

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIYI VA O'RTA MAXSUS TALIM  
VAZIRLIGI**

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

**TABIIY FANLAR FAKULTETI**

**Kimyo kafedrası**

**ISABOEVA XILOLA YUSUFBOEVNA**

**"RUTIN VA PVP ASOSIDA OLINADIGAN KOMPLEKSLAR  
TEXNOLOGIYASINI O'RGANISH VA QULAYILASHTIRISH "**

**5440400-Kimyo talim yo'nalishi bo'yiicha bakalavr darajasini olish  
uchun**

**BITIRUV MALAKAVIYI ISHI**

**Ilmiy raxbar:**

**kat. o'qit. F.F.Hoshimov**

**Namangan - 2011**

## MUNDARIJA

<b>KIRISH</b>	-----	<b>4</b>
<b>I BOB. O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA FAN VA TA'LIM</b>	-----	<b>7</b>
<b>1.1. Kadrlar tayyorlash milliy dasturi amalda.</b>	-----	<b>7</b>
<b>1.2. Vatanimiz taraqqiyoti va xalqimiz farovonligini yuksaltirishda yuqori texnologik innovasion ishlanmalar roli.</b>	-----	<b>8</b>
<b>1.3. Flavonoidlarning tibbiyotda qo'llanishi.</b>	-----	<b>11</b>
<b>1.4. Polivinilpirrolidon, kraxmal va dekstrinlarni tibbiyotda qo'llanishi</b>	-----	<b>14</b>
<b>II BOB. MODELLASHTIRISH VA QULAYLASHTIRISH</b>	-----	<b>17</b>
<b>2.1. Model tushunchasi</b>	-----	<b>17</b>
<b>2.2. Matematik modellarni sinflash</b>	-----	<b>22</b>
<b>2.3. Qonuniyat tenglamalarini tanlash</b>	-----	<b>25</b>
<b>2.4. Optimallashtirish modellari</b>	-----	<b>28</b>
<b>2.4.1. Bir ulchovli optimallashtirish masalalari</b>	-----	<b>28</b>
<b>2.4.2. Ko'p ulchovli optimallashtirish</b>	-----	<b>38</b>
<b>2.4.3. Imitatsion modellar</b>	-----	<b>45</b>
<b>2.5. Tajribada olingan ma'lumotlarni statistik va dispersion tahlil qilish</b>	-----	<b>47</b>
<b>2.6. Ko'p faktorli tajribalar ma'lumotlarini dispersion analiz qilish</b>	-----	<b>49</b>
<b>III BOB. NATIJALAR TAXLILI</b>	-----	<b>54</b>

<b>3.1. Rutin va PVP asosida polmerkomplekslar sintezi</b>	-----	<b>54</b>
<b>3.2. Mexanosintezlangan polimer komplekslarining eruvchanlik va ajralib chiqish dinamikasi</b>	-----	<b>55</b>
<b>3.3."Rutipol" preparatini olish texnologiyasini qulaylashtirish</b>	-----	<b>58</b>
<b>3.4. "Rutipol" substansiyasini ishlab chiqish kimyoviy-tehnologik sxemasi</b>	-----	<b>62</b>
<b>XULOSA</b>	-----	<b>67</b>
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR</b>	-----	<b>68</b>

## KIRISH

Prezidentning “Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O‘zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo‘llari va choralari” asarida “...biz hozirdanoq taraqqiyotimizning inqirozdan keyingi davri haqida chuqur o‘ylashimiz, bu borada uzoq muddatga mo‘ljallangan dastur ishlab chiqish haqida bosh qotirishimiz kerak. Bu dastur ...zamonaviy innovacion texnologiyalarni joriy qilish bo‘yicha maqsadli loyihalarni o‘zida mujassam etishi darkor” degan edi<sup>1</sup>.

O‘zbekiston hukumati tomonidan 2009–2012 yillarga mo‘ljallab qabul qilingan Inqirozga qarshi dastur jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi ta‘sirini yumshatish va bartaraf etishda katta ahamiyatga ega bo‘ldi[1,2].

