. Ikkinchi yo'nalish (noravshan ma'lumotni qayta ishlash) noravshan boshqaruv tizimlarini yaratishda ko'p qo'llaniladi. Uchinchi yo'nalish (yengil hisoblash) o'zi o'rgatuvchi noravshan tizimlarni qayta ishlashda

qo'llaniladi. To'rtinchi yo'nalish (ma'lumotni neyrotarmoq orqali qayta ishlash) ham o'zi o'rgatuvchi neyrotarmoqli rostlagichlarni yaratishda qo'llaniladi. Evolyutsion modellashtirish uslubi (beshinchi yo'nalish) neyron rostlagichlarni qayta ishlashda va noravshan boshqaruv tizimlarida tegishlilik funksiyasini izlashda foydalaniladi. Oxirgi oltinchi yo'nalish (ko'p agentli tizimlar) taqsimlangan intellektual boshqaruv tizimini yaratishda foydalaniladi.

Zamonaviy axborot texnologiyalari sohasini o'rganish natijalarining tahlili yaqin yillarda uning asosiy yo'nalishlarining ilm va texnikaning ko'pgina tarmoqlarida keng miqiyosda qo'llanilishini ma'lum darajada ishonch bilan taxmin qilishga imkon berdi. Yaqin yillarda kombinatsiyalashgan texnologiyalar sohasidagi izlanishlar ancha istiqbolli bo'lishi mumkin.

1.2. Murakkab shakllanuvchi masalalarni yechish uslublarini va protseduralarini tadqiq qilish

Hozirgi vaqtda bilimlarni taqdim qilish, yaratish va qayta ishlash sohasida tajriba ishining protsedurasi, uslublari, strategiyalari va usullarining sezilarli miqdori ishlab chiqildi, olingan natijalarni qayta ishlashning har xil usullari tavsif qilindi, shuningdek ekspertlardan, maxsus tekstlardan va ma'lumotlar bazasidan bilimlarni olish jarayonini avtomatlashtiruvchi dasturiy muhit yaratildi.

Ammo, amaliyotda kam o'rganilgan ishlar tahlili ko'rsatishicha murakkab shakllanuvchi faktorlarni modellashtirish masalalari mavjud [24]. Bu masalalar ahamiyatga egadir, ekspertlardan olingan bilimlar qoidaga ko'ra murakkab shakllanishning har xil turlarini tashkil etadi, mos uslublar protseduralarga bog'liq holda bilimlarga ega bo'lish aniq axborotni to'liq bo'lmagan holda olish va qayta ishlash imkoniyatini ta'minlashi zarur. Murakkab shakllanuvchi faktorlarning har birining qayta ishlanishi va taqdimotiga bog'liq muammolarni yechish maqsadi bilan izlanishning mustaqil yo'nalishi shug'ullanadi va bu

yo'nalishda bu maqsadga erishish uchun noravshan ko'plik apparatidan ma'lum bo'lgan maxsus matematik apparatlar va formalizmlar [10] asosida bir qator aniq yondashishlar mavjud bo'lgan aniqsizlik va ishonchlilik nazariyasi [4] va aniqsizlik modellari, uslublari yaratiladi va boshqalar. Bu sohadagi izlanishlarning natijalarini biotexnik jarayonlarda (BTJ) qo'llanish masalasi kam tahlil qilingan.

Shu bilan BTJ larning murakkab shakllanuvchi faktorlari sifatida boshqaruv tizimida (BT) quyidagilar qaraladi: oziqaviy moddalar tarkibi (natriy, kaltsiy, magniy, fosfor va boshqalar), shuningdek, ingibitor va aktivatorlar tarkibi; biologik hossalalar (fermentlar faolligi, oqsillar tarkibi, nav turlari va boshqalar); fizik-kimyoviy ma'lumotlar (yorug'lik, kislotaligi va boshqalar); kontaminantlar tarkibi (sutli-nordon bakteriyalar, sirkali-nordon bakteriyalar, ichak bakteriyalari, yavvoyi achitqilar va boshqalar).

Murakkab shakllanuvchi faktorlarni bilimlar olish va tuzilish jarayoni nuqtai nazaridan olib qarash uchun ishlarning tahlili asosida olingan ularning umumiy sinflanishini keltirib o'tamiz (1.1-jadval).

1.1-jadval.

Murakkab shakllanuvchi faktorlarning umumiy sinflanishi

Murakkab shakllanuvchi faktorlar	
1 turdagi murakkab shakllanuvchi faktorlar	2 turdagi murakkab shakllanuvchi faktorlar
Yetarlicha aniq bo'lmaslik	To'liqsizlik
Umumiy bilimlarning yetarlicha aniq bo'lmasligi	Monoton bo'lmaslik
Aniq bilimlarning yetarlicha aniq bo'lmasligi	Qarama-qarshilik
Aniqsizlik	Korreksizlik
Noravshanlik	Aniqlashtirmovchilik
Aniq bo'lmaslik	Me'yorlashtirmaslik

Bu sinflanish shartli va ochiq ekanligi, yani yangi murakkab shakllanuvchi faktorlarni joylashtirishning to'liq mumkinligini ta'kidlash kerak.

1.1-jadvalda ko'rsatilganidek, bu yerda murakkab shakllanuvchi faktorlarning ikki asosiy guruhi ajratilgan, birinchisi (1 turdagi murakkab shakllanuvchi faktorlar) o'z ichiga shunday murakkab shakllanuvchi faktorlarni olgan, ularni ekspert intervyu berishi jarayonida ajratish mumkin emas. Ularni olib berishda maxsus mexanizmlar va yondashishlar talab etiladi.

Materiallarni tahlil qilish va o'tkazilgan izlanishlarning ko'rsatishicha ekspertlardan olingan bilimlarda belgilangan ko'p tarqaluvchi murakkab shakllanuvchi faktorlar: noravshanlik, aniqsizlik, aniq bo'lmaslik, yetarlicha aniq bo'lmaslik va to'liqsizlikdir. Shunga qaramasdan, hozirgi kunda universal aniqlama belgilangan murakkab shakllanuvchi faktorlarning faqat biri – noravshanlik [25] uchun mavjuddir, qolgan murakkab shakllanuvchi faktorlar uchun olimlar ularning tabiyatiga yagona qarash va ekspert bilimlarda belgilanish usullarini ishlab chiqmagan.

Ushbu qo'llaniluvchi ishlarga suyanagan holda [16,32] murakkab shakllanuvchi faktorlarning har biri uchun keyingi aniqlamani kiritamiz.

Aniqsizlik ekspert o'z bayonnomasida keltiruvchi [3] ichonshlilikning qandaydir darajasi bilan tavsiflanadi. Nazariy-ko'plik yondashishni (ya'ni $\langle x \in F \rangle$, iborasi, bu yerda x - qandayda bir F ko'pligining elementi), qo'llanib shuni aytish mumkinki, aniqsizlik vaqtida $\langle x \in F \rangle$ tushunchasiga ushbu koeffitsientni qayta ishlash uchun qo'llaniluvchi uslubga bog'liq bo'lgan ishonchlilik intervali ko'rinishiga ega qandaydir ishonchlilik koeffitsienti yozilgan. Hozirgi kunda sun'iy intellektda ushbu murakkab shakllanuvchi faktorlarni o'rganishning to'liq bir yo'nalishi mavjud, unda ishonchlilik nazariyasi, aniqsizlik nazariyasi va boshqalar bor bo'lib, bu sohada aniqsizlikni qayta ishlash uslublarining to'plami, yakka holda qarasak, Bayes va Dempster-Sheffer uslublari [6] ishlab chiqilgan.

Ayrim hollarda aniqsizlik asosida noravshanlik tushuniladi.

Noravshanlik, ekspert o'z taxminidan foydalangan holda, sifatli tushuncha va aloqalarni miqdoriy tavsiflashga intilganda kelib chiqadi. Nazariy-ko'plik yondashishini foydalanib, noravshanlik F noravshan ko'plik ekanligini bildiradi, ya'ni x elementi haqida uning F ko'pligiga tegishli yoki yo'q deb ayta olmaymiz.

Aniqsizlik noravshanlikdan shunisi bilan farq qiladi, ishonchlilik koeffitsienti qandaydir ko'plikning har bir elementiga emas, faqat aniq tushunchasiga qo'yiladi. Tegishlilik funktsiyasining (TF) [22] ehtimolli interpretatsiya holida aniqsizlik noravshanlikka olib kelishi mumkin.

Ko'p uchraydigan murakkab shakllanuvchi faktor bu aniq bo'lmaslikdir, bunda ekspert o'z taxminida har biri nisbiy o'lchash xatoliklariga ega bo'lgan qandaydir o'lchovchi asboblarda yordamida olingan parametrlarga tayanadi. Bu yerda ham bilim olish jarayonida ekspertdan oson olingan aniq bo'lmagan bilimlar vujudga keladi. $\langle x \in F \rangle$ iborasida aniq bo'lmaslik F bilan to'liq kesishuvga ega bo'lgan qandaydir F ko'pligigacha bo'lgan aniqlik bilan belgili bo'lgan holda yuzaga keladi. Kiritiluvchi kattalikning xatoligi ekspert tomonidan qiyinchiliksiz berilishi mumkin, shuning uchun aniq bo'lmagan bilimlarning olinishi yetarlicha oddiy bo'ladi.

Murakkab shakllanuvchi faktorlarning boshqa ko'rinishi to'liqsizlik bo'lib, u axborot masalalarini yechish uchun zarurligining yo'qligi bilan tavsiflanadi. $\langle x \in F \rangle$ iborasida berilgan murakkab shakllanuvchi faktorlar goh x elementning, goh F ko'plikning aniq emasligini bildiradi. Bilimlarni olish shartlarida, to'liqsizlik, asosan ekspertning masalani yechish uchun zarur bo'lgan fakti bilmasligi bilan bog'liq. Bu holda to'liqsizlikni yengishda shular alternativ bo'lishi mumkin: ekspertlarning bir qator ishlarni oshirishlari va ularning fikrlarining korrelyatsiyasi, shuningdek, bilimlarni ma'lumotlar bazasidan olish (Data Base Mining) texnologiyasini qo'llash. Amaliyotda ushbu guruhda joylashgan holda murakkab shakllanuvchi faktorlarga nisbatan va to'liqsizlikka ham shularni aytish mumkin (1.1-jadval).

Shunday qilib o'tkazilgan izlanishlar ko'rsatishicha bilim olish jarayonlarini qarab o'tkanda gap faqat to'rt murakkab shakllanuvchi faktorlarning, atab aytganda, noravshanlik, aniqsizlik, aniq bo'lmaslik va yetarlicha aniq bo'lmaslikning tushintirilishi, taqdimoti va so'ngi qayta ishlanishi haqida ketmoqda. Murakkab shakllanuvchi faktorlardan iborat bo'lgan bilimlarni qayta ishlash, taqdim qilish va olishdagi qo'shimcha qilingan yondashishlar, uslublar va protseduralar BTJ larda boshqarish tizimini avtomatlashtirilgan holda qurilishining masalaviy - yo'naltirilgan uslubiyatining effektivligini oshiradi. Yozilgan modellar, uslublar va protseduralarning ko'pchiligi dasturiy vositalar kompleksining tarkibida amalga oshirilishi mumkin.

1.3. Biotexnik obyektlarni modellashtirish tamoyillari va uslublari

Matematik uslublar va kompyuter texnikasi asboblari foydalanishga asoslangan BTJ larni boshqarish uslubini va tizimining mavjudligi texnik jarayonning asosiy yo'nalishi hisoblanadi hamda xalq xo'jaligi tarmoqlarida mehnat unumdorligini oshirishning ancha samarali yo'llarining biridir. Ishlab chiqarishni jarayonlarini samarali boshqarish isrofsiz, ya'ni homashyoni tejashga, mashina va uskunalarni ishlab chiqarishni orttirishga imkon yaratadi.

BTJ lar murakkabligi ularni optimallashtirish va boshqarish uchun matematik uslublarni qo'llanishda qiyinchiliklar yaratadi [34].

Matematik ifodalash texnologik o'zgaruvchi obyektlar orasidagi statik va dinamik bog'liqlikni ta'riflovchi chegaraviy shartlar va tenglamalarning yig'indisi sifatida qaraladi.

BTJ larni uning matematik modellari bo'yicha o'rganish o'ziga bir qancha ketma-ket bosqichlarni jamlaydi [5]. Birinchi-olib borilayotgan izlanish maqsadiga mos holda jarayon haqidagi taqdimot asosida tanlov o'tkazadi yoki yangi matematik model yaratadi; ikkinchi-jarayonni ta'riflovchi matematik tenglamalarning aniq ko'rinishini tanlaydi, ushbu tenglamaga qarashli bo'lgan

koeffitsientlarning sonli miqdorini aniqlaydi; uchinchi-maxsus modellashtiruvni kiritadi, ya'ni matematik tenglamani yechish natijasida izlanayotgan bog'liqlikni oladi.

Yechim ko'p hollarda kompyuter texnikasi yordamida analitik, eksperimental-statik va eksperimental-analitik uslublar topiladi.

Analitik yondashish asosida o'rganilayotgan jarayonning tabiati haqida nazariy tushunchalar yotadi, izlanayotgan funktsional bog'lanish o'rganiluvchi obyektidan fizik-kimyoviy va biologik nizomlarini nazariy tahlil qilishdan kelib chiqadi, matematik tushuncha obyektida tajriba o'tkazishni talab etmaydi; loyihalashtirilayotgan jarayonning statik va dinamik tenglamalarini topish mumkin; bir obyekt uchun kiritilgan tenglama bir xil obyektни ta'riflash uchun qo'llaniladi; boshqarish tizimini amalga oshirish mumkin, texnik jarayonlarni o'rganish va yaxshilash mumkin [31].

Bo'layotgan jarayon mexanizmi haqidagi axborotning chegaralanganligini tavsiflovchi harakatdagi sanoat objekti uchun modellashtirishning eksperimental-statik uslubi tez-tez qo'llaniladi. U modellashtirilgan obyektida to'plangan eksperimental ma'lumotlarning tahliliga asoslanadi. Ularni qayta ishlash uchun matematik statistika va ehtimollik nazariyasi qo'llaniladi [29].

Eksperimental ma'lumotlarni to'plash usuliga qarab aktiv va passiv uslublarga ajratamiz.

Aktiv uslub obyektga oldindan rejalashtirilgan dastur bo'yicha kelib chiquvchi sun'iy norozilikga asoslanadi [15].

Optimal rejalardan tashkil topgan uslubiyat ishlab chiqarilgan bo'lib, u zaruriy effektни tez topishga eng yaxshi rejim sohasiga qarab harakatlantirishga yo'naltirilgan, eksperimentning adekvat natijalariga jarayon modelini yaratishga imkon beradi. Shu bilan birga, ishlab chiqarish sharoitlarida aktiv uslub qator cheklovlarga ega, ular texnik rejimning xavfsizligiga asoslangan boshqarilmaydigan parametrlar (homashyo tarkibi, kiritmalar va boshqalar) bo'yicha, sun'iy norozilikning texnik rejimga kiritishning ilojisizligi va boshqalar.

Passiv usulda ekspluatatsiyaning normal rejimida texnik parametrlarning tizimga olinishi amalga oshiriladi. Tajribaga ko'p vaqt talab qilinadi, lekin bu iqtisodiy tuzatish bo'lib, ulkan tonnali uzluksiz sanoat jarayonlarini, birdan-bir iloji shudir.

Texnik jarayonlarning statistik matematik ifodalanishini yaratish uchun tez-tezdan bog'liqsiz me'yoriy-taqsimlangan xatoliklar va juda aniq o'lchamlar bilan regressiv modellar natijaliroq foydalaniladi [11,18].

Regression va korrelyatsion tahlil uslublari qo'llanilishining yaxshi tomoni bilan bir qatorda, ba'zi hollarda texnik jarayonning avzalligini noto'g'ri hisobga olish sababli matematik ifodaning ko'zlangan aniqligiga erishilmay qoladi [12].

Eksperimental-analitik uslub avvaldan ishlangan va keng qo'llaniladi, shuning uchun matematik ifodalash jarayonning fizik-kimyoviy va biologik avzalliklarining tahlili asosida beriladi, sonli miqdori modellashtirilgan obyektдан to'g'ridan - to'g'ri olingan ma'lumotlar bo'yicha aniqlanadi. Bu uslub ikkita ko'rsatib o'tilgan ifodalarning ko'pgina ijobiy xususiyatlarini saqlab qoladi.

O'rganiluvchi ko'p tonnali sanoat BTJ larning murakkabligi ancha kattadir, elementlarning funktsional ifodalarining yetarlicha to'planishiga ega shunday tizimlarni modellashtirishda tenglama tuzish va yechishda qiyinchiliklarga so'zsiz duch kelamiz. Bu muammoning yechimi imitatsion modellashtirish uslubida mavjuddir, kompyuter texnikasida boshqarish algoritmlarining konstruktsiyalanishini ajratishga egadir.

Imitatsion modellashtirishda shunday tadqiqot uslubi tushuniladi, bu o'rganiluvchi dinamik tizimning imitatori bilan almashishiga asoslanib, unda o'rganiluvchi tizim haqidagi zaruriy axborotni olish maqsadida tajribalar o'tkaziladi [30]. Foydalanuvchi kompyuterga ishlab chiqarishning parametrlarining joriy miqdorlarini va uning joriy tuzilishini, boshqaruv ta'sirining o'rganiluvchi nusxasini, norozilikning statistik tavsifini taqdim qiladi va ishlab chiqarish faoliyatining ko'rsatkichlari va tavsiflarini nomlaydi. Imitatsion tajribani o'tkazish vaqtning tez oralig'ida amalga oshirilib, quyidagi

imkoniyatlarni beradi: foydalanuvchiga yechimni topishga, uni boshqa har xil variant va tavsifga ega variant bilan taqqoslashga, olingan yechimning ishga yaroqliligini, ya'ni ishlab chiqarishning parametrlarining aniq bo'lmagan masalalariga sezgirligini tekshirishga.

Hozirgacha matematik modellashtirish avzalliklardan biri, boshqarish uslublarining samaradorligini sezilarli oshirishning yashirin va kam qo'llaniluvchi rezervlari murakkab tizimlarni funktsiyalashtirish avzalliklari haqidagi aprior sifatli axborotning formallashtirilishi va ilmiy asoslangan qo'llanilishi bo'ldi.

Sifatli ma'lumotni shakllantirishning istiqbolli usuli L.Zade taqdim etgan noravshan ko'plik usulidir [29,33].

Noravshan ko'plik va algoritmlar tili - bu keng adekvat matematik apparat bo'lib, u obyektini so'zma-so'z, sifatli yozishdan uning holatini miqdoriy bahoga o'tkazishni maksimal qisqartadi va bu asosida boshqaruvning oddiy va effektiv algoritmlarini formallashtiradi.

Sifatli axborot olishning usullaridan biri texnologik jarayonning odimlarini kuzatishdir. Bu holda sifatli axborotning ishonchliligi muhitning odamga ta'sirining darajasiga bog'liq, bu uning fiziologik imkoniyatlari bilan aniqlanadi.

Bu bilan qator sifatli axborot tajriba o'lchamlarini, shuningdek, matematik modellashtirish natijalarini tahlil qilishda shakllanadi. Bu bilan bog'liq sifatli axborot tabiiy tilda ifodolangan noravshan axborotga yaqin hisoblanadi, u axborotning xarakterli xossalarini ko'rsatuvchi aniq va kuchli asoslangan matematik tahlilga ega bo'lmasligi mumkin.

Sifatli ma'lumotni shakllantirishdagi asosiy masalalarning biri so'zma-so'z beriluvchi aniqsizlikning har xil ko'rnishlarini ko'rsatuvchi noravshan ko'plikchalarda tegishlilik darajasining funktsiyasi masalasidir.

Noravshan manbalarning tashkiliy tahlili BTJ larning elementlari uchun noravshan modellar yaratishga asoslangan.

1.4. Modellash va boshqarish obyekti sifatida biotexnik jarayonning xususiyatlarini tadqiq qilish

Spirтли achitish jarayonining texnologik sxemasi BTJ larning birdan – bir turi hisoblanadi (1.1-rasm). Jarayon quyidagi asosiy operatsiyalardan iborat: Achitqi generatsiyasi, achitish, achitishmaslik va separatsiyalash.