Inqirozga qarshi choralar dasturi doirasida quyidagi yo‘nalishlar amalga oshirilmoqda - ishlab chiqarishni tubdan modernizatsiyalash, o‘zaro hamkorlikni yo‘lga qo‘yish, ichki talabni rag‘batlantirish, ishlab chiqarishni mahalliyashtirish, mahsulot eksport qiladigan korxonalarni qo‘llab-quvvatlash va rag‘batlantirish, eksport salohiyatini mustahkamlash, soliq yukini engillashtirish, solikka tortish tizimini soddalashtirish va unifikatsiyalash, yangi ish o‘rinlarini tashkil qilish, bandlik muammosini hal etish[3].

Dastur o‘ziga qamrab olgan, o‘z vaqtida qabul qilingan hujjatlarda avvalo mamlakatimiz moliyaviy-iqtisodiy, budget, bank-kredit tizimining barqaror hamda uzluksiz ishlashini ta‘minlash, iqtisodiyotning real sektori tarmoqlari va korxonalariga yordam ko‘rsatish, aholini ijtimoiy qo‘llab-quvvatlashga qaratilgan chora-tadbirlarning puxta ishlab chiqilgani o‘zining amaliy samarasini berdi[4,5].

### **Mavzuning dolzarbligi.**

Tajribada olingan ma‘lumotlarni statistik va dispersion tahlil qilish orqali texnologiyani qulaylashtirish dolzarb masalalardan biri ekanligi ayon.

Bitiruv malakaviy ish tajribada olingan ma‘lumotlarni optimallashtirish kabi dolzarb masalaga bag‘ishlangan.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Adabiyotlar sharhi shuni ko‘rsatdiki, hozirgacha O‘zbekiston sharoitida qattiq fazali usulda sintez qilingan rutin asosidagi komplekslarning texnologiyasi qulaylashtirilmagan ekan..

**Bitiruv malakaviy ishning maqsadi:** Rutin va PVP asosida olinadigan komplekslar eruvchanligi va texnologiyasini o‘rganish, qulaylashtirish.

### **Bitiruv malakaviy ishning asosiy vazifasi quyidagilardan iborat:**

- Mavjud adabiyotlar va ahborotlarni tahlil etish;
- Kerakli axborotlarni yig‘ish va saralash;
- Flavonoidlar va yuqori molekulyar birikmalarni tibbiyotda qo‘llanishini o‘rganish;
- Modellashtirish va qulaylashtirish usullarini tahlil etish;
- Rutipol kompleksini texnologiyasini qulaylashtirish.

### **Qo‘yilgan masalalarni hal etish uchun quyidagi ishlar bajarildi:**

- Mavjud adabiyotlar va ahborotlarni tahlil etildi;
- Kerakli axborotlar yig‘ildi va saralandi;
- Flavonoidlar va yuqori molekulyar birikmalarni tibbiyotda qo‘llanishini o‘rganildi;
- Modellashtirish va qulaylashtirish usullari tahlil etildi;
- Mexanosintezlangan polimer komplekslarining eruvchanlik va ajralib chiqish dinamikasi o‘rganildi;

---

<sup>1</sup> И.А. Каримов. Жаҳон молиявий-иқтисодий инқироzi, Ўзбекистон шaroitida уни бартараф этишнинг йўллари ва чoralari. Т.: Ўзбекистон, 2009. – 56 б.

- "Rutipol" preparatini olish texnologiyasi qulaylashtirildi;
- "Rutipol" substansiyasini ishlab chiqish kimyoviy-tehnologik sxemasi tuzildi.

**Bitiruv malakaviy ish himovasiga chiqarilgan asosiy mazmunlar:**

- Mavjud adabiyotlar va ahborotlarni tahlil etilishi;
- Kerakli axborotlar yig'ildi va saralanishi;
- Flavonoidlar va yuqori molekulyar birikmalarni tibbiyotda qo'llanishini o'rganilishi;
- Modellashtirish va qulaylashtirish usullari tahlil etilishi;
- Mexanosintezlangan polimer komplekslarining eruvchanlik va ajralib chiqish dinamikasi o'rganilishi;
- "Rutipol" preparatini olish texnologiyasi qulaylashtirilishi;
- "Rutipol" substansiyasini ishlab chiqish kimyoviy-tehnologik sxemasi tuzilishi.

**Ishning ilmiy yangiligi:**

1. Flavonoidlar va yuqori molekulyar birikmalarni tibbiyotda qo'llanishini, modellashtirish va qulaylashtirish usullari tahlil etildi;
2. Mexanosintezlangan polimer komplekslarining eruvchanlik va ajralib chiqish dinamikasi birinchi bor o'rganildi;
3. Birinchi marta "Rutipol" preparatini olish texnologiyasi qulaylashtirildi;
4. Birinchi marta "Rutipol" substansiyasini ishlab chiqish kimyoviy-tehnologik sxemasi tuzildi.

**Ishning amaliy ahamiyati.** Yangi, P avitaminoz kasalligini davolovchi, yurak-qon tomir kasalliklariga ijobiy ta'sir ko'rsatuvchi "Rutipol" preparatini olish texnologiyasi qulaylashtirildi, substansiyasini ishlab chiqish kimyoviy-tehnologik sxemasi tuzildi va amaliyotda qo'llashga taklif etildi.

**Bitiruv malakaviy ishning hajmi va tuzilishi.** Bitiruv malakaviy ish Kirish, 4 bob, Xulosa va Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan tashkil topgan. Bitiruv malakaviy ishning umumiy hajmi 75 varaq, 12 rasm va 15 jadvaldan iborat. Ko'rib chiqilgan adabiyotlar manbasi soni 60 tani tashkil etadi. Ko'rib chiqilgan ishlar mamlakatimiz, MDH va xorijiy mamlakatlar olimlari tadqiqotlari hisoblanadi.

## **I BOB. O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA FAN VA TA'LIM**

### **1.1. Ta'lim-tarbiya tizimini sifat jihatdan yangi bosqichga ko'tarilishi**

Hozirda o'sib kelayotgan avlodning bugungi kunda ta'lim sohasida tashkil etilgan zamonaviy moddiy-texnik bazasidan samarali foydalanishni ta'minlash, oliy va o'rta maxsus ta'limi tizimidagi yo'nalishlar va mutaxassislar bo'yicha davlat ta'lim standartlari, o'quv dasturlari, o'quv-metodik adabiyotlarni qayta

Mamlakatimiz kelajagi bo'lgan yosh avlodni kasbga o'rgatish ularda kasbiy mahorat va ko'nikmalarni hosil qilishda o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi tizimi muhim ahamiyat kasb etadi. Iqtisodiyot tarmoqlarining kichik mutaxassis kadrlar bilan ta'minlanish holati o'rganilib, hududlar kesimida muayyan mutaxassisliklarga bo'lgan ehtiyoj qondirilganligini va yangi mutaxassisliklarga istikbolda talab mavjudligini inobatga olgan holda, 123 ta kasb-hunar kollejlari 62 ta mutaxassislik bo'yicha kadrlar tayyorlash to'xtatildi; 159 ta kasb-hunar kollejlari 86 ta mutaxassislik bo'yicha kadrlar tayyorlash yo'lga qo'yildi; 34 ta kasb-hunar kollejlari ixtisosligi o'zgartirildi.

Prezidentimiz bugungi kunda yoshlarni, umuman ilm-fan insonlarini, olimlarni taraqqiy topgan davlatlar ilmiy jamoatchiligining e'tibor markazida turgan, eng ilg'or, istikbolli ilmiy izlanish va tadqiqot ishlarini yurtimizda rivojlantirishga undab, ushbu maqsadda Fanlar akademiyasi va oliy o'quv yurtlari tarkibida yangi laboratoriyalarni tashkil qilish, ularning rivojlangan mamlakatlardagi ilm-fan markazlari bilan samarali hamkorlik aloqalarini o'rnatish zarurligiga e'tibor qaratdi[1, 3].

Bu yo'nalishdagi ishlarga yangi turtki berish, xorijiy davlatlardan zamonaviy ilmiy jihoz va uskunalarni olib kelish, eng iqtidorli, talantli yoshlarni bu ishga safarbar qilish va rag'batlantirish maqsadida Prezident tomonidan Fan va texnologiyalarni rivojlantirishni muvofiqlashtirish qo'mitasi qoshida alohida fond tuzish va uni etarli darajada valyuta mablag'lari bilan ta'minlashni taklif etildi.