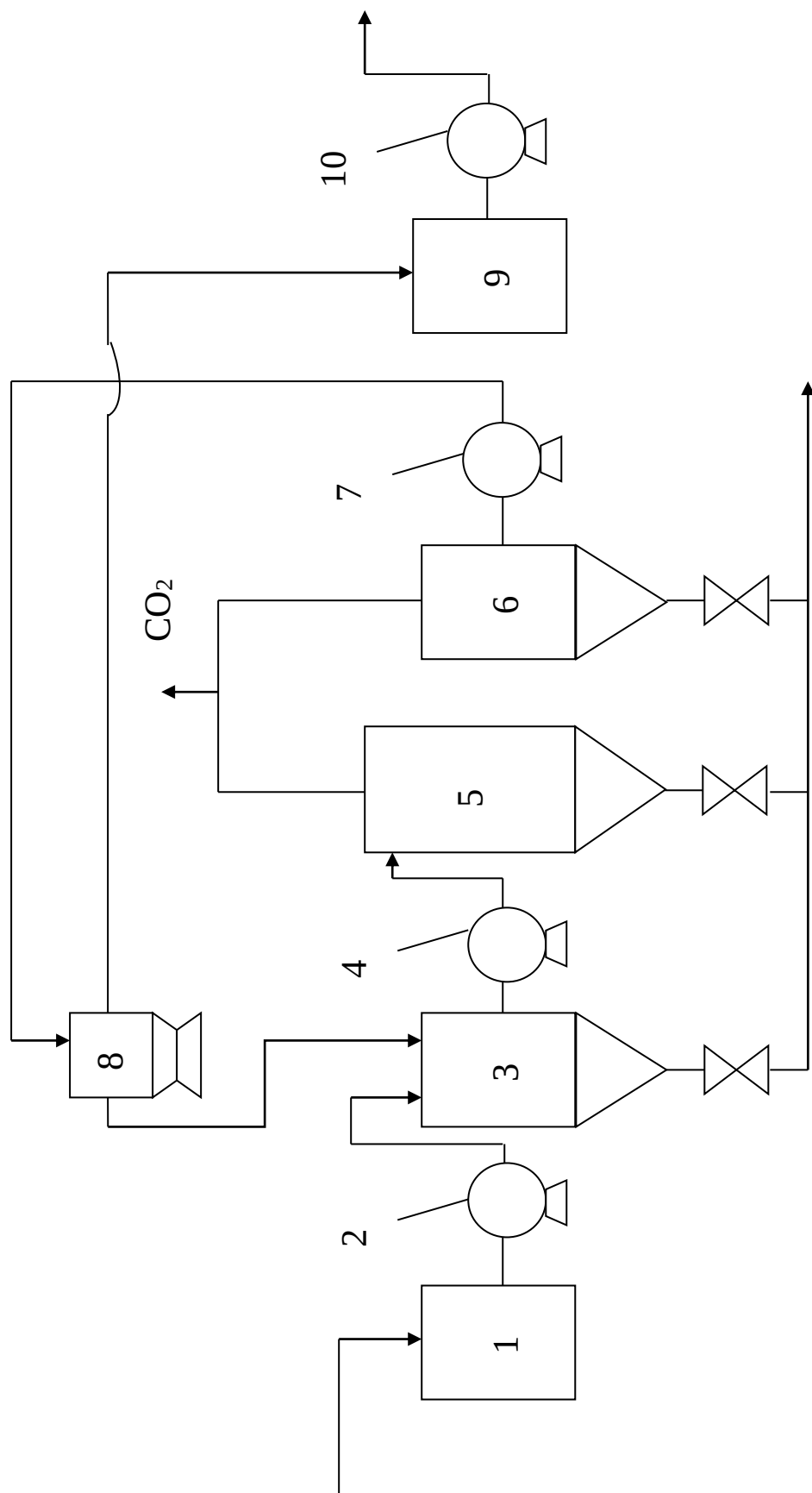
Achitishga tayorlangan atala neytralizatsion bo'limdan atala to'plami 1 ga tushadi. Unda qaynatish va neytralizatsion bo'lim ishining bir tekis emasliklari tekislanadi, atala to'liq holda lignin zarrachalaridan va gips kristallaridan tozalanadi.

Qurilmadagi 2 nasos bilan achitqi generatori 3 ga o'tkaziladi, u yerda separator 8 yordamida achitqidan ajratib olingan achitqilarning suspenziyasi bo'ladi. Achitqi generatsiyasi atala achitqisi bilan aralashishidan so'ng boshlanadi. Bu bosqichda achitqilar tinch holatdan aralashuvchan O_2 ni kuchli iste'mol qilishi bilan achitqi belgilarisiz energetik kuchayishi holatiga o'tadilar. Achitqi generatordan 3 atala va achitqi aralashmasi nasos 4 yordamida so'rib olinib, ketma-ket ulangan va spirтли achitqining boshlang'ich bosqichi hisoblangan, ulangan batareyalarga yuboriladi. Bosh achitish qandni tez foydalanib, barcha spirtning 80% dan ko'prog'ini ajratib chiqarish va uglekislotalarni intensiv ajratish bilan xarakterlanadi.

Ajratib chiqilgan etil spirti qo'rshagan suyuqlikka o'tadi, uglekislota esa achitqi kletkalari yuzasiga pufakcha ko'nishida yig'iladi va reaktor yuqorisiga ko'tarilib, gaz fazaga chiqadi. Zichligi atalanikidan katta bo'lgan achitqi kletkalari pastda qoladi, keyin, qandning keyingi miqdori qabul qilingach, yana ajralib chiqayotgan uglekislota bilan yuzaga ko'tariladi.

Achitqi reaktorlaridagi achitqilar konsentratsiyasi 16-24 g/l. Achitishning umumiy davomiyligi 5-8 soat, 30-32° C harorat, atalaning vodorod ionlarining (pH) konsentratsiyasi 4-4.2, u umumiy 20-26 kislotalikga mos keladi.

Achitishmaslik reaktordan achitishning yakunlanishi bilan nasos bilan 7 braj sepatorga 8 tushadi. Markazdan qochish kuchi ta'sirida va zichlikning farqi



1.1- rasm. Gidroliz ishlab chiqarishning aчитish bo'limining texnologik sxemasi.

natijasida u yerda brajkaning ikki oqimga bo'linishi yuz beradi: achitqili suspenziya va yorug'lantirilgan spirtli brajka. Ikkinchi oqim 9 to'plamga yo'naltiriladi, nasos 10 spirtni haydash uchun bragorektifikatsion bo'limga yuboradi. Achitqili suspenziya o'zi oqib achitqi generatorga 3 tushadi, u yerda yana yangi atala bilan aralashtiriladi. Achitqilar kelib tushadigan atalalarning uzluksiz achitilishi uchun retsirkulyatsiyalanadi.

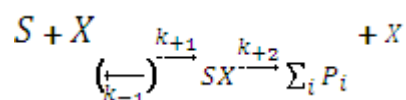
Qandga aylangan, gidroliz natijasida olinadigan yog'och chiqindilari va spirtidagi qishloq xo'jalik madaniyatida qayta ishlangan chiqindilar o'zlarini modda almashinuv va energiya biokimyoviy reaksiyasining yig'indisidek ko'rsatadi. Har bir bosqich maxsus fermentlar bilan boshqariladi. Birinshi bosqichda S ning o'zgarishidan ferment E_1 - ksiloza yaraladi, oxirgi bosqichda E_{16} - da gidroliz alkagol, oraliq bosqichda - individual fermentlar E_j .

Achitish - murakkab ko'p bosqichli biokimyoviy jarayondir, uning kinetikasi faqat boshlang'ich substrakt S bilan emas, shuningdek, oraliq maxsulotlarning kontsentratsiyasi P_i ($i = 1, 14$) fermentlar faolligi E_j bilan aniqlanadi.

Achitish turlari reaksiyalar ximizmining bir qator umumiyligi bilan tavsiflanadi. Bunday biokimyoviy turlanishlar kislorod qatnashisiz amalga oshadi. O_2 bo'lganda achitish to'xtaydi, qand achitqi bilan birga CO_2 va H_2O achitqili massaga bir vaqtning o'zida erkin energiyasining ajralishi bilan aylanadi.

Spirtli achitish jarayonning keltirilgan mexanizm bo'yicha matematik ifodalanishining yaratilishi hozircha amalga oshishi mumkin emas. Buni shu bilan tushuntirish mumkin: kinetik doimiylarning har bir bosqichi uchun oraliq maxsulotlar kontsentratsiyasini, fermentlar faolligini va boshqalarni aniqlash murakkabdir.

Oxirgi maxsulotda substratning keyingi turlanishi va fermentlarning dastlabki xossalariining regeneratsiyasi haqidagi ferment - substrat kompleksning vujudga kelish mexanizmi [20] quyidagicha beriladi:



bu yerda k_{+1}, k_{-1}, k_{+2} - to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligining doimiyligi.

Achitish jarayonining tezligini yoki substrat konsentratsiyasining o'zgarish qoidasining matematik ifodasini aniqlovchi kinetik tenglamaning ko'rinishi limitlovchi bosqichning tabiatiga bog'liq.

Limitlovchi bosqichning achitish jarayonida SX substratining aylanishi reaksiyasi tezligi quyidagi ifoda bilan yoziladi:

$$U = -\frac{dS}{dt} = k_{+1}[S][X]$$

bu bilan o'rnatilgan rejimda achitish jarayoni har bir bosqichda fermentlarning doimiy konsentratsiyasiga ega bo'ladi. Shuning uchun k_{+1} kinetik doimiyni k ga almashtirish mumkin va jarayon quyidagi tenglamada aniqlanadi:

$$U = k[S]$$

Elementar turlantirishlardan keyin, konstantalar yig'indisini ifodolovchi

$$(k_{-1} + k_{+2})/k_{+1} = k_M \quad \text{va} \quad k_{-1}/k_{+1} = k_S$$

tenglamani yozib, jarayon reaksiyasi tezligi tenglamasini yozamiz:

$$U = \frac{k_S[S][X]}{k_M + [S]} \quad (1.1.)$$

bu yerda k_S -Mixelis doimiysi, k_M -fermento-substrakt kompleksining muvozanat doimiysi. Bu tenglama Mixelis-Menten tenglamasi deb ataladi.

Fermentativ reaksiya tezligining tenglamasi (1.1.) faqat substrat S , konsentratsiyasi, achitqi hujayralar X konsentratsiyasi va k , doimiylar summasini hisobga oladi, lekin jarayon tezligiga sezilarli ta'sir etuvchi boshqa faktorlarni hisobga olmaydi.

Fermentativ reaksiya tezligi ferment konsentratsiyaga to'g'ri proporsional. S va T doimiy bo'lganda jarayon tezligining ferment konsentratsiyasiga bog'liqligini $U = k[X]$ formulada ifodalash mumkin.

Shunday qilib, achitish tezligi fermentlarning konsentratsiyasiga bog'liq, ya'ni berilgan jarayon tezligi har bir achitqi hujayra ferment molekulari to'plamiga ega bo'lgan shartda achitqi konsentratsiyasiga bog'liq.

Achitqilar konsentratsiyasi doimiy bo'lganda va pH , T , I , P turg'un shartlarda substrat konsentratsiyaning jarayon tezligiga [28] ta'siri ma'lum darajagacha proporsional ortib boradi. Bu bog'liqlik matematik holda quyidagicha:

$$U = V / (1 + k_M / S)$$

bu yerda V - reaksiyaning maksimal tezligi, k_M - Mixaelis doimiysi.

Biokimyoviy jarayon tezligi faqat pH belgili qiymatida maksimal qiymatiga erishadi [23]. pH ning achitish tezligiga ta'sirini tajriba yo'li bilan oson o'rnatish mumkin.

Spirтли achitishda olingan eksperimental ma'lumotlar pH konsentratsiyasining optimumi 4,0-6,0 intervalda yotadi, bu sohadan tashqarida achitish tezligining darhol sekinlashishi kuzatiladi.

Fermentativ reaksiya tezligining pH ga bog'liqligining matematik ifodasi:

$$U = V / \left(1 + [H] / (k_1 + k_2 / [H]) \right)$$

bu yerda k_1 , k_2 - kompleks ionizatsiyasining doimiysi, $[H]$ - vodorod ionlarining konsentratsiyasi. Bu tenglama k_1 va k_2 ni aniqlashning murakkabligi sababli keng qo'llanilmaydi.

Harorat fermentativ reaksiyaning har bir elementar bosqichiga ta'sir ko'rsatadi. Ular uchun reaksiya tezligi doimiysi quyidagi nizom bo'yicha haroratga bog'liq [21].

$$d \ln k / dt = E / RT^2 \quad (1.2.)$$

bu yerda E - aktivatsiya energiyasi.

Haroratning fermentativ reaksiyaga ta'sirini harorat 10 °C ga oshganda reaksiya tezligining necha marta ortishini ko'rsatuvchi harorat koefitsienti yordamida ifodalash qabul qilingan.

(1.2) tenglamadan

$$E = RT^2 \ln Q_1 / 10$$

ekanligini ko'rsatish mumkin.

Achitish reaksiyasining S harorat koefitsienti Q_1 biokatalizator bilan 5-40° intervalda o'rganiladi. Fermentativ jarayonlarning haroratga bog'liqligi, uning tor sohalari uchun ko'rsatilgan, soha tashqarisida o'rinli bo'lmaydi.

Biokimyoviy jarayonlar tezligiga, aytib o'tilgan faktorlardan tashqari ingibitorlar ta'sir etadi. Achitish ingibitorlari—bir qator organik kislotalar, furfurol, formaldegid va boshqalardir. Ular jarayonning tezligini darhol pasaytadi, to'liq to'xtatishigacha. Misol uchun, furfurol kontsentratsiyasi 0,05% bo'lsa spirt paydo bo'lishiga ta'sir etmaydi, uning 0,5% gacha ko'tarilishining sezilarli sekinlashishiga olib keladi, 1% achitish to'liq to'xtatiladi.

Yuqorida sanab o'tilgan faktorlar yetarlicha o'rganilgan va biotexnik obyektlarni modellashtirishda va boshqarishda qo'llaniladi. Lekin, ularning kontsentratsiyasini aniqlashda bir qator faktorlar mavjud bo'lib, ularning jarayonga ta'sirining murakkabliklari topilgan bo'lib, ularning kontsentratsiyasi keng oraliqda o'zgaradi, ularning har biri ma'lum shartlarda ta'sir ko'rsatadi va ular ahamiyatli xarakterga egadirlar, ularga kaliy, magniy, fosfor va boshqalar kiradi. Bu faktorlar mikroorganizmlarni o'sirish uchun zaruriy mikroelementlarning guruhini tashkil etadi.

Makroelementlarga asosiy zaruriyat faqat ahamiyatli nisbiylikda o'rnatilgan va ushbu sabab bo'yicha ular muhitda mustaqil miqdorda o'zgarmas holda mavjud bo'ladi [7].

Qoidaga muvofiq, organizmning mikroelementga talabini konstatlash mushkul, shuningdek, ko'pgina mikroelementlar muhitda uning ingredientlarini tashkil etuvchi kiritmalar kabi yetarlicha miqdorda mavjud bo'lmaydi.

Mikroelementlar nisbatidagi iqtisodiy koeffitsientni aniqlashdagi qabul qilingan urinishlar shunday fikrga olib keldi. Bunday iqtisodiy koeffitsient kattaligi o'sishning tezligiga va boshqa shartlarga bog'liq holda juda keng diapazonda o'zgaradi. Shuning uchun, BTJ larni modellashtirish va boshqarishda bu faktorlar (mikroelementlar) noravshan deb hisoblanadi, ya'ni ular odam ishtirokida aniqlanadi va o'rganiluvchi jarayonning sifatli tavsifini ko'rsatadi.

Aniqsizlik shartlarida axborotning (faktorlarning) taqdimotinig hayoliy formasi murakkab BTJ lar tuzilishi va xususiyatlarini ta'riflash kabi ularni boshqarishdagi masalarni shakllantirishda ham xarakterga ega [19].

BTJ larning samaradorligini oshirish muammosidagi qiyinchiliklarni yengish yo'nalishlarning biri sifatli axborotni jarayonlarni boshqarish tizimlarini tahlil qilish va modellashtirish maqsadida foydalanishdir.

Odatda tadqiqot o'tkazishda sifatli axborot hisobga olinadi, shunday bo'lsa da, ishning oldindan qilinadigan bosqichi haligacha alohida mustaqil bosqichda ajratilmagan. Boshqarish tizimi va matematik modellar yaratishda, asosan tadqiqot obyektidan olinadigan fizik-kimyoviy va biologik tengliklar hamda ko'p miqdordagi ma'lumotlar foydalanilgan, lekin sifatli axborot teng huquqli vosita sifatida qaralmagan. Sifatli axborotni matematik qayta ishlash muammosi o'z ichiga to'plam, ishonchlilikni baholash, kompyuter texnikani qo'llanib sifatli tavsifdagi ma'lumotni shakllantirish va qayta ishlashni oladi.

Noravshan ko'pliklar tushunchasi BTJ lar xususiyatlarini ta'riflovchi iboralarni shakllantirishga, sifatli tahlilni rivojlantirishni qo'llab quvvatlashga va ko'rsatilgan masala yechimiga erishishga imkoniyat beradi [27].

Shuning uchun, murakkab tizimlarni tahlil qilishda sifatli bosqich mavjud bo'lib, u model yaratishga olib boruvchi o'tishga ega va noravshan ko'pliklar uslubi sifatli tavsifga ega faktorlar modelini yaratishda hisoblanishga imkon yaratadi.

Biotexnik jarayonlarning avzalligi va ularning modellashtirish va optimal boshqarishni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, BTJ lar ko'p o'lchamli murakkab

tizimlar sinfiga kiradi. Bularning ichida o'xshash obyektlar sinfini modellashtirish va boshqarish uslublari yetarlicha qayta ishlanmaganlari ham bor. Ularga texnik jarayonlarning fizik - kimyoviy va biologik avzalliklari hamda topologik tuzilishini hisobga olish zarur bo'lgan BTJ lar kiradi.

O'rganilayotgan texnik tizim murakkab va ko'p o'lchamli, uning hamma elementlarining modelini bir xil aniqliq darajasiga keltirish hozircha imkonsiz, yana o'xshashlikning bir xil darajasi zarur emas, shuningdek, alohida texnik jarayonlarning va barcha texnik kompleksning maqsadi funktsiyasi umuman har xil. Shuning uchun, o'rganilayotgan obyekt ierarxik model ko'rinishida butun holda taqdim etiladi, alohida jarayonlar modeli o'rganilayotgan jarayonlarning fizik-kimyoviy va biologik avzalliklarini hisobga olgan holda analitik uslub asosida yaratiladi. Bunday usul o'xshash obyektlar sinfini boshqarishning ilmiy asoslangan tizimini ishlashga imkon beradi. Texnik kompleksning modelini yaratishda imitatsion modellashtirishning zamonaviy uslublari to'liq foydalaniladi.

I bob bo'yicha xulosa

1. Boshqarish tizimidagi zamonaviy axborot texnologiyalari tahlildan o'tkazildi. Zamonaviy axborot texnologiyasining olti asosiy yo'nalishi alohida ko'rib chiqildi. Yaqin yillarda kombinatsion texnologiyalar sohasidagi izlanishlar ancha istiqbolli bo'lishi ta'kidlab o'tildi.

2. Murakkab shakllanuvchi faktorlarning har xil turlari o'rganildi va tasniflandi. Bu tasnif ochiq hisoblanishi ta'kidlab o'tildi, ya'ni yangi faktorlar qo'shilishi mumkin, shuningdek, dasturiy asboblarning kompleksi tarkibida murakkab shakllanuvchi faktorlarni qo'llanish imkoni berildi.

3. BTJ larni boshqarish tizimi va matematik modellarini yaratishda asosan o'rganiluvchi obyektidan olingan miqdoriy ma'lumotlar va fizik-kimyoviy, biologik qonuniyatlari foydalanildi, o'rganiluvchi jarayonning sifatli xarakterini ko'rsatuvchi axborotlar yetarli darajada hisobga olinmasligi ochib berildi. Sifatli ma'lumotni shakllantirishning istiqbolli usuli sifatida noravshan ko'plikning usullari qaraldi.

4. O'rganiluvchi BTJ lar murakkabligi zamonaviy ishlab chiqarish obyektlarida ancha katta bo'lib, shunday tizimlarni modellashtirishda tenglama tuzishda va yeshishda qiyinchiliklar vujudga keldi. Shuning uchun, bunday masalalarni yeshish uchun noravshan ko'pliklar va imitatsion

modellashtirishning zamonaviy uslublari foydalanildi.

II BOB. BIOTEXNIK OBYEKTЛАRNI BOSHQARISH TIZIMLARIDA NORAVSHAN SIFATLI MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASH MODELLARI

2.1. Biotexnik jarayonlarni imitatsion modellashtirish tizimining asosiy masalalari va komponentlari

Biotexnik komplekslar bir qator o'z-aro bog'langan elementlardan tashkil topgan murakkab ko'p bosqichli tizim sifatida ta'riflanadi. Elementlarning funksional tavsifining etarlicha ko'pligiga ega bo'lgan shunday murakkab tizimlarni modellashtirish jarayonida biz tenglama tuzishda va uni echishda qiyinchiliklarga duch kelishimiz so'zsiz.

Bu erda asosiy to'siq to'g'ridan-to'g'ri shakllantirish va umumiy tizim holatining matematik tavsiflanishining murakkabligidir. Ammo, boshqa yo'li ham bor bo'lib, unda tizim tavsifiga mos tenglama tuzish talab etilmaydi va insonga murakkab masalalar yuklatilmaydi.

Kompyuterdagi barcha mavjud boshqarish algoritmlarining konstruktsiyasini imitatsion modellashtirish uslubi bilan ajratish natijasida bu muammoning echimini topamiz.

Imitatsion modellar mavjud holat oralig'ida apparatlarning rejimini va ixtiyoriy makro holini ishga tushirishning detalizatsiya darajasini va kerakli muntazamligini yaratadi.

Imitatsion modellashtirishda har bir holda aniq bir masalani echamiz, bunday masalalar asosiy ko'pliklar bo'lishi ham mumkin. Ularning echimi uchun ularning "echimini" emas, imitatsion modellarining "yarim bosqichi" ni olamiz, imitatsion modellar tizim (jarayon) ahvolini tajribada aniqlangan shartlarda tahlil etishga imkoniyat yaratadi.

BTJ larni imitatsion modellashtirish uchun elementlarning tizimiy modellarini yaratish metodologiyasi, ularning algoritmlanish uslublari, matematik modellarga ega tajribalarni kompyuterda amalga oshirish, tashkillashtirish va dasturiy amalga oshirish muhiti, ma'lumotlarni mashinada qayta ishlash va natijalarni tahlil qilish ishlab chiqariladi.

BTJ larni imitatsion modellashtirish ushbu asosiy masalalarni echishi kerak; sifat va miqdoriy parametrlarning harakatini taxmin qilish maqsadidagi ko'p karrali hisoblash tajribalari; sanoatdagi holatni baholagan holda yechimlar qabul qilish; maxsulot yoki xomashyo turining o'zgarishi borasida ishlab chiqarish jarayoniga zarururiy taklif bilan operator-texnologga ishlanmalar taklif etish; birlashgan va o'zaro bog'langan sxemalarning har xil variantlariga taqqoslashga to'g'ri keladigan tahlillarni berish; boshqaruv tizimining turli variantlariga va ularning amaldagi ishga oshirilishiga tahlil va sintez.

BTJ larni imitatsion modellashtirishning asosiy masalalarini yoritib berish, uning amalga oshirilishini ham qarab o'tamiz. Asosiy bosqichlari:

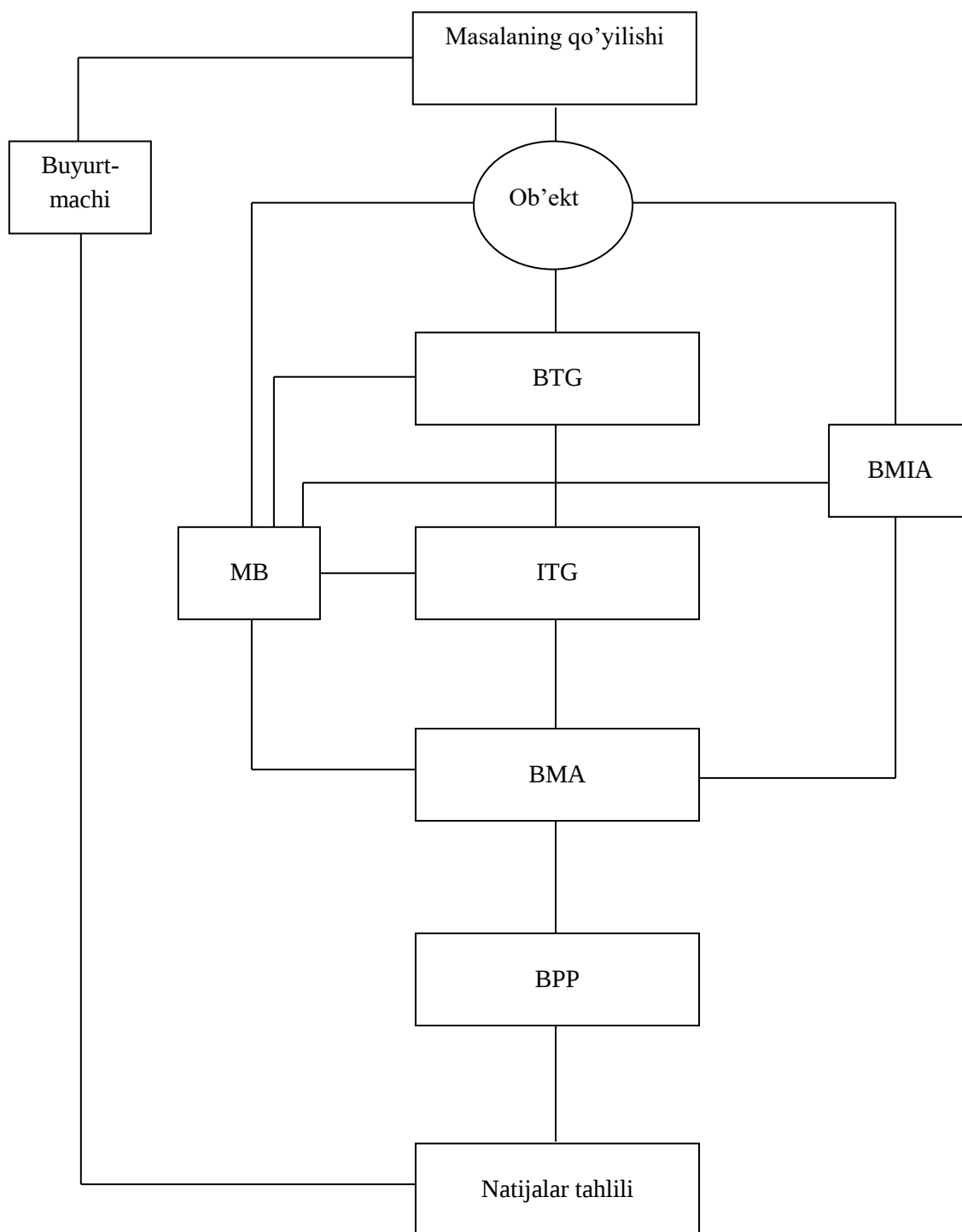
- imitatsion modellashtirish masalasini qo'yish;
- ishlab chiqarishning texnologik grafa - sxemasini yaratish;
- texnologik grafaning identifikatsiyasi;
- alohida texnik jarayonlarning matematik modelini yaratish;
- ma'lumotlar bazasini yaratish;
- imitatsion tajriba o'tkazishning modellashtiruvchi algoritmini yaratish;

- aniq algoritm tilida modellashtiruvchi dasturni yaratish va kompyuterda qoldirish;
- modellashtirish natijalarini tahlil qilish va qayta ishlash, ularni haqiqiy jarayonlar adekvatligiga tekshirish.

2.1. rasmda BTJ larni imitatsion modellashtirish sistemasining strukturaviy sxemasi keltirilgan.

BTJ lar blokida imitatsion modellashtirishning asosiy masalasi formulaga keltirilgan.

Biotexnik kompleksning imitatsion modellashtirilishi uchun asosiy lahzalarning biri alohida jarayonlar modellarining va ularning yechimlarining algoritmining shakllanuv jarayonidir.



2.1-rasm. BTK larni imitatsion modellashtirish tizimining strukturaviy sxemasi.

BTJ larda alohida elementlarning matematik ifodalanishi va ularning yechimlarining algoritmlari jarayonning fizik-kimyoviy va biologik afzalliklarini hisobga olgan holda keltirilib o'tiladi.

Matematik model iloji boricha mukammal bo'lishi va jarayondagi hodisani adekvat ravishda aks ettirmog'i lozim, va shu vaqtning o'zida amalyotta qo'llanish uchun yetarlicha oddiy va qulay bo'lmog'i zarur.

BTJ lar matematik modeli gidrodinamika, kinetika va boshqa fizik-kimyoviy jarayonlar va hodisalarning matematik tavsifini o'zida jamlagan blokli tamoyil asosida formaga keladi [13].

Biotexnik jarayonlarning kinetik modelini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{dy_j}{dt} = (\alpha\mu + m + \beta\gamma)y_j \quad (2.1.)$$

y_j - reaksiyda qatnashuvchi moddaning konsentratsiyasi; α, β, m -koeffitsientlar; μ, γ -kriterial qonun bilan aniqlanuvchi koeffitsientlar bo'lib, ular reaksiyaning fizik-kimyoviy parametrlariga va moddaning konsentratsiyasiga bog'liq.

y_j -sifatida minimal-zaruriy faktorlar guruhini tanlash bilan ancha kichik sonidagi parametrlarga ega differentsiyal tenglamalar tizimiga ega bo'lamiz.

Jarayonning kinetikasini modellashirib, gidrodinamika tadqiqotiga yo'l ochamiz, ya'ni suyuqlik oqimi elementlarining taqsimotining sonli tavsifi miqdori bilan va bioreaktorda bo'lish vaqti bilan aniqlanadigan suyuqlik oqimining strukturasi aniqlashimiz mumkin.

Bioreaktorlarning har xil tipdagi tuzilishiga muvofiq gidrodinamikaning quyidagi turdagi modellaridan birini tanlash mumkin: ideal aralashtirish, o'rin bosish, panjaraviy, diffusion modellar. Oqimning gidrodinamik tuzilishi adekvat ta'riflovchi modellardan birini tanlash tahlili asosida amalga oshiriladi.

Bioreaktordagi oqimlarning tuzilishining gidrodinamikasi turini tanlashning ko'rsatkichlarining biri sifatida Pekle (Pe) va Reynolds (Re) kriterial nisbatlari qaraladi.

Kriteriya miqdori (P_e), δ_n^2 zarraning oqimda taqsimlanish dispersiyasi bo'yicha aniqlanadi:

$$P_e = \frac{2}{\delta_n^2}$$

yanada δ_n^2 tajribadagi ma'lumotlar asosida hisoblanadi. $P_{e \rightarrow 0}$ da ideal aralashtirish modeli $P_{e \rightarrow \infty}$ da ideal o'rin bosish modeli tanlanishi mumkin, agarda bioreaktor uzunligining uning diametriga nisbati 20 dan ortiq bo'lsa [29].

Ideal o'rin bosish modelining matematik ifodasi quyidagi ko'risnishda bo'ladi:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\omega \frac{\partial c}{\partial L} \quad (2.2.)$$

bu erda, c -modda konsentratsiyasi; t -vaqt; ω -oqimning chiziqli tezligi; L -koordinata;

ideal siljitish modelida:

$$(2.3.)$$

bu erda, U -oqimning hajmiy tezligi; V -reaktor hajmi; -moddaning kirishdagi va chiqishdagi konsentratsiyasi.

Bir va ikki parametrli diffusion modellar mavjud. Uzunlasiga yo'nalgan siljishlarni hisoblovchi bir parametrli model quyidagi ifodada beriladi:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\omega \frac{\partial c}{\partial L} + D_L \frac{\partial^2 c}{\partial L^2} \quad (2.4.)$$

bu erda D_L -uzunasiga diffuziya koeffitsienti.

Oqimning ham uzunasiga, ham radial yo'nalishida siljishini hisoblovchi ikki parametrli modelning tenglamasi quyidagicha:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\omega \frac{\partial c}{\partial L} + D_L \frac{\partial^2 c}{\partial L^2} + \frac{D_R}{R_A} \frac{\partial}{\partial R_A} \left(R_A \frac{\partial c}{\partial R_A} \right)$$

bu erda D_R - ratsional diffuziya koeffitsienti; R_A -reaktor radiusi.

Panjarali modelning matematik yozilishi birinchi tartibli differentsial tenglamalar sistemasini o'z ichiga oladi:

(2.5.)

bu erda, τ -kelish vaqti; C_{i-1}, C_i -moddaning i -panjaradagi kirish va chiqish konsentratsiyasi.

Jarayonning kinetikasi va oqimlarning gidrodinamikasini modellashtirishdan keyin, ko'rilayotgan biotexnik jarayonning massa almashinuvini modellashtirish zaruriyati kelib chiqadi. Bunda modellashtirish masalasi fazalarning nisbiy sirti kontakti ma'nosining aniqlamasiga rejim-konstruktiv parametrlarning ma'nolari turlicha bo'lgan holatda ular orasida funksional aloqani yo'lga qo'yishni talab etadi.

Amalyotda, tajribada avvalo massa almashinuvining hajmiy koeffitsienti $k_{haj} = k_e a$ aniqlab olinadi. So'ngra aniqlangan k_{haj} va ma'lum k_e ning miqdori orqali fazalar kontaktining nisbiy sirti hisoblanadi: $a = k_{haj} / k_e$.

Massa almashinuvining hajmiy koeffitsientini aniqlashda ko'pincha integral uslublar [8] foydalanilib, ular asosida boshqaruvning integral formalari yotadi:

$$\frac{dc}{dt} = k_e a \quad (2.6.)$$

bu erda, k_e -kislorodning massa almashinuv koeffitsienti; a -fazalar kontaktining nisbiy sirti.

Biotexnik jarayonning to'liq modeli kinetika, gidrodinamika, massa almashinuv va boshqa modellarning additiv summasi ko'rinishida bo'ladi.

BTG blokida BTJ lar elementlari bor bo'ladi. Murakkab tizimni funksiyalashtirish jarayonida elementlarning o'zaro ta'siri har bir elementning natijasi sifatida qoraladi.

O'z tavsiflarining ko'pligi bilan berilgan ta'sirlar odatda signal deb ataladi.

Signallar murakkab tizimning elementlari orasida o'rnatilgan aloqa kanallari orqali jo'natiladi. Bu kanalning boshi sifatida chiqariluvchi signal elementining chiqishi, oxirida esa qabul qilinuvchi signal elementining kirishi qaraladi.

Mayli $\tilde{S}$ tizim $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ elementlardan tashkil topgan bo'lsin. Elementning kirishi Z_j kontaktdan iborat, m_j kontakti, $X_i^{(j)}$ kontakti elementar signallarni qabul qiladi, elementning chiqishi r_j chiquvchi kontaktdan iborat: $Y_l^{(j)}, Y_l^{(j)}, l = \overline{1, r_j}$ kontaktlari elementar signallarni chiqaradi.

Z_j elementining uning boshqa elementlar bilan uyg'unlashuvining formal tavsifi uchun foydalaniladigan matematik model tashqi muhitga ega tizim hisoblanib, ko'pliklar juftligini yaratadi:

$$[X_i^{(j)}]_1^m \equiv [Y_l^{(j)}]_1^r$$

Har bir kiruvchi $X_i^{(j)}$ kontaktga elementar kanalga ulangan birdan ortiq bo'lmagan $Y_l^{(k)}$ chiquvchi kontakt mos keladi.

Shuning uchun, bir ma'noli operator kirishi mumkin:

$$Y_l^{(k)} = \tilde{R}(X_i^{(j)})$$

bu erda $\tilde{R}$ -uyg'unlashuv operatori.

Uyg'unlashuv operatorini jadval ko'rinishiga keltirsak, tizim elementining j raqamli qatori va i kontakt raqamli ustunning kesilishishida elementining raqamini va $X_i^{(j)}$ kontaktiga ulangan l kontakti raqamini ko'rsatuvchi (k, l) sonlarining juftligi joylashgan bo'ladi.

$\tilde{R}$ operator masalasining boshqa usuli bo'lib, agar jadvalning qatori va ustuniga mos holda (j, i) va (k, l) ikkilangan raqamlar bilan raqamlasak, kesilishishiga elementar kanallar bilan ulangan $X_i^{(j)}$ va $Y_l^{(k)}$ kontaktlari uchun birni, va teskari holda nolni joylashtiramiz.

Bunday holatdagi jadvallar qulay bo'lmasa ham, ular ko'p foydalaniladi, yo'naltirilgan graflarning chegaraviy matritsasi sifatida namoyon bo'ladi,

uchlari-kontaktlar, yonlari esa-elementar kanallar hisoblanadi. Graflar teoriyasi uslubiy tizim va tashqi muxitning elementlarining kiruvchi va chiquvchi kontaktlari orasidagi foydalanilishi mumkin.

BTJ lar texnik texnologiyasining katta murakkabligi-ular da bajariluvchi funktsiyalar soni kabi ularning ko'p o'lchamliligi o'zaro almashuv va elementlarning parametrik o'zaro ta'sirining yoqori darajaliligi texnik tizimlarni tahlil va sintez qilishdagi masalalarni yechishda ilmiy tadqiqotda, shu bilan uslubiy va hisoblash xarakterida printsiptial qiyinchiliklarning vujudga kelsihiga zamin yaratadi.

2.2. Biotexnik jarayonlar sifatli tahlilining matematik aspektlari

Elementlarning sifatli ustunligini hisobga olgan holda matematik modellarni yaratishda formal yondashishlar foydalaniladi va noravshan manbalarning tahliliga asoslanadi [28].

Amaliyotdagi qoidaga muvofiq elementlarni boshqarishning deiboraatsion va stoxatik modellari parametrlarining qismi odam tomonidan, eksperimental ma'lumotlarning qayta ishlanishi esa stoxastik tahlil uslublarining qo'llanilishi bilan aniqlanadi. Yakka hollarda odam orqali quyidagilar aniqlanadi: istalgan model aniqligi, boshqarish masalasini cheklovchi parametrlar qatori, optimallashtirish kriteriyasi va maqsadi, kriteriyalarning nisbiy afzalliklari va muqobil variyantlarning nisbiy baholanish holatlari. Shu bilan bir qatorda, odam orqali aniqlangan ma'lumot aniq hisoblanib, uning taqdim etilgan qismi sonli ko'rinishda taqdim etiladi.

BTJ larni boshqarish modelining parametrlari quyidagi guruhlar ga ajratiladi:

1. O'rganilayotgan jarayonning miqdoriy tavsifini aniqlovchi parametrlar:

- o'lchovchi asbobl ar yoki tajriba yo'li bilan aniqlanuvchi konkret kattaliklar parametrlari (harorat, bosim (pH), kontsentratsiya va boshqalar);
- hisoblash yo'li bilan aniqlanuvchi parametrlar, ya'ni parametrik identifikatsiyalar (α, μ, m va boshqalar).

Bu guruhlardagi parametrlar ko'pligini M_1 deb belgilaymiz.

2. Sifat tavsiflarini aniqlovchi parametrlar:

- ozuqaviy moddalar tarkibi (natriy, kaliy, magniy, fosfor), shuningdek, ingibitor, aktivatorlar tarkibi;
- biologik xossalar (fermentlar foalligi, oqsillar tarkibi, nav xillari va boshqalar);
- fizik - kimyoviy ma'lumotlar (yorug'lik kislotaligi).

Bu guruh parametrlarining ko'pligini M_2 deb belgilaymiz.

M_2 ko'plikka qarashli parametrlar tabiatda noravshan bo'lib, ularning har biri umumiy holda ba'zi bir universal ko'plikning noravshan ko'plik hisoblanadi.

Ushbu ko'plikka kiruvchi noravshan parametrlar guruhini o'rganishni boshlaymiz.

Ma'lumki, $\mathbb{A}$ noravshan ko'plik (NK) bazibir universal ko'plik U^* da o'zini $(u, \mu_A^*(u))$ ko'rinishdagi juftliklar yig'indisi sifatida namoyon etadi, bu yerda $u \in U^*$, a μ^* funksiya $U^* \rightarrow [0,1]$ – $\mathbb{A}$ NK ga kiruvchi funksiya (KF) deb ataladi.

Noravshan parametrlarni (NP) sonli ko'rinishda taqdim qilish va buni deiboraatsion va stoxastik modellarni yaratishda foydalanish, foydali ma'lumotning yoqotilishiga va modellar adekvatligining yomonlashishiga olib keladi. Shuning uchun, ishlab chiqarishda elementlarni boshqarish modelining sifatini oshirish yo'lida asosiy rolni ularning tavsifidagi NP larni hisobga olish egallaydi.

BTJ lar alohida elementlarining noravshan modelini yaratishda bazada deiboraatsion va stoxastik modellar tuzilishini foydalanamiz va tuzilmalarning NP larni identifikatsiyalaymiz.

Bazasida deiboraatsion model tuzilishiga ega bo'lgan alohida elemnetlarning noravshan modelini yaratish masalasini ko'rib chiqamiz.

Yuqorida aytib o'tilganidek M_2 ko'plikka kiruvchi parametrlar noravshan hisoblanadi, ular odam qatnashuvida aniqlanadi, bunday parametrlar: magniy, kaliy kontsentratsiyasi va boshqalar.

Bunday parametrlar uchun shu ma'lumki, ularning har birining tavsifini aniqlash uchun asosiy ma'lumotlarni odamlardan tashkil topgan ekspert guruhi (EG) taqdim etadilar, ular shu jarayon bilan (texnolog, operator) shug'ullanadilar, jarayonni chuqur idrok etadilar va zaruriy hollarda asosiy ma'lumotga NP lar tavsifining tahlilining natijalari bo'yicha tuzatishlar kiritadilar.