O'tgan yillar mobaynida umumta'lim maktablari bo'yicha ham bu borada salmoqli ishlar amalga oshirildi. Jumladan, fizika laboratoriya xonalari bilan ta'minlanganlik darajasi 71,2 foizga, kimyo laboratoriya xonalari 68,4 foizga, biologiya laboratoriya xonalari 68,4 foizga, o'quv kompyuter sinflari 54,7 foizga oshdi, 2010 yilda o'quv kompyuter sinflari bilan ta'minlanganlik darajasini 76,3 foizga etkazish rejalashtirilmoqda[2,5].

Zamonaviy informacion va kommunikacion texnologiyalar, raqamli va keng tarmoqli telekommunikaciya aloqalari va Internet tizimini har bir oila hayotiga kirib kelishini ta'minlashga ko'maklashish borasida respublikamizda barcha shart-sharoitlar yaratilmoqda. Ta'lim tizimi o'zining Ziyonet tarmog'iga ega bo'lib bunda, ta'lim tizimi, ta'lim muassasalaridagi hayot, ilm-fan va boshqa yangiliklarni, ma'lumotlarni o'zida mujassam etgan.

### **1.2. Vatanimiz taraqqiyoti va xalqimiz farovonligini yuksaltirishda yuqori texnologik innovasion ishlanmalar roli.**

Mazmun-mohiyatiga ko'ra, ijtimoiy-iqtisodiy, ijtimoiy-siyosiy islohotlarni, davlat va jamiyat qurilishi modelini tatbiq etish jarayonida fuqarolarning mamlakat boshqaruvidagi rolini oshirib borishni asosiy o'ringa qo'yidigan "Kuchli davlatdan – kuchli fuqarolik jamiyati sari" dasturi tamoillari to'g'riligini hayotning o'zi ko'rsatmoqda.

2009-2012 yillarga mo'ljallangan Inqirozga qarshi choralar dasturini, unda ko'zda tutilgan ijtimoiy-iqtisodiy sohaning izchil rivojlanishini, mamlakatda barqarorlikni ta'minlash bo'yicha kompleks chora-tadbirlarni amalga oshirish masalalariga O'zbekiston hukumati tomonidan alohida e'tibor berildi. Bugungi kunda davlat va jamiyat qurilishi sohasida mamlakatimiz oldida ulkan vazifalar turibdi.

Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi davom etayotgan sharoitda iqtisodiyotning barqaror rivojlanishini ta'minlash, uni diversifikaciya va modernizaciya qilish, ishlab chiqarishni texnik qayta jihozlash zarurdir. Mintaqamizda va butun dunyoda yuzaga kelayotgan murakkab geosiyosiy sharoitda mamlakatimizning xavfsizligi va barqarorligini ta'minlash, zaminimizda

tinch-osoyishta hayotni saqlash mas'uliyatli vazifadir. Innovacion texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etish, kimyo sanoati korxonalari qurilishini jadallashtirish va yangi turdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish bilan bog'liq masalalarni jadal va samarali amalga oshirish zarur[1-3].

2009 yil, mohiyat e'tiboriga ko'ra, avvalo, eski ma'muriy-buyruqbozlik, taqsimlash tizimidan bozor munosabatlariga asoslangan boshqaruv tizimiga o'tish bo'yicha besh tamoyilni o'z ichiga olgan O'zbek modeli, davlatimiz va iqtisodiyotimizni bosqichma-bosqich, izchil isloh etish va tadrijiy rivojlantirish strategiyasi uchun tom ma'noda sinov yili bo'ldi<sup>2</sup>.

2009 yilda Inqirozga qarshi choralar dasturi doirasida eng muhim masala – yangi ish o'rinlarini yaratish va aholining turmush darajasini yanada oshirish alohida o'rin tutdi[4].

Natijada mamlakatimizda 940 mingdan ziyod yangi ish o'rinlari yaratildi, ularning 500 mingga yaqini qishloq joylarda tashkil etildi. Kichik biznes sohasida 390 mingdan ziyod, shu jumladan, xizmat ko'rsatish sohasida 270 mingdan ortik yangi ish o'rinlari ochildi. Sanoat korxonalari bilan kooperatsiya asosidagi kasanachilikni hamda pudrat shartnomasi asosidagi uy mehnatini rag'batlantirish aholi bandligini ta'minlashning muhim yo'nalishlaridan biridir. Ana shunday mehnat faoliyatini rivojlantirish natijasida 130 mingga yaqin ish o'rni yaratilganini alohida qayd etish lozim.