Misol uchun, M_{21} ko'pligining har i -parametri M_{21}^c vaziyat ko'pligi bilan aniqlanadi, bu erda M_{21} -parametrlar o'zgarishining quyi chegarasini bildiradi, M_{22} ko'pligi esa-parametrlar o'zgarishining yuqori chegarasini bildirib, M_{22}^c vaziyat bilan aniqlanadi. NT larni aniqlash uchun quyidagi usulni tanlaymiz:

Mayli $\bar{\theta}_{ir}, r \in M_{21}^c, \underline{\theta}_{ir}, r \in M_{22}^c$ -ko'rilayotgan elementni i -parametrining o'zgarishining yuqori va quyi chegarasi. Unda NT hududi quyidagi shartlardan topiladi:

$$\begin{aligned} \bar{\theta}_i \min_{r \in \bar{\theta}_{ir}} & \quad \text{uchun} \quad i \in M_{21}, \quad r \in M_{21}^c \\ \underline{\theta}_i \max_{r \in \underline{\theta}_{ir}} & \quad \text{uchun} \quad i \in M_{22}, \quad r \in M_{22}^c \end{aligned}$$

bu erda M_{21}^c va M_{22}^c - avariya vaziyatiga mos holda M_{21}^c va M_{22}^c ko'pliklarning ko'plikchalari.

Izlanishlar ko'rsatishicha, boshqa vaziyatlarning vujudga kelish shartlaridan aniqlanuvchi parametrlar o'zgarishining chegaralari ko'pligi $\underline{\theta}_i$ va $\bar{\theta}_i$ oralig'ida joylashgan. oralig'ida joylashgan. Shuning uchun, NT da KF larni yaratish mos holda $M_{21}^{c \setminus M_{21}^c}$, $M_{22}^{c \setminus M_{22}^c}$ ko'pliklarda qaraladi.

Mayli $\mu_{ir}^k - M_2$ dagi i -NP ning KF, EG a'zolari r -vaziyatning vujudga kelishining shartlarini grafik yoki analitik ko'rinishda berilgan bo'lsin.

Natijalovchi KF ni tuzish maqsadida asosiy ma'lumotni qayta ishlashda quyidagi sxemani foydalanamiz.

Grafik $\mu_i^*(U)$ uchun:

1. i -NP har bir diskret intervaliga qarashli bo'lgan daraja miqdorining tajribalar soni N bo'yicha o'rta hisobni aniqlaymiz ya'ni:

$$\mu_{ir}^*(U_\alpha) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \mu_{ir}^{*k}(U_\alpha), \quad \alpha = \overline{1, \eta}$$

bu erda η - $\theta_i \in [\theta_i, \overline{\theta}_i]$ o'zgarish intervalining kvantlanish raqami.

2. Topilgan $\mu_{ir}^*(U_\alpha)$ va o'rta kvadratik og'ishish

$$\delta_{ir}^k = \left(\sqrt{\Sigma_\alpha (\mu_{ir}^*(U_\alpha) - \mu_{ir}^{*k}(U_\alpha))^2} \right) / \eta \quad (2.7.)$$

ni ko'rib chiqishga EG ga beriladi. Agar EG zarur deb hisoblasa, unda oldingi odimdagi asosiy ma'lumotga mos keluvchi tuzatish kiritadi, keyin 2 punktga o'tkaziladi. Aks holda 3 punktga o'tkaziladi.

3. $\mu_{ir}^*(U_\alpha)$ ni umumlashtirib natijalovchi KF ni topamiz:

$$\mu_i^{*1} * (U) = U_i r \equiv \llbracket \mu_i^{*1} * (U_i \alpha) = \max_{\tau \in \Gamma} (\mu_i^{*1} * (U_i \alpha)) \rrbracket \quad (2.8.)$$

Analitik $\mu_i^*(U)$ uchun:

1. Analitik funktsiya koeffitsientlarining N miqdori bo'yicha o'rta hisobini aniqlaymiz:

$$B_{ir} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N B_{ir}^k$$

bu erda B_{ir}^k -ekspertlar aniqlagan μ_{ir}^k analitik ifodaning koeffitsientlarining vektori. $\mu_i^*(U)$ uchun analitik ifoda sifatida

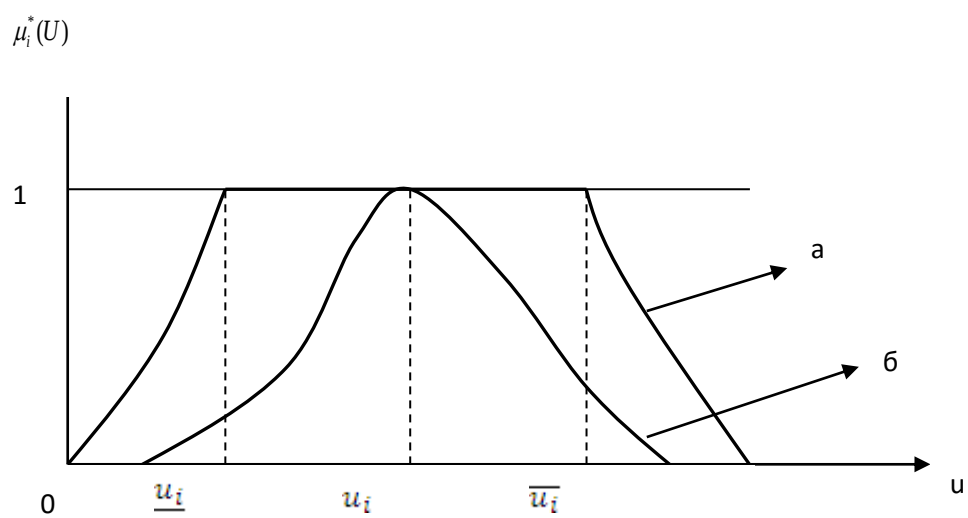
$$\overbrace{\left(\left(1 + C(U_i - \underline{U}_i d) \right) \right)}^1 \quad \text{agar } U_i \leq \underline{U}_i @ \quad 1 \quad \text{agar } \underline{U}_i < U_i < \overline{U}_i$$

olinadi, bu erda c, c', d, d' - istalgan formadagi KF ni olishdagi parametrlar.

2. Topilgan B_{ir} va $\Delta B_{ir}^k = B_{ir} - B_{ir}^k$ og'ishishni EG ga ko'rib chiqishga beriladi. Agar EG B_{ir}^k ga zarurli tuzatishlar kerak deb hisoblasa, 1 punktga o'tkaziladi, boshqa holda 3 punktga o'tkaziladi.

3. (2.8) shartdan natijalovchi KF $\mu_i^*(U)$ ni topamiz. Parametrlar o'zgarishining noravshan ko'pligi, noravshan parametrlar bilan aloqa operatori,

chiquvchi parametrlar o'zgarishining noravshan modelini yaratish uchun asosiy
ma'lumotlarni ifodalaydi.



2.2-rasm. Parametrlarning tegishlilik funktsiyasi

2.3. Obyektning sifatli parametrlarining shakllantirilishi va qayta ishlanishi

BTJ larni achitib ajratish misolida batafsil tahlil qilish, shuningdek, asosiy ma'lumotlarning tavsifi shuni ko'rsatdiki, ular stoxastik modelda etarlicha adekvat turda ta'riflanmaydigan noravshan parametrlardan iborat bo'ladi.

BTJ larni modellashtirish jarayonida noravshan parametrlarning asosiy manbalari aniqlandi va o'rganildi [3]. Ulardan ancha xarakterlisi noravshan maqsadlar chegaralashlardagi parametrlarning o'zgarishlarini cheklovchi (magniy, kaliyning o'zgarish chegaralari va boshqalar) texnik reglamentlar hisoblanadi.

Ikki tomondan chegaralangan KF parametrlarining ko'rinishi 2.2(a) rasmda ko'rsatilgan. Parametrlar ma'nosi qattiq reglamentlanganda $\underline{U}_i = U_i = \overline{U}_i$ KF 2.2(b) rasmdagi ko'rinishga ega bo'ladi.

BTJ larning imitasion modellashtirishi va boshqarilishi vaqtida oqimdagi va me'yoriy - so'rovli axborotning katta hajmiga ega bo'ladi, bunda qaror qabul qiluvchi shaxs (QQSH) algoritm tizimisiz ishlab chiqarishini operativ boshqara olmaydi va optimal yechim qabul qila olmaydi.

Shu bilan bog'liq holda bu masalalarni yechishda QQSH kompyuter bilan tog'ridan - tog'ri o'zaro muloqat qilishi zarurligi vujudga keladi.

Modellashtirishi va boshqarishda QQSH ning bir qator harakatlari ko'p hollarda formal bo'lmagan tavsifga ega bo'ladi, shulardan tajriba, intuitsiya, taxmin qilish va progmatik qobilyatlarni mo'ljallaydi. Bu faktorlar QQSH ning matematik nuqtai nazariga tizimni yomon shakllantirishida ko'rinadi [5].

Noravshan ko'pliklar apparatlari muloqatning modelini shakllantirishning perspektiv usulini bildiradi, ya'ni u ma'lumotni sifatli xarakterda yetarlicha qulay ko'rinishida kiritishga imkoniyat yaratadi, bu boshqarish obyektining iqtisodiy muxitga funktsiyalashganini ko'rsatadi.

BTJ larda boshqarish parametrlarini shakllantirishda QQSH va hisoblash tizimi (HT) orasidagi diagonalning qo'llanilishi ahamiyatli rol oynaydi. Muloqat rejimida QQSH bilan HT ning yig'indisi masalalar kompleksini yechish uchun yechuvchi tizimni (ET) yaratadi. ET yordamida turlicha masalalarni amalga o'shiramiz, ET tarkibiga quyidagilar kiradi: QQSH, u iboraaalda (displey) ish yuritadi; muloqat algoritmlari; foydalaniluvchi ma'lumotlar massivi.

Asosiy diqqatni shunga qaratamiz, ET yaxshi tuzilishga ega bo'lishi bilan qator yana holsiz strukturalangan muammolarni ham amalga oshirishi lozim. Buni tushuntirish uchun qandayda bir ko'pliklarning $\mathbf{h}$ noravshanlikka ega bo'lishini aytib o'tamiz. Bu ko'plikning masalasi shuni o'z ichiga o'ladi, u sifatli, shakllanmagan parametrlarning turlicha navlarining borligini ifodalaydi.

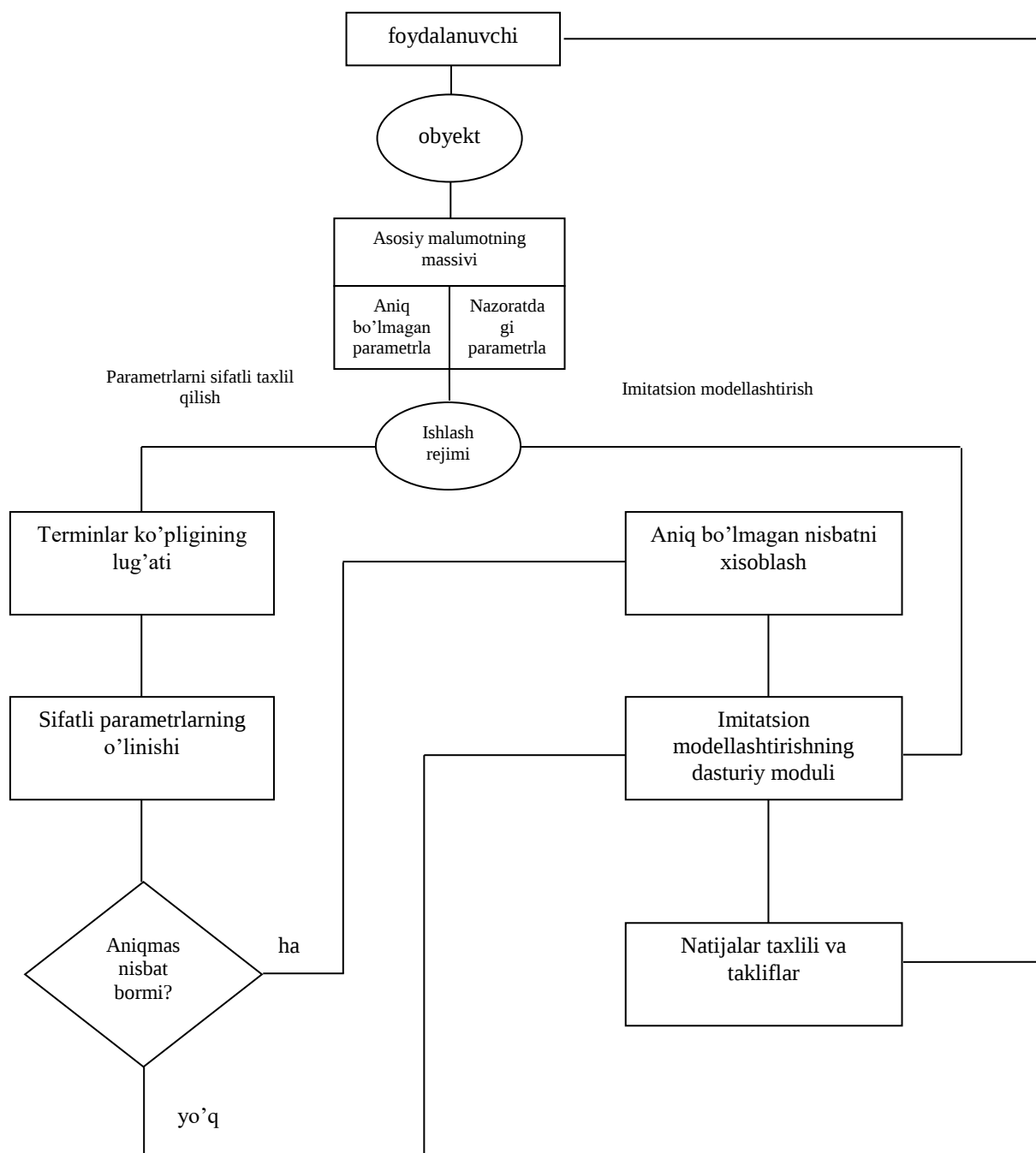
Sifatli, shakllanmagan parametrlarning shakllanish va qayta ishlash jarayonining muloqat tizimini yaratishni boshlaymiz (2.3-rasm). Bu tizim muloqat rejimiga sifatli parametrlarning kiritilishini ta'minlay oladi va bizga tizimga o'z tilimizni o'qitishga imkoniyat beradi. Tizimda texnologik parametrlarning xususiyatini sifatlovchi umumiy iboralarning lug'ati saqlanadi.

Agar iboralarning umumiy lug'ati bizni qanoatlantirmagan holda, biz har bir parametrning xususiyatini tavsiflash uchun bir qator lug'atlar yaratishimiz yoki umumiy lug'atni o'zgartirishimiz mumkin.

Muloqat rejimda lug'atdagi nraavshan iboralarni foydalanib texnologik parametrlar orasidagi bug'lanishni ochib bera olamiz.

Agar Q_T -iboralar ko'pligi, $q_{Ti} (i = \overline{1, N})$, iboralarning ko'pligi bo'lsa, umumiy lug'atda hamma texnologik parametrlarning xususiyati keltirilsa, unda iboralar ko'pligi $Q_{Tj} (j = \overline{1, N_1})$ yoki bir qator parametrlarning xususiyatini tavsiflash uchun foydalanamiz.

$q_{Ti} \in Q_T$ funktsiyasining har bir iboraing shakllantirilishi umumiy lug'atidan foydalanganda $\mu_{q_{Ti}}^*$ mansublik darajasi har xil parametr uchun universal bo'lishi kerak. Lug'atni shakllantirishda har bir parametr uchun iboralarning bir qator ko'rinishini foydalanamiz, masalan, “oz”, “o'rtacha”, “yuqori” va boshqalar.



2.3-rasm. Sifatli parametrlarni shakllantirish va qayta ishlashning tuzilish sxemasi

Muloqat tizimida lug'atni o'zgartirish uchun rejimlarni nazarda tutamiz. Bunda iboralarni yo'qotish, kiritish, almashtirish va qayta ishlash mumkin. Mansublik darajasining funktsiyasini yaratishda bir qancha usullar mavjud. Ularni yechishda birlamchi iboralarning shakllantirilishi uchun ekspert baholash uslubi foydalaniladi.

Bu holda ekspertdan baholashni oldinnan ishlangan rejasi bo'yicha intervyu olish orqali olamiz.

Ekspertdan baholashni olgach, natijalovchi bahoni o'z ichiga olgan qabul qilingan ma'lumotni qayta ishlaymiz.

Agar olingan natijalovchi baho qanoatlantirmasa, yakka hollarda turli ekspertlar baholari orasida farq katta bo'lsa, unda ekspertizada yana aloqa o'rnatish mumkin. Ekspertlar baholarining mos emasligi haqidagi fakt tasdiqlangach, har bir ekspertning bahosi boshqa ekspertga jo'natiladi, keyin har bir ekspert yangi bahoni qo'yadi, bu baholar qayta ishlanadi va yangi natijalo'vchi baho qo'yiladi.

Shu tariqa ekspertizada teskari aloqani ta'minlaymiz.

Iboralarning ushbu shakllanishi bilan birga muloqat rejimida mustaqil ravishda tizim ishlashini ta'minlashimiz mumkin.

Parametrlarning o'zgarish diapazoning har birini universal ko'plik sifatida qaraymiz. Tizim parametrlarini o'zgarish diapazonining har birining $(0,1)$ kesmada tasvirlanishini amalga oshiradi.

Keyinchalik, har xil iboralarning barcha parametrlar uchun shakllanishini bajaramiz, bu bilan iboralarning har biri universal ko'plikka mos holda noravshan ko'pliklari bilan tavsiflanadi. BTJ lar tahlili va grafik tasvirlanish sxemasiga muvofiq $x_i, x_j \in X(i \neq j)$ parametrlarning har bir juftligi chegaradosh matritsada berilgan o'zaro bog'lanishga tegishli bo'lishi va bo'lmasligi mumkin.

Agar o'zaro bog'lanishga tegishli bo'lsa, unda bu bog'lanishning shakllanishi noravshan binar nisbatlarda mavjud bo'ladi. Muloqat tizimining

so'roviga ko'ra texnologik parametrlarning har bir (x_i, x_j) juftligi uchun shartli ko'rinishda:

“Agar q_T^i Q_{T_i} dan bo'lsa, unda q_T^j Q_{T_j} dan”

bu yerda q_T^i , q_T^j -ko'rilayotgan juftlikning i va j parametrlari lug'atining iboralari.

Parametrlar orasidagi bog'lanishni shakllantirish uchun tizimga xabarni quyidagi ko'rinishda shakllantirish mumkin: “ i parametrining j parametriga tasirini ko'rsating”.

Keyingi bosqichda muloqat tizimida noravshan binar nisbat hisoblanadi $B_{ij}(i, j = \overline{1, N})$, u x_i va x_j parametrlari o'rasidagi bog'lanishni shakllantiradi.

Hisoblash uchun noravshan ko'pliklarni birlashtirish va dekart ko'paytish operatsiyasi qo'llaniladi:

$$B_{ij} = \bigcup_{i,j} (M_i \times M_j)$$

bu yerda, x_i va x_j parametrlari uchun q_T^i va q_T^j iboralarini shakllantirilgan noravshan ko'pliklar.

Noravshan (sifatli) parametrlarni hisoblagan holda modul tamoyili asosida BTJ lar imitatsion modellashtirish dasturini va algoritimini ishlab chiqamiz, bu haqida keyingi paragrafda so'z etiladi.

Muloqat tizimining afzalliklari: imitatsion modellashtirishda uning ishlashi davomida yechilayotgan masalaning xususiyatlari, bilim va tajribaning afzalligi yoritiladi, ishonshli ma'lumotlarning borligi hamda oxirida modellashtirishning adekvat natijalari olinadi.

2.4. Biotexnik jarayonni makro va mikrokinetik xususiyatlarini hisobga olgan holda modellashtirish

Hozirgi vaqtda BTJ larning alohida jarayonlarining yaxshi ishlab chiqilgan matematik modellari, algoritmlari va ularning yechimlari mavjud bo'lib, jarayonning fizik-kimyoviy va biologik afzalliklari hisobga olingan [10]. Elementlar orasidagi o'zaro ta'sirning matematik modelini, shuningdek, modellashtiruvchi algoritmlar va mos holda imitatsion eksperimentlar o'tkazishni modellashtiruvchi dasturlarni ishlab chiqish zarur.

O'rganiluvchi BTJ lar sifatida biokimyoviy zavodning achitish bo'limini o'lib qarashimiz mumkin. Achitish maxsulotlarining ishlab chiqarishning texnik jarayoni ko'p o'lchamli murakkab tizimlar sinfiga kiradi. Murakkab tizimning funktsiyalashtirilish jarayonida elementlarning o'zaro ta'siri har bir elementning boshqa elementga ta'sirining yig'indisining natijasi sifatida qoraladi.

Achitish bo'limining elementlar orasidagi o'zaro ta'sirning matematik modelini ishlab chiqishda graflarning nazariyasi foydalaniladi. Matematik modelni shakllantirish oqim graflari yordamida amalga o'shirilgan [25].

Z ko'pligining elementlari deb grafning uchlarini aytamiz, ya'ni ishlab chiqarishga qabullangan – bu apparatlar, Q ga mos holda - elementlarni bir - biri bilan bog'lovchi apparatlar orasidagi aloqani ko'rsatuvchi grafning yonlari yoki yo'ylarini bog'lovchi kesmalar olinadi.