Inqirozga qarshi choralar dasturi doirasida amalga oshirilgan yana bir yo'nalish – mamlakatimizdagi mahsulot eksport qiladigan korxonalarni qo'llab-quvvatlash va rag'batlantirish, eksport salohiyatini mustahkamlash bo'yicha qabul qilingan amaliy choralaridir. Bunday korxonalarning barqaror ishlashini ta'minlash, tashqi bozorlarda raqobatdoshligini oshirish uchun ularni qo'llab-quvvatlash maqsadida qat'iy choralar ko'rildi<sup>3</sup>.

Bu o'tgan yili tashqi savdo aylanmasini 2,3 milliard dollardan ko'proq ijobiy saldo bilan yakunlash imkonini berdi. Bunday natija, o'z navbatida, mamlakatimizning to'lov balansining ishonchliligi va iqtisodiyotimiz barqarorligini yanada mustahkamlashga imkon berdi[5].

Iqtisodiyotni yaqin yillar ichida yanada barqaror, o'ziga baquvvat, jahon va mintaqaviy bozorlarda raqobatdosh bo'lmog'i uchun tarkibiy o'zgartirish va diversifikatsiya qilish lozim.

Shuningdek kichik korxonalar orqali yangi innovacion ishlanmalarni ishlab chiqarishga tatbiq etish orqali Vatanimiz rivojiga sezilarli ko'mak berilishi lozim. Ushbu dissertatsiya ishi doirasida istikbolli innovacion texnologiyalar yaratildi va bu muallifning shaxsiy hissasi deb qaralishi mumkin. Mamlakat hukumatining islohotlarni amalga oshirish borasidagi strategik yo'lini har tomonlama siyosiy, iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan qo'llab-quvvatlaymiz.

---

<sup>2</sup> 27. 01. 2010 da Prezident I. Karimovning Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси Қонунчилик палатаси ва Сенатининг қўшма мажлисидаги маърузаси.

<sup>3</sup> 29.01.2010 йилда Президент И. Каримовнинг 2009 йилнинг асосий яқунлари ва 2010 йилда Ўзбекистонни ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузаси.

### 1.3. Flavonoidlarning tibbiyotda qo'llanishi.

Flavonoidlar – Y– xromon hosilalari bo'lib ularga quyidagi sinf moddalar: flavon, flavonol, digidroxalkon, digidroxalkonol, xalkon, flavonon, flavon–3,4–diol, flavononol, flavan, digidroauron, auron, izoflavon, kumarino–xromon, 4–fenilxromon, kumaroflavon, kumarinokumarin, izokumaroflavon, digidroxinoidlar, flavon va xalkon asoslari, biflavonil, flaviliy ion va rotenoidlar kiradi [6].

Ko'rinib turibdiki flavonoidlar oilasi fenol tabiatli moddalar bo'lib, ular turli tabiatga va tuzilishga ega. Shuning uchun qam flavonoidlar tibbiyotda, kimyoda, bo'yoqchilikda, oziq–ovqat sanoati va boshqa soxalarda keng ishlatiladi. R vitamin sifatida asosan katexinlar, antotsianlar va flavonlar qo'llanadi. Flavonoidlar orasida keng tarqalgan va katta aqamiyatga ega birikmalardan biri rutin, ya'ni kvertsetin–3–rutinozid yoki 3, 5, 7, 3', 4'–pentaoksiflavon–3–ramnoglyukozid xisoblanadi [7–10].

Rutin birinchi marta 1842 yilda *Ruta graveolens*dan (1–2%) ajratib olingan. quyidagi o'simliklar - *Sophora japonica* L. 15–20%, *Fagopyrum esculentum* Moench 5–8% va *Eucalyptus macrorrhyncha* F. Muell 10% gacha bo'ladi. Rutin –vitamin R sifatida qo'llanadigan modda bo'lib, sanoatda *Sophora japonica* L. o'simligidan ajratib olinadi. Rutinni bu o'simlikning quncha gullarini qaynoq suv yordamida uch marotaba ekstraksiyalash orqali ajratib olinadi [11–14].

Rutin – zangor-sariq rangli mikrokrystal kukun bo'lib, suvda juda oz, 95% li spirtida ozroq, qaynayotgan spirtida qiyin eriydi, kislota, xloroform va efirlarda erimaydi [15].

Rutin ishqoriy eritmalarda kimyoviy o'zgarishga uchraydi, tuz hosil qilib eriydi va parchalanadi [16].

Flavonoidlar o'simliklarning o'sishi va rivojlanishida katta axamitga egadirlar. O'simlik tarkibida oqsillar bilan kompleks xosil qilib metabolik jarayonlarda ishtirok etadilar. Flavonoidlr oqsillar bilan asosan ikki turdagi kuchlar orqali o'zaro ta'sirlashadilar: Van-der-Vaals va elektrostatistik kuchlar. Fenollarning gidroksil guruxlari qaytarilishi xisobiga ba'zi bir fermentlar bilan kofaktorlar sifatida o'ziga xos ta'sirlashadilar. Shuningdek flavonoidlar 250–270 nm to'lqin uzunlikdagi nurlarni yaxshi yutadilar. Flavon va flavonollar 330–350 nm da, antotsianlar esa 520–560 nm oraliqdagi to'lqin uzunliklarni yutadilar. Bu xususiyatlari orqali changlatuvchi xasharotlarni gullariga jalb etadilar. Ko'pgina xasharotlar flavon va flavonol glikozidlarga xos bo'lgan 350 nm dagi sariq rangli nurga sezgirdirlar. Bu soxada xalkonlar, auronlar, 3 - dezoksiantotsianlar va 6- yoki 8- xolatlarda gidroksil yoki metoksil gurux tutgan flavonollar. Arilar moviy va sariqni rangni, kapalaklar pushti va oq, qo'shlar esa qizil va oq ranglarni yaxshi ko'radilar. Shuning uchun xasharotlar o'simliklar bilan doimo muloqotda bo'ladilar. Meva va sabzavotlarning ta'mi flavonoidlar tuzilishiga xam boqliqdir. Shunday flavonoidlar ajratib o'rganilganki ularning shirinligi shakarining shirinligidan bir necha yuz marta yuqori bo'lgan. Bundan tashhari o'simliklar virusli va zamburuqli kasalliklarga harshi fenol birikmalarini qo'llaydilar. Flavonoidlar antibiotik, shishga harshi, antidiareya va boshqa xususiyatlarga ega [17–19].

Rutin askorbin kislotasi bilan birgalikda oksidlanish–qaytarilish jarayonlarida qatnashadi, gialuronidaza fermenti faolligini kamaytiradi. Rutinning antioksidantlik xususiyati bor. R vitamin etishmovchiligida asosan qiltomirlar chidamliligi va elastikliligi kamayadi, o'tkazuvchanligi esa oshadi. Shuning uchun qon tomirlar o'tkazuvchanligi oshib ketishi bilan boqliq kasalliklar – gemorroy, diatez, kapillyarotoksikoz, ko'z to'r pardasiga qon quyilishi, revmatizm, septik endokardit, qizamiq, qizilcha, toshmalif va nurlanishda rutin boshqa fiziologik faol moddalar bilan birgalikda qo'llanadi. Flavonoidlar qon tomirlarni, toj tomirlarni kengaytiradi, safro xaydaydi va qon tanachalarini ko'paytirganligi sababli gipertoniya, stenokardiya kasalliklari va safro xaydashda tavsiya etiladi. Xaqiqiy mumiyo tarkibida qam R vitamin borligi aniqlangan [20].

Gipertoniya kasalligi bor bemorlarga R vitamin etishmasligi ta'siri o'rganilgan. Rutin va katexinlar miqdori 30 ta soqlom odamning qonida tegishlicha 90.4 Y/ml va 2.5mg/mlni tashqil qilgan. Gipertoniya kasalligida rutin kontsentratsiyasi yaqqol kamaygan. Kasallikni 1–

bosqichida (12 kishi) –59.4Y/ml, 2–bosqichida (18 kishi) – 40.5Y/ml bo'lgan. Katexinlarning konsentratsiyasi faqat 2–bosqichdagina (1.67 mg/ml gacha) kamaygan. Rutinni siydik bilan ajralib chiqish miqdori gipertoniya kasalligini birinchi bosqichida topilgan (19.4 dan 31.0 Y/ml ga ortgan), katexinni siydik bilan ajralib chiqishi esa faqat kasallikning 2–bosqichida yaqqol aniqlangan (0.71 dan 1.00 mg /ml gacha ortgan). Shuning uchun gipertoniya kasalligi boshlanqich bosqichida qiltomirlar o'tkazuvchanligi oshishi sabab bo'lgan qiyinchiliklarni oldini olish uchun R vitamin preparatlari qo'llash tavsiya etilgan [21].