Achitish bo'limiga mos holda keyingi oqim grafi - gomomorfni joylashtiramiz, u bu bo'limning material oqimlarining topologik modelini ifodalaydi (2.4-rasm). Bu rasmda: $X_i (i = \overline{1,2})$, $Y_i (i = \overline{1,7})$ - kiruvchi va chiquvchi ma'lumotlarning manbalari; $q_i (i = \overline{1,13})$ - oqimlar; Z_1 - achitqi generatori; Z_2 - achitish reaktori; Z_3 - yaxshi harakatlanuvchi reaktor; Z_4 - separator.

Achitish bo'limining material oqimi q_i ga quyidagi parametrlar mos keladi:

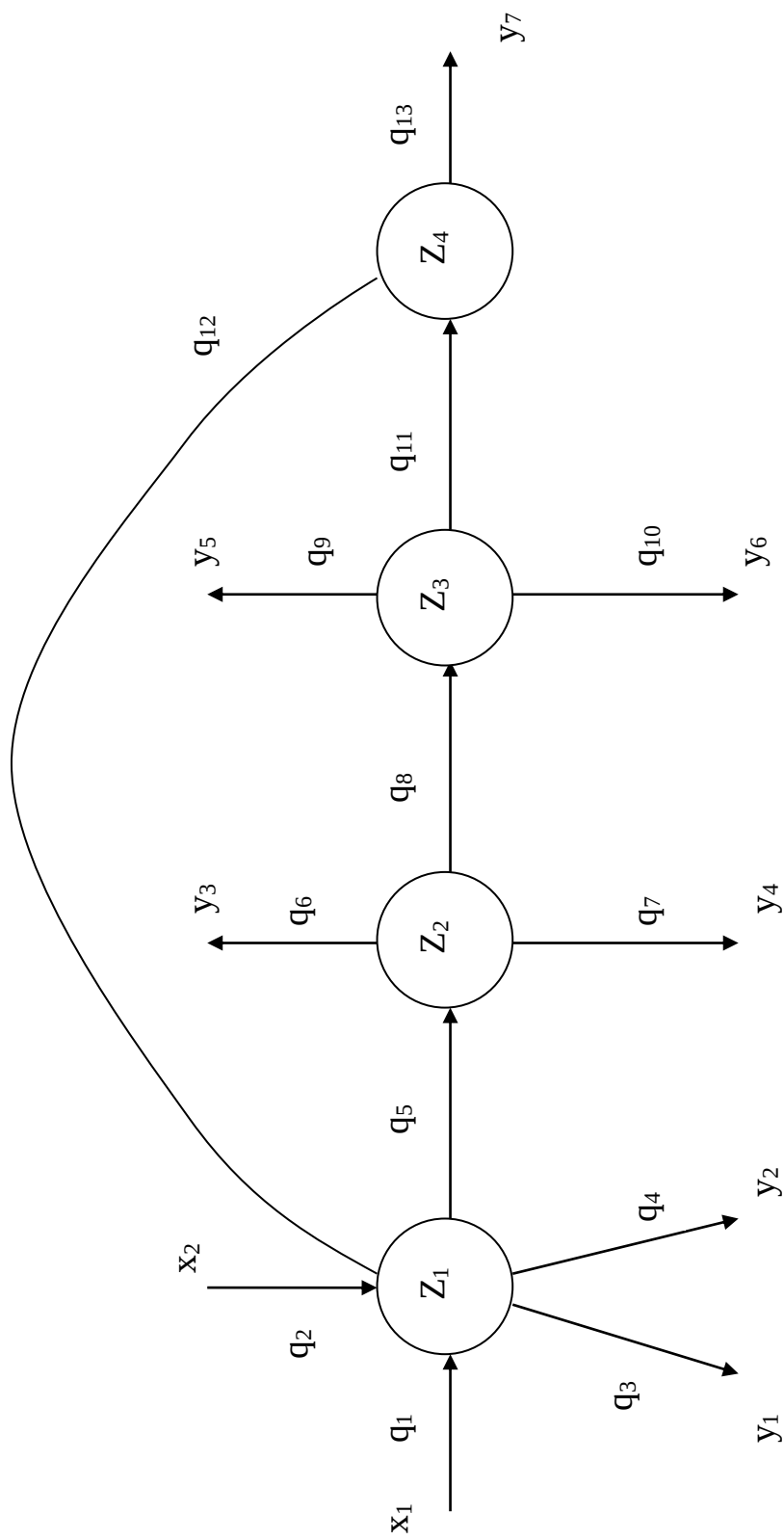
$$q_1 = \{WG, TG, FG, CR, CA, CI\};$$

$$q_2 = \{GA, GX, GO, GA\};$$

$$q_3 = \{GF\};$$

$$q_4 = \{GZ\};$$

$$q_5 = \{WB, TB, FB, CR, CX, CA, CZ, CI\};$$



2.4-rasm. Achatish bo'limining material oqimining topologik modeli

$$q_6 = \{GF\};$$

$$q_7 = \{GZ\};$$

$$q_8 = \{WB, TB, FB, CR, CC, CX, CA, CI\};$$

$$q_9 = \{GF\};$$

$$q_{10} = \{GZ\};$$

$$q_{11} = \{WB, TB, FB, CR, CC, CX, CA, CI\};$$

$$q_{12} = \{WX\rho, CX\rho\};$$

$$q_{13} = \{WD, FD, CC, CR, CX\};$$

bu yerda, WG , WB , WD mos holda atala, achitqi va yoritilgan achitqining hajmiy sarfi;

TG , TB – mos holda atala va achitqi harorati;

GA , GO , GF , GX , GZ – mos holda ozuqaviy modda, kislorod, chiqindi, achitqi va CO_2 miqdori;

$WX\rho$, $CX\rho$ – mos holda aylanishdagi achitqining hajmiy sarfi va kontsentratsiyasi;

FG , FB , FD – mos holda atala, achitqi va yoritilgan achitqining pH lari.

Ushbu texnologik grafda ifodalangan ma'lumotni matritsa yordamida algebrik ko'rinishda keltira olamiz.

Achitqi bo'lishi uchun intsidensiya matritsasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$M_u = \begin{matrix} & \begin{matrix} q_1 & q_2 & q_3 & q_4 & q_5 & q_6 & q_7 & q_8 & q_9 & q_{10} & q_{11} & q_{12} & q_{13} \end{matrix} \\ \begin{matrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \end{matrix} \end{matrix}$$

Yaratilgan matematik modellar asosida grafik yoki matritsali ko'rinishni foydalanib achitish bo'limining modellashtirish algoritmlari ishlab chiqilgan.

Modellashtirish algoritmining operator sxemasi quyidagicha:

$A_3, B_3, A_1, A_2, P_3, A_4, Q_3, Q_4, B_7, A_8, P_9, S_1, P_0, I_2, Z_1$

Bu algoritmning blok-sxemasi 2.5-rasmda keltirilgan.

Algoritmning ishlashi quyidagicha bo'lib o'tadi.

operatori boshlang'ish qiymatni shakillantiradi: achitqi generatorga qarashli reduktsiyalangan moddaning kontsentratsiyasi va atalning pH ,

harorati, hajmiy sarfi. , , operatorlar mos holda redaktordagi hisoblash odimi, vaqtning boshlang'ish lahzaini, darajasini shakillantiradi.

Bundan keyin operator D_1 debitning qiymatini (kelish davomiyligi)

hisoblaydi va boshqaruvni operatorga jo'natadi. operator achitqi generatorining tenglamalari tizimini yechish uchun Kut-Merson dasturini ishga tushiradi.

, operatorlar μ_0 ning (o'sishning nisbiy tezligi), γ_0 (nisbiy

achitish faolligi) boshlang'ish manolarini shakillantiradi va boshqaruvni operatoriga jo'natadi.

, operatorlar μ_1 va γ_1 qiymatlarini hisoblaydi. operator hisobni tugatadi va natijalarini keyingi operatorga beradi.

operator achitqi reaktoriga tegishli bo'lgan asosiy ma'lumotlarni shakllantiradi. A_{13} operatori yordamida D_2 debitning qiymati qayta hisoblanadi.

operatori yordamida achitqi reaktorining tenglamalar tizimini yechish uchun Kutt-Merson dasturini ishga tushiradi.

A_{15} , A_{16} operatorlari μ_2 va γ_2 qiymatlarini hisoblaydi va boshqaruvni

operatoriga jo'natadi.

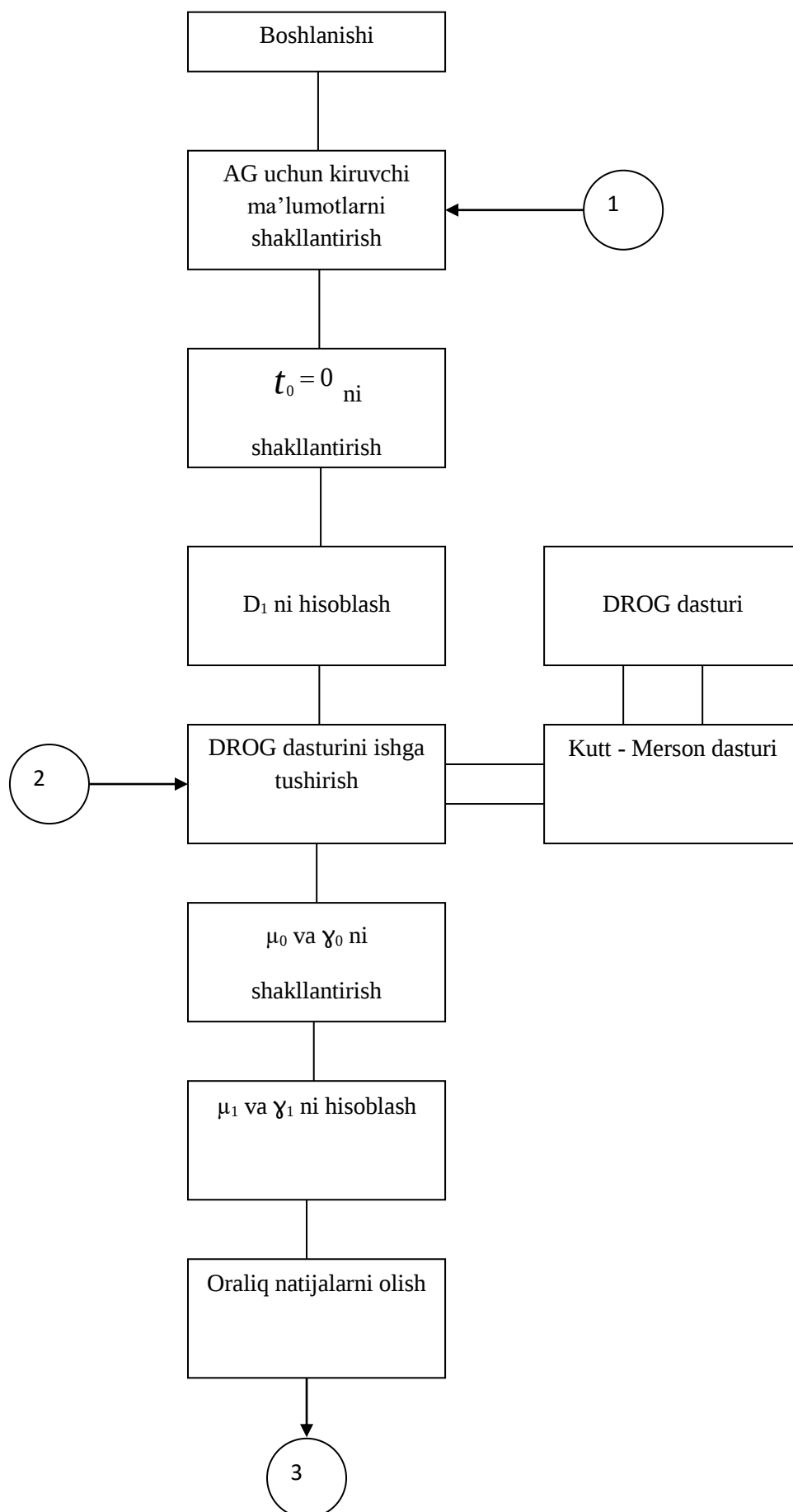
operatori achitish jarayoni uchun hisobni yakunlaydi va natijalarni keyingi apparatga topshiradi.

operator yaxshi harakatlanuvchi reaktorga tegishli olingan natijalarni asosiy ma'lumot sifatida shakllantiradi.

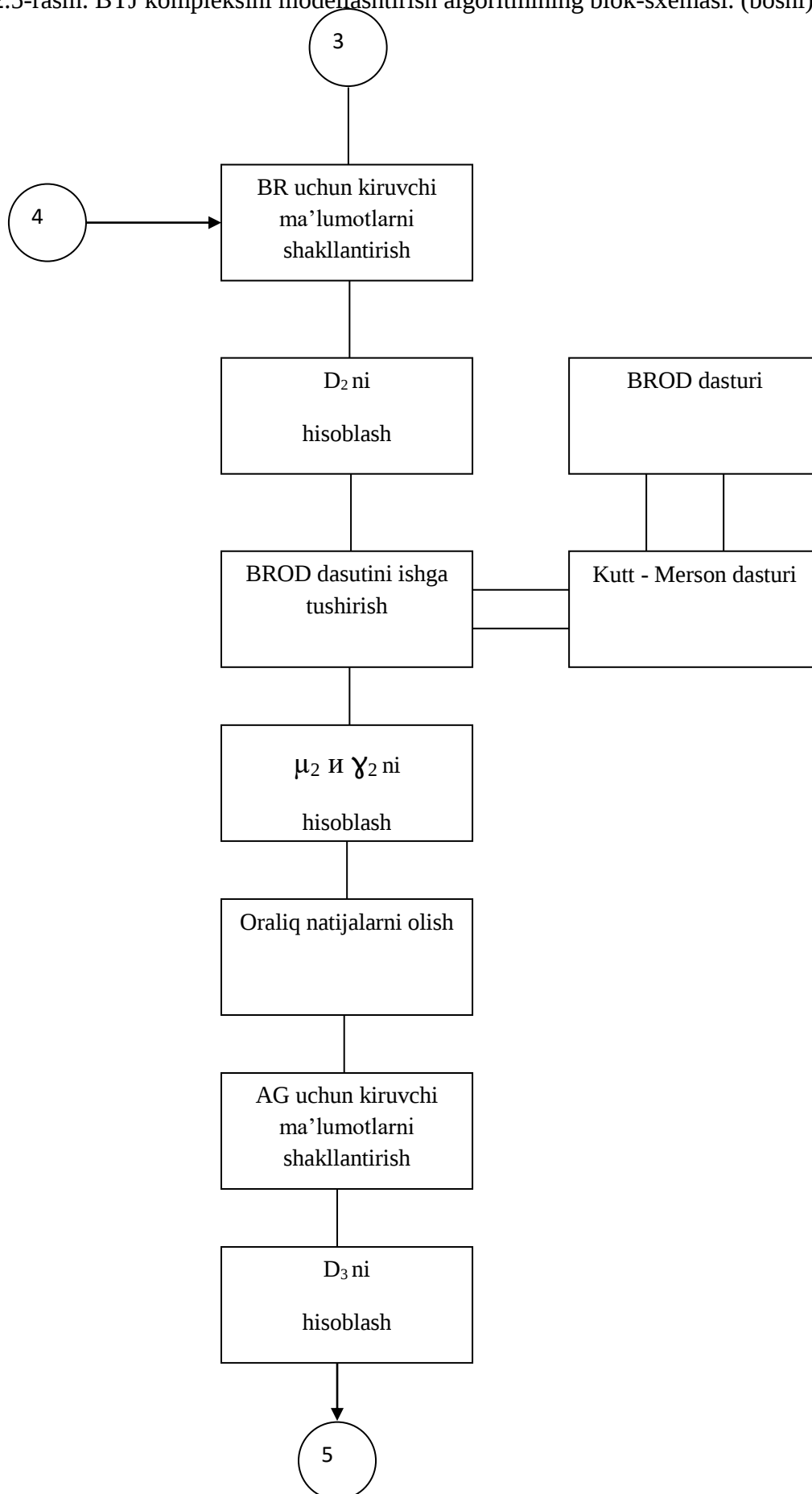
A_{15} , A_{16} operatorlari μ_2 va γ_2 qiymatlarini hisoblaydi va boshqaruvni

operatoriga jo'natadi.

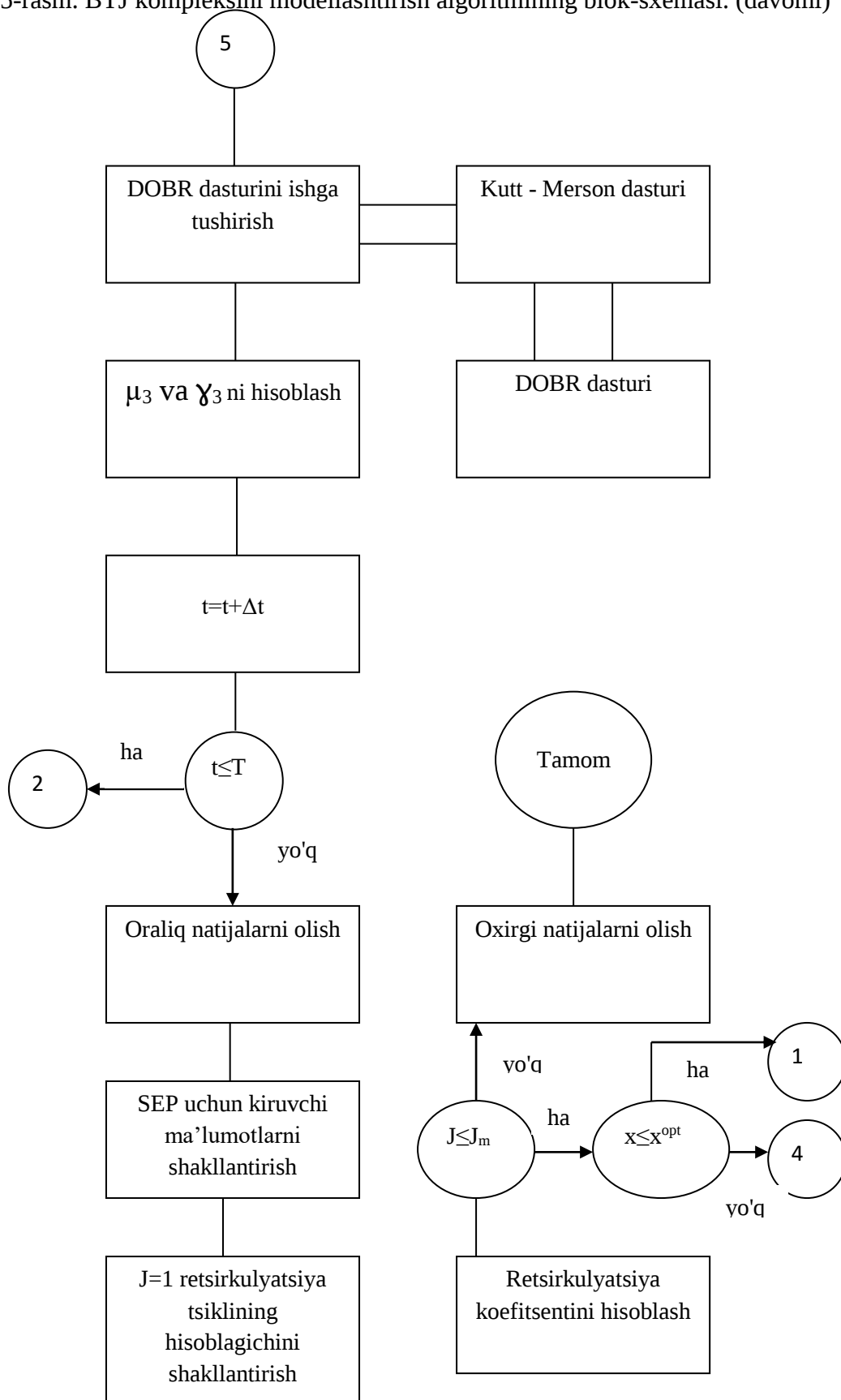
operatori achitish jarayoni uchun hisobni yakunlaydi va natijalarni
keyingi apparatga topshiradi.



2.5-rasm. BTJ kompleksini modellashtirish algoritmining blok-sxemasi. (boshi)



2.5-rasm. BTJ kompleksini modellashtirish algoritmining blok-sxemasi. (davomi)



2.5-rasm. BTJ kompleksini modellashtirish algoritmining blok-sxemasi. (davomi)

operator yaxshi harakatlanuvchi reaktorga tegishli olingan natijalarni asosiy ma'lumot sifatida shakllantiradi.

A_{19} operatori yordamida D_2 debitining qiymati hisoblanadi va boshqaruv

operatorga jo'natiladi.

operatori yaxshi harakatlanuvchi reaktorning tenglamalar tizimini yechish uchun Kutt-Merson dasturini ishga tushiradi. A_{21} va A_{22} operatorlari yordamida μ_3 va γ_3 qiymatlari hisoblanadi.

mantiqiy operatori $T_0 \leq T$ shartini tekshiradi, bu yerda T -vaqtning

oxirgi lahzasi. Agar bu shart saqlansa, unda , operatorga o'tadi, aks holda

operatorga o'tadi.

operatori yaxshi harakatlanish jarayoni uchun hisobni yakunlaydi va natijalarni keyingi apparatga topshiradi.

operatori separatorga kiruvchi asosiy ma'lumotlarni olingan natijalar asosida shakllantiradi.

operator retsirkulyatsiyaning J tsiklining hisoblagichini

shakllantiradi va boshqaruvni operatorga jo'natadi. operatori yordamida retsirkulyatsiya koeffitsienti ρ ni hisoblovshi dasturni ishga tushiradi.

A_{2s} operatori bilan retsirkulyatsiya koeffitsienti ρ qiymati hisoblanadi va

boshqaruv operatorga jo'natiladi. mantiqiy operatori yordamida $J \leq J_m$ sharti tekshiriladi, bu yerda J_m -retsirkulyatsiyaning tsikllarining

maksimal soni. Agar bu shart saqlansa, unda operatoriga, yoki operatoriga o'tadi.

mantiqiy operatori $x \leq x^{opt}$ shartini tekshiradi bu yerda x^{opt} -achitqi

suspenziyasining optimal qiymati. Agar bu shart saqlansa, unda

operatoriga, aks holda operatoriga o'tadi. operatori hisoblash jarayonining yakunlanganligini bildiradi va oxirgi natijalarni beradi.

Modellashtirish algoritmini amalga oshirish uchun asosiy ma'lumotlar obyektlarda o'tkazilgan tajribalardan va laboratoriya sharoitlaridan olindi. Modellashtirish algoritmini hisoblash achitqi generatoridan boshlanib, boshlang'ish shartlar sifatida quyidagilar olindi: achitqi konsentratsiyasi $x(0) = 13$; substrat konsentratsiyasi $S(0) = 30$; maqsadli maxsulot konsentratsiyasi $P_m(0) = 0$; o'sishga muvofiq keluvchi sarflangan substrakt miqdori $S_s(0) = 0$; yashash davomiyligi $S_{ya}(0) = 0$ va to'liq maxsulot $S_t(0) = 0$.

Texnologik reglamentga muvofiq:

$$W_{AG} = 10 \text{ m}^3; \quad WG = 15 \text{ m}^3/\text{soat}; \quad WX\rho = 5 \text{ m}^3/\text{soat};$$

bo'lgan achitqi generatori uchun atalaning achitqi generatorida maksimal bo'lish davomiyligi $t = 0,5$ soat bo'ldi. Jarayon $0 \leq t \leq 0,5$ soat bo'lganda o'rganildi va atala debiti $0 \leq D \leq 2 \text{ s}^{-1}$ ga teng.

Bosh achitqi reaktor uchun debit $0 \leq D \leq 0,2 \text{ s}^{-1}$ ga teng.

Yaxshi harakatlanuvchi reaktor uchun $0 \leq D \leq 0,4 \text{ s}^{-1}$ da $0 \leq t \leq 3$ soat $W_{DR} = 30 \text{ m}^3$.

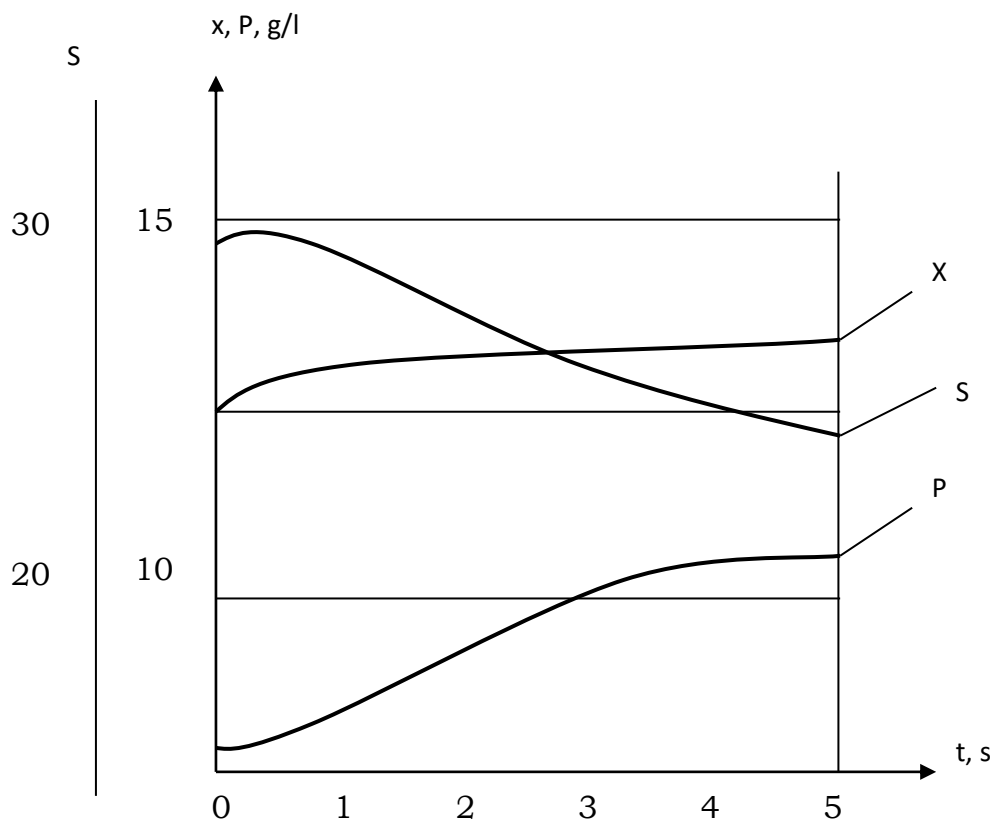
Modellashtirish algoritmda uzluksiz spirtida achitish jarayonida achitqi generatsiyasi jarayonini o'rganishning ko'rsatishicha muqobil rejimga erishish uchun texnologik jarayondan achitqi generatorini olib tashlash kerak. Buni faqat shunday hollarda qo'llash mumkin, agarda liniyada faol achitqilar kontsentratsiyasi pasaysa yoki achitqi bo'limining apparatlari ishga tushganda.

Birinchi reaktorda spirtli achitqining birinchi pog'onasida etil spirtining berilishining tezlanishi sababli substrat utilasiyasining tezligi birdan oshdi (2.6-rasm). Achitqining o'sish tezligining o'zgarmas bo'lishi uchun atala debitini qo'llab-quvvatlash zarur. Spirtli achitqining birinchi pog'onasi to'liq maxsulotning intensiv kelib chiqishi bilan tavsiflanadi-hamma hajmning 80 foizi.

Ikkinchi pog'ona uchun boshlang'ich shartlar sifatida spirtli achitqining birinchi pog'onasida olingan ma'lumotlar qabul qilindi.

To'liq maxsulotning kelib chiqish tezligi birinchi pog'onadagidan kam bo'ldi. Bu substratning boshlang'ish kontsentratsiyasining kamayishi va spirt kontsentratsiyasining ortishi bilan tushuntiriladi.

Shuningdek, agarda texnologik liniyadan achitish generatorini olib tashlasak, bu achitqi bo'limida substratning bo'lish davomiyligini 0.5 soatga kamaytadi va xujayralarning o'sishi va yashashidagi substrat sarfining kamayishi sababli



2.6-rasm. Vaqtga nisbatan jarayonning asosiy ko'rsatkichlarining o'zgarishi.

S – substrat kontsentratsiyasi, g/l;

X – achitqi kontsentratsiyasi, g/l;

P – maqsadli maxsulot kontsentratsiyasi, g/l.

etil spirtining chiqishini oshiradi hamda achitqi bo'limining unumdorligini oshiradi.

Achitqi bo'limidan to'g'ridan-to'g'ri olingan ma'lumotlar asosida laboratoriya tahlili boyicha sifatli parametrlarning (magniy, kaliy tarkibi va boshqalar) kattaliklarining joylashish diapazoni o'rnatilgan.

Muloqat tizimining dasturiy ta'minoti ishlab chiqilgan bo'lib, u *Delphi* algoritm tilida amalga oshirilgan (ilova 1.).

Noravshan ko'plik apparatining asosida sifatli parametrlarni qayta ishlash va shakllantirish usulyblarini qo'llanish alohida elementlarning modellarini sintezlashga imkon berdi, bu bilan sifatli parametrlar miqdoriy ma'lumotlarni to'liqtirishda qo'llanilgan va ular BTJ larni ishlashini taxmin qilishda hisobga olingan.

II bob bo'yicha xulosa

1. BTJ larni imitatsion modellashtirish tizimining asosiy xazifalari va komponentalari ochib berildi. BTJ larni imitatsion modellashtirish tizimini yaratishda asosiy diqqat texnologik grafni foydalanib elementlar orasidagi o'zaro ta'sirning matematik modelini yaratishga, shuningdek, imitatsion tajriba o'tkazish uchun dasturlar va modelashtirish algoritmlarini yaratishga qaratilishi lozimligi ta'kidlab o'tildi.

2. Modellashtirish va boshqarishda noravshan (sifatli) parametrlardan foydalanish uchun o'rganilayotgan jarayonning effektivligini o'shish maqsadida, ya'ni sifatli afzalliklarni hisobga olib BTJ lar matematik modelini yaratish uchun analitik va grafik ko'rinishda mansublik funktsiyasini tuzish maqsadida asosiy ma'lumotni qayta ishlash sxemasi taqdim etildi.

3. QQSH va kompyuter orasida muloqat modelini shakllantirish uchun noravshan ko'plikning apparatlari foydalanildi, ya'ni u sifatli xarakterdagi ma'lumotni yetarlicha qulay ko'rinishda berishga imkon beradi, boshqaruv obyektining funktsiyalanishini iqtisodiy muxitini tasvirlaydi. Muloqat tizimida lug'atni o'zgartirish va yangi terminlarni kiritish uchun rejim yaratilgani ta'kidlandi.

4. BTJ larni imitatsion modellashtirish uchun vaqt sarflashni kamaytirish maqsadida yarim tabiiy tajriba nazariyasi uslubidan foydalanildi. Elementlar orasidagi o'zaro ta'sirning matematik modelini ishlab chiqishda graflar nazariyasi, topologik va operativ sxemalar foydalanildi.

III BOB. BIOTEXNIK OBYEKTЛАRNI BOSHQARISH TIZIMLARIDA NORAVSHAN SIFATLI MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASH ALGORITMLARI VA ULARNING AMALIY TADBIQI

3.1. Biotexnik jarayonni optimallashtirish algoritmi

Achitqilarni o'sishini boshqarish achitqi generatorida atalani aralashtirish tezligini o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi, bunda jarayonni cheklovchi shartlar quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{0 \leq D_c \leq \mu_m \frac{S}{k_s^m + S} \left(\prod_{j=1}^i \frac{k_{ij}}{k_{ij} + I_j} \right) x \exp \left(-\frac{(pH - \varphi_1)^2}{\sigma_1^2} \right) x \exp \left(-\frac{(T - \varphi_2)^2}{\sigma_2^2} \right)}{\sigma_2^2}$$

bu erda μ_m - o'sishning maksimal nisbiy tezligi; S - substrat kontsentratsiyasi; k_i , k_s - doimiylar; T - harorat.

Achituvchi batareyalar tizimi uchun lokal mezonlar (3.2.) quyidagi sharoitda erishiladi:

$$\frac{D_{opt}^{(N)} - D_{opt}^{(1)}}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{D_i} \right)} = 1$$

Obyekt ko'p bosqichli bo'lganligi, optimallik mezonlari har bir alohida bosqich uchun additiv funktsiya orqali ifodalanishi sababli, qo'yilgan masalani echishda dinamik dasturlash uslubidan foydalanilgan [17].

BTJ larni optimallashtirish uchun global mezonlarga asoslangan, boshqarish parametrlarining optimal qiymatlarini aniqlash imkonini beradigan algoritmlardan foydalanamiz, ya'ni:

$$\mathbf{R} =_{\mathbf{x}_i} \max \left(a_0 + \sum_{i=1}^6 a_i x_i + \sum_{j,i=1}^6 a_{ji} x_j x_i \right) \quad (3.2.)$$

qo'yidagi shartlarda:

$$x_1 = 30; 14 \leq x_2 \leq 20; x_3 = 3,1; 3,5 \leq x_4 \leq 5,5$$

$$30 \leq x_5 \leq 38; 0,12 \leq x_6 \leq 0,2$$

Bu shartlar texnologik reglamentdan kiritilgan.

Shunday qilib, BTJ larning imitatsion modeli shuni ko'rsatdiki, jarayonning kiruvchi va chiquvchi o'zgaruvchilari orasida nochiqli aloqa mavjud, demak, texnologik kompleksni optimallashtirish masalalarini echish uchun qidiruvchi uslublar modifikatsiyalaridan birini qabul qilish maqsadga muvofiq.

Kiruvchi parametrlarning soni ko'p bo'lganda mutlaq siljitishli tasodifiy qidiruv usuli yaxshi natijalar beradi, hamda u boshqa uslublar bilan uyg'unlikda samarali va tez harakat qilish bo'yicha gradient uslubidan qolishmaydi [1].

Bu uslubning asosiy g'oyasi shundan iboratki, har bir qadamda harakatlanish yo'nalishini tasodifiy tanlashdan iborat. Mutlaq siljitishli tasodifiy qidiruv uslubi tasodifiy qadamni muvaffaqiyatga olib kelguncha ko'p marotaba foydalanishni anglatish uchun qabul qilinadi [7].

Agar $\Delta x^{(j)}$ muvaffaqiyatli qadam bo'lsa, o'nda $\Delta x^{(j+1)} = \Delta x^{(j)}$ tanlanadi va ushbu tanlovning muvaffaqiyatliligi tekshiriladi.

Agar $\Delta x^{(j)}$ muvaffaqiyatsizlikga olib kelsa, u holda $\Delta x^{(j+1)} = -\Delta x^{(j)}$ tanlanadi.

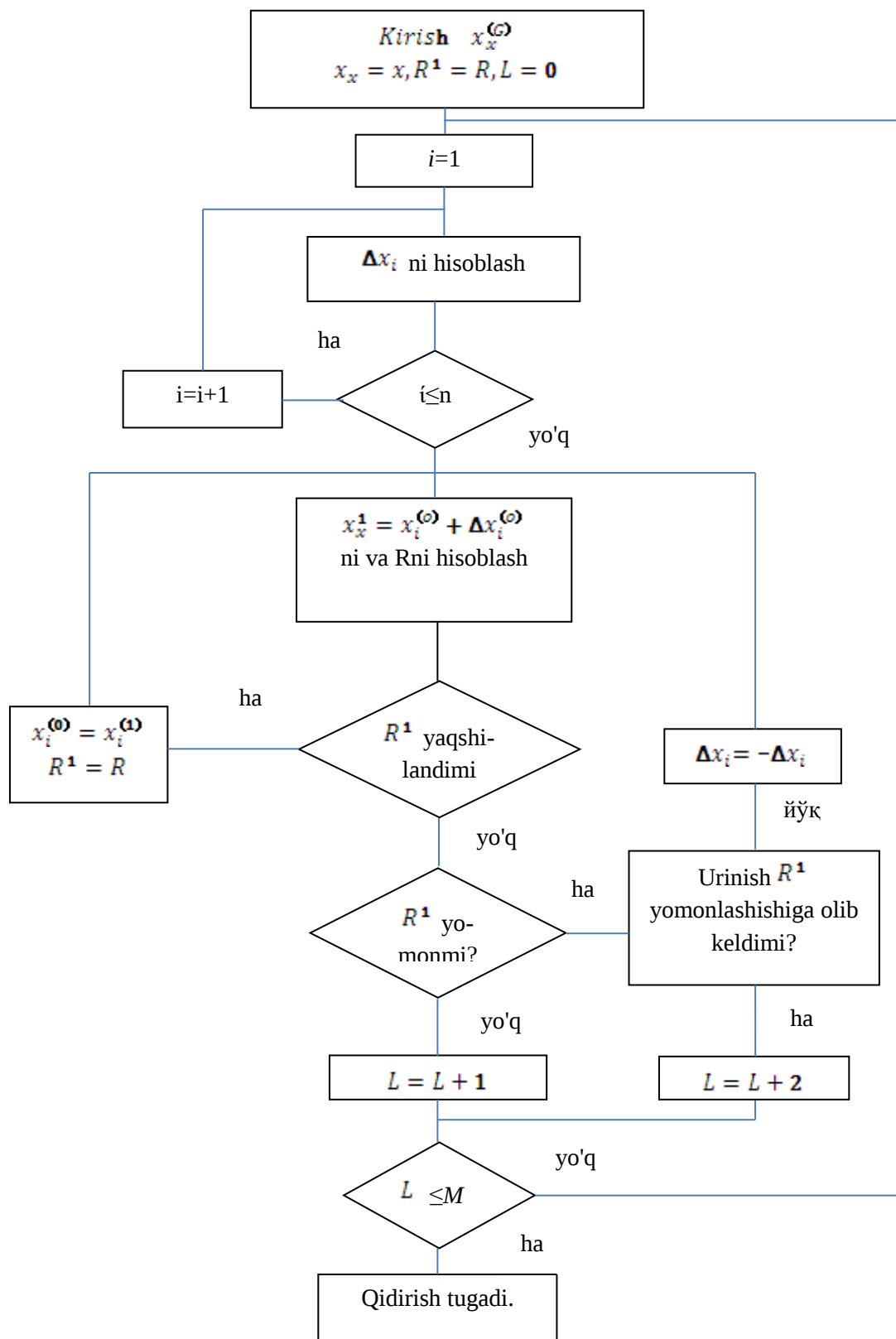
Shunday qilib, mutlaq siljitish strategiyasi musbat va manfiy yo'nalishlarda foydalaniladi.

3.1-jadval

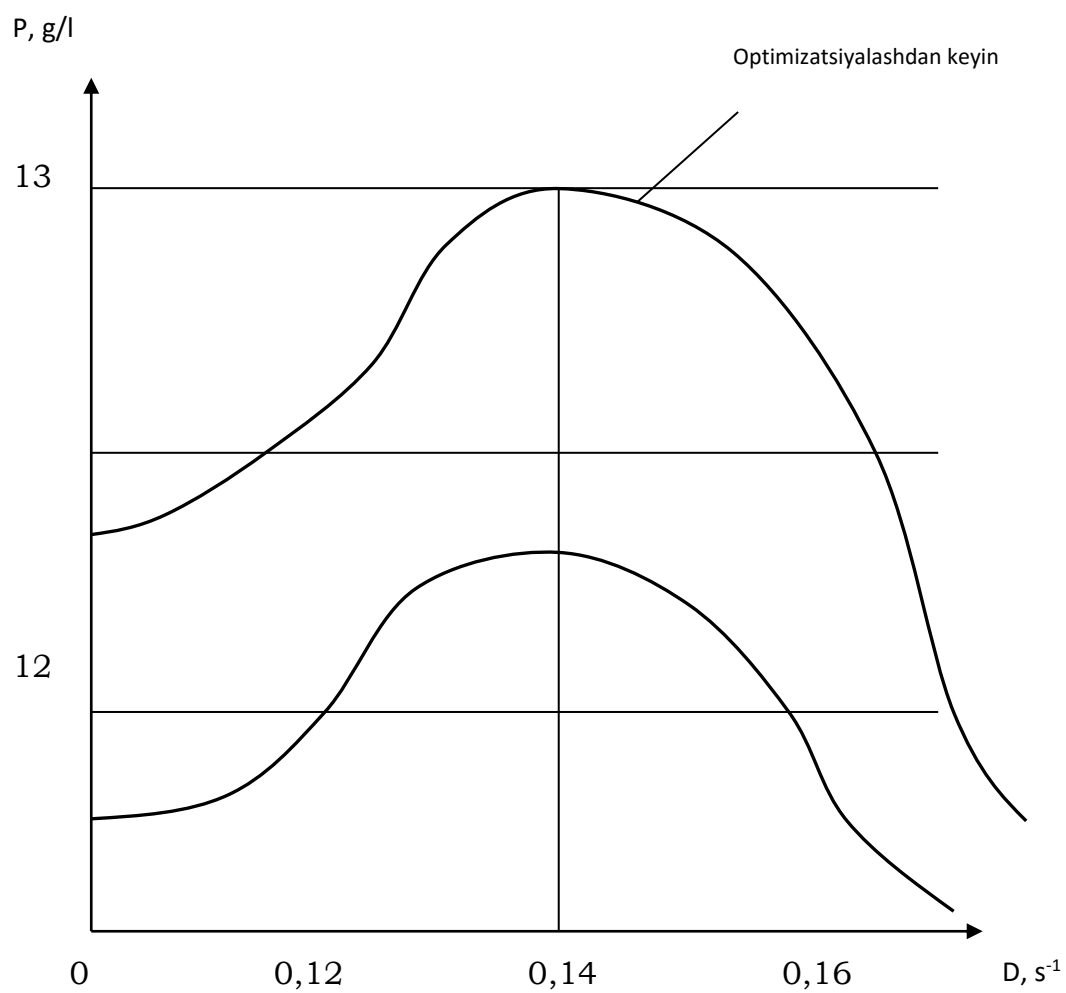
Rejimli va boshqaruvchi parametrlarning optimal qiymatlari

Boshqaruvchi parametrlar	Reglament bo'yicha qiymatlar	Optimal qiymat
Harorat	33:38	34
atala	3,5:5,5	4,5
Biokatalizator kontsentratsiyasi	14:20	16,5

Atala debiti	0,12:0,2	0,14
--------------	----------	------



3.1-rasm. BTJ ni optimallashtirish algoritmining blok-sxemasi.



3.2-rasm. Maqsadli maxsulot kontsentratsiyasining o'zgarishining debitga bog'liqligi.

3.1-rasmda biotexnik kompleksni optimizatsiyalash algoritmi blok-sxemasi keltirilgan.

Maqsadli maxsulot kontsentratsiyasi oltita parametrga bog'liq holda o'zgargan va 11,4 dan 12,6 g/l gacha kattalashgan, bu esa texnologik kompleks ishlab chiqaruvchanligini ko'tardi (3.2-rasm).

3.2. Noravshan ma'lumotni hisobga olgan holda biotexnik jarayonni boshqarish algoritmi

BTJ ni optimal boshqarish masalalarini shakllantirishni qo'yidagicha amalga oshiramiz. (2.10), (2.11) tenglamalari orqali ta'riflangan BTJ mavjud bo'lsa, uni boshlang'ich yoki hozirgi x_i , $i = \overline{1, n}$ holatidan optimal x_i^{opt} holatiga o'tkazish talab etiladi, bunda R tenglamasi bilan berilgan funktsional maksimal bo'lishi uchun $U(x_i)$ vektor tenglamasi foydalaniladi. Shuningdek, sifatli parametrlar aniq chegaralarda joylashadi, u holda echimlarni qabul qilish jarayoni noaniq holatlarni ba'zi bir determinantlangan holatlarga olib keladi, eng to'g'ri echimni oxirida tanlaydi, ushbu jarayonni har xil turdagi noravshanliklarni ketma-ket bartaraf qilgan holda, ko'p qadamli protseduralar ko'rinishida keltiriladi.

BTJ ni optimal boshqarishga yo'naltirilgan, echim qabul qilish masalalarida noravshanlikni pasaytirish uchun, qandaydir ma'noda nisbatan bir xil turdagi elementlardan tashkil topgan, oxirgi son guruhida berilgan belgilar bo'shlig'ida sifatli parametrlar ko'pligi guruhlari masalalarini echamiz.

Noravshan ko'pliklar nazariyasini qabul qilish asosida BTJ ni boshqarishda guruhlash masalalarini echish algoritmining tuzilishini ko'rib chiqamiz. Mayli $x^* \in X^*$ noravshan parametrlar ko'pligi berilgan bo'lsin, k -ichida chiquvchi ma'lumotlar guruhlashtirilishi kerak bo'lgan sinflar soni; m -parametrlarni

tasniflash uchun belgilar soni; $c_1^*, c_2^*, \dots, c_m^*$ har bir belgining ustuvorligi. Har bir j belgiga uning qiymatlarining mos keluvchi k intervalini qo'yamiz; $(\underline{\theta}_i^l, \bar{\theta}_i^l)$ chegaralari bilan cheklangan har bir l interval bitta sinfga mos keladi. $x^* > \underline{\theta}_i^l$ va $x^* < \bar{\theta}_i^l$ tasdiqlashlarning mansublik funktsiyalarining turlari belgili.

Unda algoritm ishi quyidagicha davom etadi. " x^* parametri i belgisi qiymatida l sinfga tegishli" noravshan tasdiqlashning mansublik funktsiyasi aniqlanadi:

$$m_i^{*l}((x)^*) = \min \left(\mu_{x^* > \underline{\theta}_i^l}, \mu_{x^* < \bar{\theta}_i^l} \right) \quad \forall l = \overline{1, k} \quad \forall i = \overline{1, m}$$

" x^* barcha belgilar qiymatida l sinfga tegishli" noravshan tasdiqlashning mansublik funktsiyasi aniqlanadi:

$$m^{*l}(x^*) = \sum_{i=1}^m c_i^* m_i^{*l}(x^*), \quad l = \overline{1, k}$$

Unda " x^* parametri l sinfga tegishli" noravshan tasdiqlash quyidagi mansublik funktsiyasi ko'rinishini oladi:

$$m^{*l}(x^*) = \min_{l = \overline{1, k}} \left(\mu_{x^* > \underline{\theta}_i^l}, \mu_{x^* < \bar{\theta}_i^l} \right) \quad m^{*l}(x^*) = \max_{l = \overline{1, k}} \left(\mu_{x^* > \underline{\theta}_i^l}, \mu_{x^* < \bar{\theta}_i^l} \right)$$

Oxirida quyidagi natijani olamiz:

$$m^{*l}(x^*) = \max_{l = \overline{1, k}} \left\{ \sum_{i=1}^m c_i^* \left(\min \left(\mu_{x^* > \underline{\theta}_i^l}, \mu_{x^* < \bar{\theta}_i^l} \right) \right) \right\}$$

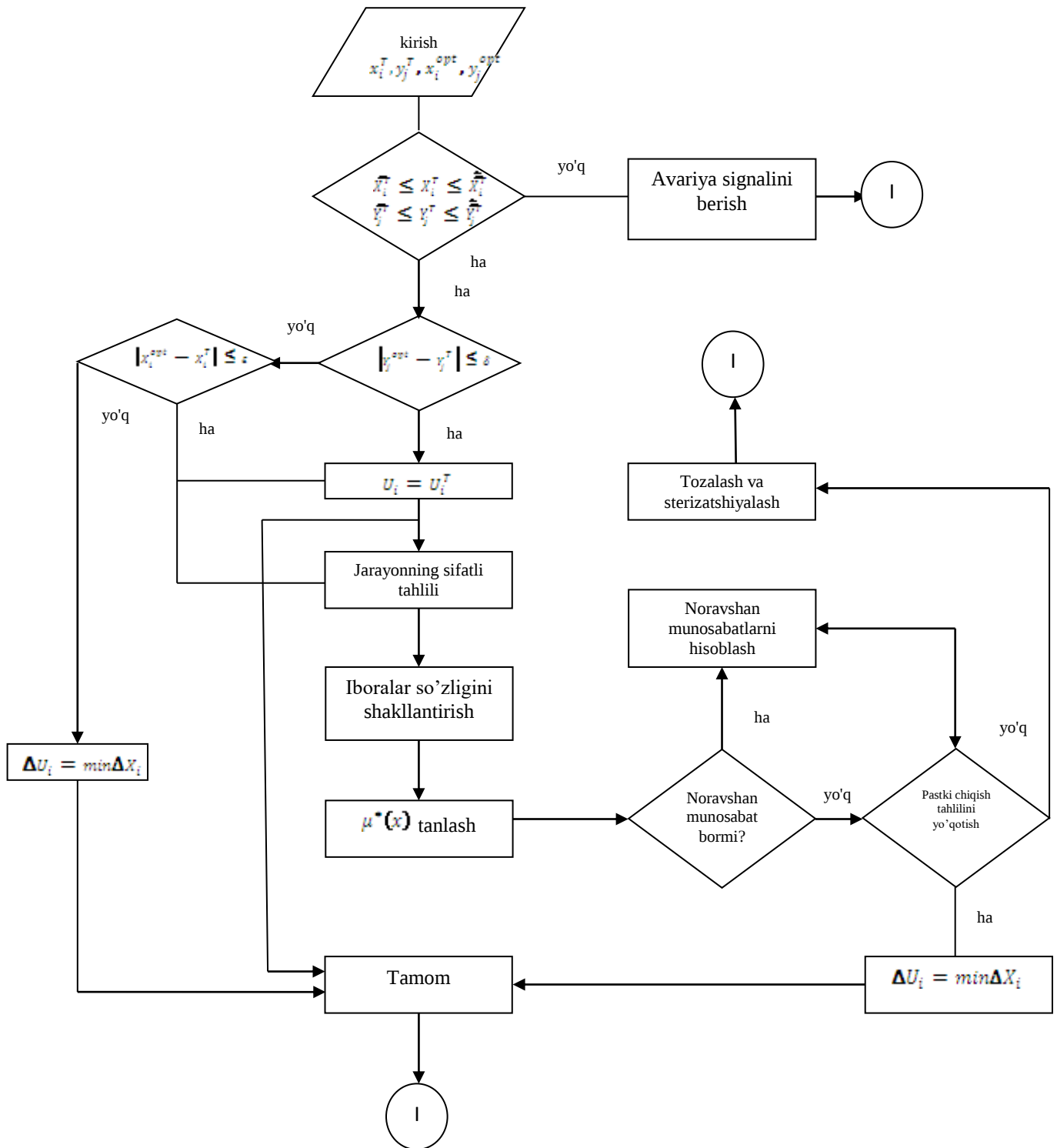
3.3-rasmda boshqarish ta'sirlarini hisoblash algoritmining blok-sxemasi keltirilgan.

Biotexnik kompleksni optimal boshqarish algoritmining ishlashi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

- 1) (X^T, Y^T) ning joriy qiymati aniqlanadi va optimallashtirilgan masalani echish yo'li bilan parametrlarning optimal (X^{opt}, Y^{opt}) qiymati topiladi;
- 2) parametrlarning mosligi o'rnatiladi

$$\hat{X}_i^T \leq X_i^T \leq \tilde{X}_i^T \quad \hat{Y}_j^T \leq Y_j^T \leq \tilde{Y}_j^T$$

bu erda $\tilde{X}_I^T$, $\tilde{\tilde{X}}_I^T$ -kiruvchi va boshqaruvchi parametrlar o'zgarishining quyi va yuqori chegaralari; , $\tilde{\tilde{Y}}_J^T$ -chiquvchi parametrlarning quyi va yuqori chegaralari.



3.3-rasm. Noravshan ma'lumotlarni hisobga olgan holda BTJ ni boshqarish algoritmining blok-sxemasi.

Ushbu tengsizliklar bajarilmasa boshqarish tizimi avtomat tarzda o'chadi va avariya signalini beradi;

3) $(Y_i^{opt} - Y_j^T) \leq \delta$ holatda $X_i^T = X_i^{opt}$ qabul qilinadi va i -kanal orqali boshqarish o'zgarmaydi (- modelning berilgan aniqligi);

4) $(Y_j^{opt} - Y_j^T) \geq \delta$ bo'lsa qo'yidagi shartlar qaraladi:

a) agar $\|(X_i^{opt} - X)_i^T\| \leq \varepsilon$ bo'lganda ushbu tengsizlikka bo'ysinadgan X_i^T lar uchun, boshqaruv ta'siri o'zgarmaydi va jarayonning sifatli tahlili bo'lib o'tadi. Buning uchun dastlab jarayon sifatiga ta'sir etuvchi parametrlar aniqlanadi, belgilangan parametrlarning o'zini tutishini tavsiflash uchun foydalaniladigan iboralar so'zligi shakllantiriladi, analitik yoki grafik ko'rinishda (3.3.ga qarang) mansublik funktsiyasi $\mu^*(x)$ tanlanadi. Agar parametrlar orasida noravshan munosabat mavjud bo'lsa, unda parametrlar orasida aloqa shakllantirilgan $B_{ij} (i, j = \overline{1, N})$ noravshan binar munosabati hisoblab chiqiladi. Hisoblash uchun ko'paytirishning dekart operatsiyasi va noravshan ko'pliklarni birlashtirish foydalaniladi:

$$B_{i,j} = \bigcup_{M_i, M_j} (M_i * M_j)$$

bu erda: ε -parametrlar uchun iboralar shakllantirilgan noravshan ko'pliklar.

b) Agar $\|(X_i^{opt} - X)_i^T\| > \varepsilon$ yoki $\|(X_i^{opt} - X)_i^T\| = \Delta X > \varepsilon$ bo'lsa ΔX_i minimallashtirishning i - kanali bo'yicha tartibga keltiruvchi organlarga boshqarish buyruqlari beriladi (ε -parametrlarning qanoatlantirilganlik darajasi). ΔX_i minimallashtirishga olib keladigan boshqaruvchi ta'sir $\bigcup (\Delta x)_i$ tanlanadi.

Agar $\tilde{X}_i^T \leq X_i^T \leq \tilde{\tilde{X}}_i^T$ bo'lsa $U(\tilde{X}_i) \leq U(X_i) \leq U(\tilde{\tilde{X}}_i)$ deb yozish mumkin. Har qanday qiymat uchun bir qiymatli boshqarish formulasini quyidagicha yozish mumkin:

$$u(x_i^T) = \llbracket u(\tilde{\tilde{x}}_i) \rrbracket * \frac{x_i^T}{\tilde{\tilde{x}}_i}$$

Shunga asoslanib Δx_i minimallashtirishga olib keladigan boshqaruvchi ta'sir kelib chiqadi.

$$\llbracket u(\Delta x)_i \rrbracket = \llbracket u(\tilde{\tilde{x}}_i) \rrbracket * \frac{\Delta x_i}{\tilde{\tilde{x}}_i} \quad (3.3.)$$

Unda boshqarishning quyidagi xususiyatlarini foydalanib:

$$u(\llbracket x \rrbracket'_i + x'_i) = u(x'_i) + \llbracket u(x) \rrbracket''_i$$

quyidagini yozamiz.

$$\llbracket u(x)_i^{opt} \rrbracket = u(x_i^T + \Delta x_i) = u(x_i^T) + \text{sign} \llbracket u(\Delta x)_i \rrbracket \quad (3.4.)$$

(3.3.) va (3.4.) dan topilgan $U(\Delta X_i)$ qiymatlarni qo'yib optimal holatga olib keladigan, boshqaruvdagi chetlash kattaligini aniqlaymiz.

Unda boshqaruvdagi ta'sir kattaligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\llbracket u(x)_i^{opt} \rrbracket = \llbracket u(x^{opt}) \rrbracket_i * x_i^{iT} / (x_i^T) + \text{sign}(\llbracket u(x^{opt}) \rrbracket_i) \llbracket (x)_i^{opt} - x_i^{iT} \rrbracket$$

3.3. Biotexnik jarayonni boshqarish tizimining sintezi

Boshqarish tizimi (BT) ob'ektni boshqarish jarayonini amalga oshiradigan ob'ektlar va qurilmalardan iborat. Boshqarish ob'ekti boshqarish tizimiga yuklangan bog'lovchi funktsiyalarga bog'liq har xil variantdagi boshqarish qurilmalari bilan aloqa qilishi mumkin [34].

Kompyuterdan foydalanish asosida boshqarish tizimlarini uch xil turga bo'lish mumkin, kompyuterni to'g'ridan-to'g'ri foydalanish orqali, kompyuterni operator maslahatchisi sifatida foydalanish orqali, operator ishtirokisiz bevosita

nazorat konturini yopuvchi boshqaruvchi kompyuterlarni foydalanish orqali [11].

Ikkinchi va uchinchi boshqarish tizimi turiga tegishli bo'lgan BTJ larni BT sintezi ikki variantini kompyuterdan foydalanib ko'rib chiqamiz.

Ikkinchi variantga ko'ra BTJ ni boshqarish masalasi boshqarishning berk sxemasi bo'yicha echiladi. Bu variantda kompyuter maslahatchi rolini bajaradi. Maslahatchi rejimini amalga oshirishda operator kompyuterni zarur axborot bilan ta'minlaydi, kompyuter oldindan berilgan algoritm bo'yicha axborotni qayta ishlaydi. Bir vaqtning o'zida operator kompyuter ishini kuzatib boradi.

BT konturiga operatorni qo'shish algoritm to'g'riligiga kafolat yo'qligi bilan izohlanadi, chunki ularda mumkin bo'lgan avariylar hisobga olinmagan. Shuning uchun bu tavsiya bilan kompyuter operatorga texnologik jarayonni optimal rejimda olib borishga yordam beradi.

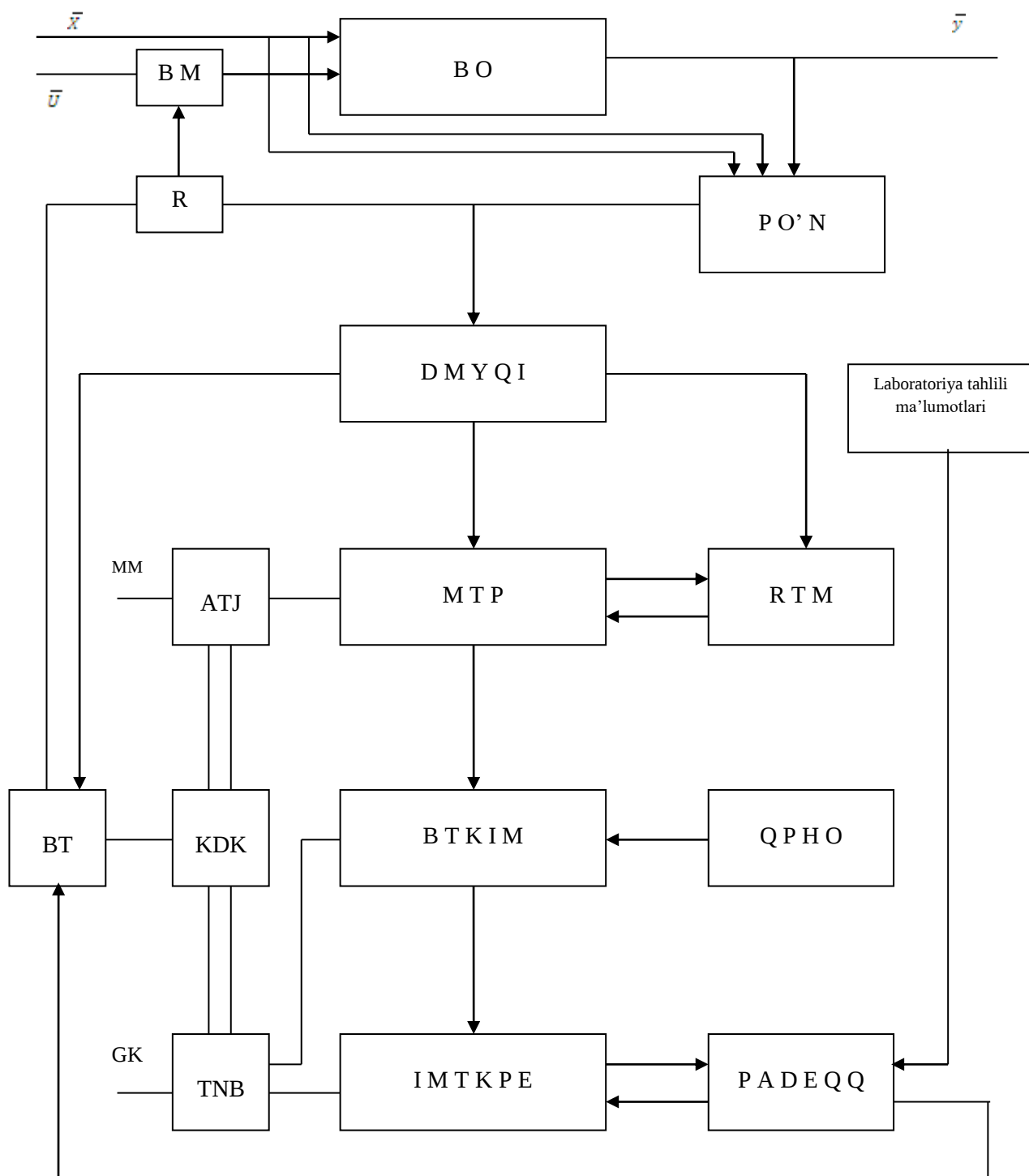
BTJ ni boshqarayotgan operator optimal rejimda ushlab turishga qodir emas, chunki u optimal holatdan og'ishda, uzilishni oldini oladigan, jarayonni tavsiflaydigan va boshqaruvchi ta'sirni aniqlaydigan ko'p sonli faktorlar ta'sirini hisobga ola olmaydi.

Bu kabi masalalarni echishda kompyuter texnikalari qurilmalari jarayon paytida olingan axborotni qayta ishlash imkonini beradigan alohida qiymatlarga ega bo'ladi. Agar qaror qabul qilish paytida tashqi ta'sirlar va sub'ektiv faktorlar juda kam bo'lsa eng katta samaraga erishiladi.

BTJ ni BT sintezi ikkinchi variantini ko'rib chiqamiz. Kompyuter boshqarishning berk sxemasi bo'yicha ob'ekt bilan zich aloqa o'rnatadi, bir signalning ustuvorligiga bog'liq axborotlarni qayta ishlaydi, boshqalarini to'xtatadi. Boshqaruv elementi tomonidan ishlab chiqilgan boshqaruvchi axborot sozlovchi a'zolarga tushadi, ular tizimning boshqaruv elementlarining ishlash rejimi parametrlarini o'zgartiradi.

Kompyuterdan foydalanib BTJ ni boshqarish tizimining tarkibiy sxemasini ko'rib chiqamiz (3.4-rasm).

Boshqarish tizimi holati haqidagi barcha ma'lumot dastlabki ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash (DMYQI) blokiga kelib tushadi, bu erda asosiy qurilma va jarayon haqidagi ma'lumotlar markazlashib yig'iladi, zarur parametrlar va masala qiymatidan og'ish registratsiya qilinadi. Qayta ishlangan axborot son shakliga aylantiriladi va mashina xotirasiga yo'naltiriladi. DMYQI dan axborot MTP ga tushadi, bu erda RKM da hisoblangan koeffitsientlar hisobi asosida alohida texnologik jarayonlarning matematik modeli shakllantiriladi. Berilgan mahalliy mezon (MM) bilan shakllantirilgan modellar asosida alohida texnologik jarayonlarning (ATJ) mahalliy optimallashtirish masalalari yechiladi.



3.4-rasm. BTK ni boshqarish tizimining tuzilish sxemasi.

IMTK da mikro- va makrokinetik xususiyatlarni hisobga olgan holda imitatsion modellashtirish shakllantiriladi, bunda laboratoriya tahlillaridan aniqlangan sifatli parametrlar hisobga olinadi (SPHO). Berilgan global mezonga (GM) mos holda ko'p darajali koordinatsiya (KDK) algoritmini hisobga olgan holda (TNB) blokida boshqarish parametrlarining optimal qiymatlari majmuini qidirish olib boriladi. Mikro- va makrokinetik xususiyatlarni hisobga olgan holda, shuningdek, eksperimentni rejalashtirishni qabul qilish (IMTKPE) bilan olingan biotexnik kompleksning imitatsion modeli (BTKIM) bir xilligi tekshiriladi va yechim qabul qilinadi. Keyin boshqaruvchi ta'sir (BT) aniqlanadi va beriladi.

3.4. Sanoat sharoitlarida boshqarish tizimlarining amaliy tadbiqi

Sanoat tajribalari BT ning matematik tavsifiga kiruvchi barcha algoritmlar va taqdim qilingan BT ni tadbiq etish maqsadiga o'tkazilgan.

Jarayon parametrlari haqidagi ma'lumotlar boshqarish qobig'iga o'rnatilgan o'lchov asboblari ko'rsatgichlaridan va laboratoriya tahlillaridan olingan.

3.2-jadval.

Jarayon parametrlari haqidagi ma'lumotlar

Parametrlar	1	2	3	4	5	O'lchov birligi.
Magniy	$5 \cdot 10^{-5}$	$7 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	molyarlik
Kaliy	$4 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	molyarlik
Natriy	$3 \cdot 10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^{-4}$	$8,1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	molyarlik
(0,1) da aks etishi	0	0,25	0,50	0,75	1	
Kichik	1	0,52	0,26	0,13	0	
O'rtacha	0,52	1	1	0,52	0,52	
Yuqori	0	0,13	0,26	0,52	1	

BTJ ni bir qator noravshan (sifatli) parametrlarini (tarkibi magniy, kaliy, kislorod) ko'rib chiqqanda, achitish bo'limidan bevosita olingan laboratoriya tahlili asosida uning qiymatlari kattaligi qaysi diapazonda bo'lishi mumkinligi o'rnatildi (3.2-jadval).

Uzluksiz achitish BTJ ni boshqarish uchun bosh va achitish reaktorlarda atala harorati, sarf, pH , atala darajasi, atala pH ni hamda bosh va achitish reaktorlarida haroratni nazoratlashni tartibga solish tizimlari amalga oshirilgan.

Atala debiti atala sarfi o'lchovi va reaktordagi achitish darajasi haqida ko'rsatkichlar bo'yicha aniqlangan. Substrat, ingibitor kontsentratsiyasi laboratoriya tahlillari yo'li bilan aniqlandi, achitqi kontsentratsiyasi va achitqi maqsadli maxsulotni R mezoni bo'yicha (3.2.) tenglamasiga kiritilgan.

Sanoat tajribalari jarayonida laboratoriya tahlillari spirt tsexining markaziy laboratoriyasida o'tkazildi. O'lchov asboblari va laboratoriya tahlillari bo'yicha olingan jarayon parametrlari haqidagi ma'lumotlar kompyuterga kiritish uchun jo'natiladi.

Kompyuterda hisoblangan boshqarish parametrlarining optimal qiymatlari va tavsiyalar o'sha tarmoq bo'ylab ob'ektga jo'natiladi, bu erda operatorlar ushbu tavsiyalarni avtomatik regulyatorlar masalalarini o'zgartirish uchun foydalanadi.

Barcha namoyon bo'lgan kamchiliklarga qaramasdan, bu usul amalga oshirish soddaligi bilan va kapital harajatlar talab qilmasligi bilan farqlanadi. Boshqaruv ob'ektidagi nazorat-o'lchov asboblariidan quyidagi ma'lumotlar kompyuterga kelib tushadi: harorat va atala sarfi, pH atala, bosh va achitish reaktoridagi achitqi darajasi, bosh va achitish reaktoridagi achitqi harorati va uning pH . Shuningdek, zavodning markaziy laboratoriyasida sinovlar tahlil qilinadi va substrat, ingibitor, achitqi, spirtlarning kontsentratsiyasi hamda sifatli parametrlar qiymati aniqlanadi.

Kompyuter berilgan kiruvchi parametrlar qiymatlarida maqsadli maxsulotni maksimal chiqishini ta'minlaydigan, boshqaruvchi ta'sir hisoblashlarini olib

boradi. Shunday qilib, boshqaruv ob'ektidagi barcha rejimlarni amalga oshirish va boshqaruvchi parametrlar qiymatini hisoblash mumkin.

Asosiy jarayonlardagi ishlab chiqilgan matematik modellar bilan BT ni, shuningdek, umuman texnologik kompleksni amalga oshirish, optimallashtirish va boshqarish algoritmi substrat birligidan etil spirti chiqishini ko'paytirish imkonini berdi va achitish bo'limining unumdorligini oshirdi.

III bob bo'yicha xulosa

1. Muvofiqlashtirilgan boshqarish tamoyilini foydalanib, murakkab biotexnik kompleks protseduralarini hisoblashni optimal tashkillashtirish asosida boshqarish parametrlarining optimal qiymatlarini aniqlashga imkon beradigan BTJ ni optimallashtirish algoritmi taklif etildi.

2. Ko'p qadamli protseduralar ko'rinishida tuzilgan, har xil noravshanliklarni ketma-ket bartaraf etadigan, noravshan axborotlatni hisobga olgan holda BTJ ni boshqarish algoritmi taklif etildi.

3. Samarali ishlash va qo'yilgan masalalarni echishni ta'minlaydigan BTJ ni boshqarish tizimini yaratish uchun BT sintezi va uning texnik qurollari taklif etildi.

4. Ishlab chiqilgan boshqarish tizimi achitish bo'limi unumdorligini oshirish va biokatalizator ishlash muddatini ikki marotaba ko'proq orttirish imkonini beradi.

XULOSA

Dissertatsiya ishida keltirilgan nazariy va tajribaviy tadqiqotlarga asoslanib quyidagi asosiy natijalar olindi:

1. BTJ larni murakkab tahlili o'tkazilishi natijasida, biotexnik kompleksni matematik modelini ishlab chiqish uchun miqdorli va sifatli xususiyatlarini hisobga olgan holda texnik jarayonlarning ishlashini taxmin qilish, ishlab chiqarishdagi har xil vaziyatlarni qayta ishlash, qaror qabul qilish va h.k. imkoniyatlarni beradigan, noravshan ko'pliklarning zamonaviy uslublarini va imitatsion modellashtirishni foydalanish maqsadga muvofiqligi ta'kidlanib o'tildi. Adekvat modellarni qurish va ular asosida yuqori samaradorli boshqarish tizimlarini yaratish uchun sifatli axborotlarning hisobi talab etilishi aniqlandi.

2. Sifatli tahlil asosida modellashtirish maqsadida, noravshan ko'pliklar apparatidan foydalangan holda, BTJ ni sifatli parametrlarini shakllantirish va qayta ishlash imkonini ta'minlaydigan tuzilish sxemasi ishlab chiqildi.

3. Zarur bo'lgan to'liqlik va detallashtirish darajasida har xil makroholat va ruxsat etilgan holatlar hududidagi apparatlar ishlash rejimlarini qayta ishlash imkonini beradigan, mikro- va makrokinetik xususiyatlarni hisobga olgan holda BTJ ni imitatsion modeli ishlab chiqildi.

4. Muvofiqlashtirilgan boshqarish tamoyilidan foydalanilib, murakkab biotexnik komplekslarni hisoblash protseduralarini tashkillashtirish asosida, boshqarish parametrlarining optimal qiymatlarini aniqlash imkonini beradigan BTJ larni optimallashtirish va boshqarish algoritmlari ishlab chiqildi.

5. Ishlab chiqilgan modellar va algoritmlar, shuningdek, amaliy dasturlar asosida BTJ ni ishlashining yuqori samaradorligini ta'minlaydigan boshqarish tizimi ishlab chiqildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Алиев Р.А., Алиев Р.Р. Теория интеллектуальных систем. -Баку: 2001-720с.
2. Аладьев В.З., Хунт Ю.А., Шишаков М.Л. Основы информатики. 2-издание. -М.: Филинь, 1999, 544с.
3. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. - 352с.
4. Батыршин И.З., Недосекин А.А., и др. Теория и практика нечетких гибридных систем. / Под ред. Н.Г. Ярушкиной. – М.: Физматлит, 2006.
5. Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие модели принятия решений: дедукция, индукция, аналогия. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. - 110с.
6. Будущее искусственного интеллекта. / Под ред. К.Е. Левитина и Д.А. Пospelова. М.: Наука, 1991.
7. Гаврилова Т.А., Хорошевский Ф.В. Базы знаний интеллектуальных систем. Санкт-Петербург.: Питер, 2000, 384с.
8. Галушкин А.И. О работах по нейрокомпьютерам в Научном центре нейрокомпьютеров РАН. // Нов. искусств. интел. 1992. №4.
9. Городецкий В.И. Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы применения // Нов. искусств. интел. 1996. № 1.
10. Захаров В.Н., Ульянов С.В. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления. IV. Имитационные модели. // Изв. РАН. Техн. Киберн. 1994. № 5.
11. Информатика. В 2-х томах. Под ред. Семакина И., Хеннера Е.-М.: Лаборатория базовых знаний, 1999.
12. Круглов В.В., Длин М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. Физматлит, 2001. - 224с.

13. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. Обзор и состояние // Нов. искусств. интел. 1998. № 3.
14. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. Состояние. Проблемы. Перспективы // Изв. РАН. Теор. и сист. управл. 1999. № 1.
15. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб: БХВ-Петербург. 2003. - 736с.
16. Митюшкин Ю.И., Мокин Б.И., Ротштейн А.П. Soft-Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний.- Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002.- 145с.
17. Минаев Ю.Н., Филимонова О.Ю., и др. Методы и алгоритмы решения задач идентификации и прогнозирования в условиях неопределенности в нейросетевом логическом базисе. М.: Горячая линия - Телеком, 2003. - 205с.
18. Острейковский В.А. Информатика. М.: Высшая школа, 2000, 511с.
19. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект—основа новой информационной технологии. М.: Наука, 1988.
20. Прикладные нечеткие системы / Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. Пер. с японс. М.: Мир, 1993.
21. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. - Винница: УНІВЕРСУМ - Винниця, 1999, 320с.
22. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Горячая линия - Телеком. 2004. 452с.
23. Скурихин А.Н. Генетические алгоритмы // Нов. искусств. интел. 1995. № 4.
24. Тарасов И.В. От искусственного интеллекта к искусственной жизни: новые направления в науках об искусственном // Нов. искусств. интел. 1995. № 4.

25. Усков А.А., Круглов В.В. Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики. Смоленск: Смоленская городская типография, 2003. - 177с. - ISBN 5-94223-038-2.
26. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. М.: Горячая линия - Телеком. 2004. 144с.
27. Эндрю А. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1985.
28. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем. Учебное пособие. Финансы и статистика, 2004.- 320с.
29. Batyrshin I.; Kacprzyk J.; Sheremetov L.; Zadeh L.A. (Eds.). Perception-based Data Mining and Decision Making in Economics and Finance. Series: Studies in Computational Intelligence , Vol. 36. 2007.
30. Computing With Words. Principal Concepts and Ideas. Berlin: Springer, 2012.
31. Fay Zadeh. My life and travels with the father of fuzzy logic. TSI Press: Альбукерке, 1998 (на русском языке: Жизнь и путешествия с отцом нечеткой логики от Фей Заде. Баку: Чашыюглы, 2001).
32. "From computing with numbers to computing with words — from manipulation of measurements to manipulation of perceptions" in International Journal of Applied Math and Computer Science, pp. 307–324, vol. 12, no. 3, 2002.
33. Zadeh L.A. Fuzzy logic, neural network and soft computing. // Commun. of the ACM. 1994. V.37. №3.
34. Zakharov V.N. Intelligent control systems: Principal concepts and definitions // Journ. of comp. and syst. scien. intern.. 1997. V. 36. № 3.

ILOVA 1

```
object Form1: TForm1
  Left = 326
  Top = 151
  Width = 454
  Height = 406
  Color = clBtnFace
  Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
  Font.Color = clWindowText
  Font.Height = -11
  Font.Name = 'MS Sans Serif'
  Font.Style = []
  OldCreateOrder = False
  OnCreate = FormCreate
  PixelsPerInch = 96
  TextHeight = 13
object PageControl1: TPageControl
  Left = 0
  Top = 0
  Width = 446
  Height = 379
  ActivePage = Vopros1
  Align = alClient
  TabIndex = 1
  TabOrder = 0
object TabSheet1: TTabSheet
  Caption = 'TabSheet1'
end
object Vopros1: TTabSheet
  ImageIndex = 1
  DesignSize = (438,351)
object Panel1: TPanel
  Left = 16
  Top = 16
  Width = 412
  Height = 57
  Anchors = [akLeft, akTop, akRight, akBottom]
  BiDiMode = bdRightToLeft
  BorderWidth = 1
  BorderStyle = bsSingle
  ParentBiDiMode = False
```

```

TabOrder = 0
object Label1: TLabel
  Left = 5
  Top = 8
  Width = 398
  Height = 36
  Alignment = taCenter
  BiDiMode = bdRightToLeft
  Font.Charset = RUSSIAN_CHARSET
  Font.Color = clNavy
  Font.Height = -15
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = [fsBold]
  ParentBiDiMode = False
  ParentFont = False
end
end
object Panel2: TPanel
  Left = 16
  Top = 92
  Width = 412
  Height = 109
  Anchors = [akLeft, akTop, akRight, akBottom]
  BiDiMode = bdRightToLeft
  BorderWidth = 1
  BorderStyle = bsSingle
  ParentBiDiMode = False
  TabOrder = 1
  object Otvet1: TRadioGroup
    Left = 79
    Top = 7
    Width = 118
    Height = 85
    Font.Charset = RUSSIAN_CHARSET
    Font.Color = clGreen
    Font.Height = -19
    Font.Name = 'Arial'
    Font.Style = [fsBold]
    Items.Strings = ('I', 'II')
    ParentFont = False
    TabOrder = 0
  end
  object BitBtn1: TBitBtn
    Left = 216
    Top = 64

```

```

    Width = 81
    Height = 33
    TabOrder = 1
    OnClick = BitBtn1Click
    Kind = bkOK
end
end
object Panel3: TPanel
    Left = 16
    Top = 224
    Width = 412
    Height = 121
    Alignment = taLeftJustify
    Anchors = [akLeft, akTop, akRight, akBottom]
    BiDiMode = bdRightToLeft
    BorderWidth = 1
    BorderStyle = bsSingle
    ParentBiDiMode = False
    TabOrder = 2
    Visible = False
    object Label2: TLabel
        Left = 14
        Top = 8
        Width = 372
        Height = 90
        BiDiMode = bdRightToLeft
        Font.Charset = RUSSIAN_CHARSET
        Font.Color = clNavy
        Font.Height = -15
        Font.Name = 'Arial'
        Font.Style = [fsBold]
        ParentBiDiMode = False
        ParentFont = False
    end
    object BitBtn2: TBitBtn
        Left = 222
        Top = 72
        Width = 81
        Height = 33
        TabOrder = 0
        OnClick = BitBtn2Click
        Kind = bkOK
    end
end
end
end

```

```

object Vopros2: TTabSheet
  ImageIndex = 2
  DesignSize = (438, 351)
  object Panel4: TPanel
    Left = 16
    Top = 16
    Width = 412
    Height = 57
    Anchors = [akLeft, akTop, akRight, akBottom]
    BiDiMode = bdRightToLeft
    BorderWidth = 1
    BorderStyle = bsSingle
    ParentBiDiMode = False
    TabOrder = 0
    object Label3: TLabel
      Left = 31
      Top = 8
      Width = 341
      Height = 36
      Alignment = taCenter
      BiDiMode = bdRightToLeft
      Font.Charset = RUSSIAN_CHARSET
      Font.Color = clNavy
      Font.Height = -15
      Font.Name = 'Arial'
      Font.Style = [fsBold]
      ParentBiDiMode = False
      ParentFont = False
    end
  end
  object Panel5: TPanel
    Left = 16
    Top = 92
    Width = 412
    Height = 181
    Anchors = [akLeft, akTop, akRight, akBottom]
    BiDiMode = bdRightToLeft
    BorderWidth = 1
    BorderStyle = bsSingle
    ParentBiDiMode = False
    TabOrder = 1
    object Label4: TLabel
      Left = 55
      Top = 13
      Width = 268

```

```

    Height = 18
    Alignment = taCenter
    BiDiMode = bdRightToLeft
    Font.Charset = RUSSIAN_CHARSET
    Font.Color = clNavy
    Font.Height = -15
    Font.Name = 'Arial'
    Font.Style = [fsBold]
    ParentBiDiMode = False
    ParentFont = False
end
object Label5: TLabel
    Left = 58
    Top = 66
    Width = 160
    Height = 18
    Alignment = taCenter
    BiDiMode = bdRightToLeft
    Font.Charset = RUSSIAN_CHARSET
    Font.Color = clNavy
    Font.Height = -15
    Font.Name = 'Arial'
    Font.Style = [fsBold]
    ParentBiDiMode = False
    ParentFont = False
end
object BitBtn3: TBitBtn
    Left = 304
    Top = 130
    Width = 81
    Height = 33
    TabOrder = 0
    OnClick = BitBtn3Click
    Kind = bkOK
end
object Edit1: TEdit
    Left = 57
    Top = 37
    Width = 264
    Height = 21
    TabOrder = 1
end
object Edit2: TEdit
    Left = 61
    Top = 88

```

```

        Width = 260
        Height = 21
        TabOrder = 2
    end
end
end
object Vopros3: TTabSheet
    ImageIndex = 3
    DesignSize = (438, 351)
    object Panel6: TPanel
        Left = 16
        Top = 16
        Width = 412
        Height = 57
        Anchors = [akLeft, akTop, akRight, akBottom]
        BiDiMode = bdRightToLeft
        BorderWidth = 1
        BorderStyle = bsSingle
        ParentBiDiMode = False
        TabOrder = 0
        object Label6: TLabel
            Left = 48
            Top = 8
            Width = 292
            Height = 36
            Alignment = taCenter
            BiDiMode = bdRightToLeft
            Font.Charset = RUSSIAN_CHARSET
            Font.Color = clNavy
            Font.Height = -15
            Font.Name = 'Arial'
            Font.Style = [fsBold]
            ParentBiDiMode = False
            ParentFont = False
        end
    end
end
object Panel7: TPanel
    Left = 16
    Top = 92
    Width = 412
    Height = 229
    Anchors = [akLeft, akTop, akRight, akBottom]
    BiDiMode = bdRightToLeft
    BorderWidth = 1
    BorderStyle = bsSingle

```

```

ParentBiDiMode = False
TabOrder = 1
object Label7: TLabel
  Left = 19
  Top = 13
  Width = 110
  Height = 18
  Alignment = taCenter
  BiDiMode = bdRightToLeft
  Font.Charset = RUSSIAN_CHARSET
  Font.Color = clNavy
  Font.Height = -15
  Font.Name = 'Arial'
  Font.Style = [fsBold]
  ParentBiDiMode = False
  ParentFont = False
end
object naimenovaniya: TStringGrid
  Left = 203
  Top = 11
  Width = 177
  Height = 200
  ColCount = 1
  DefaultColWidth = 150
  FixedCols = 0
  Options=[goFixedVertLine, goFixedHorzLine, goVertLine, goHorzLine,
goRangeSelect, goEditing]
  TabOrder = 2
end
object BitBtn4: TBitBtn
  Left = 16
  Top = 168
  Width = 137
  Height = 33
  TabOrder = 0
  OnClick = BitBtn4Click
  Kind = bkOK
end
object Edit3: TEdit
  Left = 17
  Top = 45
  Width = 136
  Height = 21
  TabOrder = 1
end

```