Qattik fazali va suyuq fazali usulda molekulyar va ustmolekulyar darajada rutin tarkibini o'zgartirish orqali rutin xosilalarini sintez qilindi. Olingan tarkiblardagi ranglar boshlanqich rutin rangiga nisbatan farqli bo'lgan. Bu rang o'zgarishlarni sababi sifatida yangi moddalar sintez bo'lishi ko'rsatilgan. Chunki yangi moddalar sintezi natijasida aromatik xalqaning q va r elektronlari oson qo'zqoluvchan bo'lib qoladi. Bu esa o'z navbatida olingan komplekslarning rang o'zgarishiga olib kelgan. qattik fazali reaksiyalarda rang intensivligi ortishi mexanik ta'sir kuchining va vaqtining ortishi bilan to'qri boqliqligi ko'rsatilgan [22].

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar flavonoidlarni shu jumladan *Sophora japonica* L. o'simligidan olinadigan va Respublikamiz zavodlarida ishlab chiqariladigan rutin asosidagi preparatlarni tibbiyotda keng qo'llanishini ko'rsatib beradi. Rutin nafaqat juda ko'p kasalliklarni davolashda, balki ularni oldini olishda ham yuqori samara beradi. Bu esa rutin asosidagi yangi qo'shimcha xususiyatga ega va fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari yaxshi bo'lgan, organizmga tez so'riladigan preparatlar yaratish dolzarb masala ekanligini ko'rsatadi.

#### 1.4. Polivinilpirrolidon, kraxmal va dekstrinlarni tibbiyotda qo'llanishi

Polivinilpirrolidon – vinilpirrolidon asosida olinadigan, tibbiyotda keng qo'llanadigan sintetik polimerlardan biridir. Polivinilpirrolidon farmatsevtika, kosmetika, to'qimachilik, oziq-ovqat, qoqoz, kimyo sanoatlarida, qishlok xo'jaligida keng ishlatiladi. Polivinilpirrolidonna birinchi marta 1940 yilda sintez qilingan. Turli molekulyar massali polivinilpirrolidonlarni fizik-kimyoviy xossalari o'rganilgan. Polivinilpirrolidon molekulyar massasiga karab turli maqsadlarda foydalaniladi:

o'rtacha molekulyar massasi 10000–15000 bo'lgan polivinilpirrolidon organizmdan zaxarli moddalarni chiharib tashlash uchun ishlatiladi;

o'rtacha molekulyar massasi 25000–40000 bo'lgan polivinilpirrolidon plazma o'rni bosuvchi eritmalar asosi sifatida qo'llaniladi;

o'rtacha molekulyar massasi 60000 bo'lgan polivinilpirrolidon dorivor moddalar ta'sir muddatini uzaytirish uchun ishlatiladi.

Polivinilpirrolidonning suyuqlanish temperaturasi 140–160°C, optik zichligi  $d=1.19$ , sindirish ko'rsatkichi  $n=1.52$  ga teng. Polivinilpirrolidon qoyatda gigroskopik modda bo'lib, suvda yaxshi eriydi. Polivinilpirrolidon eritmasining vodorod ko'rsatkichi pH=5 ga teng, yutilish maksimumi 215 mkm ga teng. Polivinilpirrolidon gigroskopligini besh a'zoli laktam guruxining NCO guruxchasi ta'minlaydi. Laktam guruxi qutbliligi tufayli polivinilpirrolidon gidrofillik xususiyatini namoyon etadi. Polivinilpirrolidonning eng aqamiyatli xossalaridan biri dorivor moddalar va toksinlarni yutishdan iborat. Uning bu xossasi bir tomondan dorivor modda ta'sirini oshirish uchun ishlatilsa, ikkinchi tomondan kasallik chaqiruvchi toksinlarni inson va xayvon organizmidan chiharib tashlashdan iborat [23].

Shuni ko'rsatib o'tish kerakki polivinilpirrolidon sulfatizol, natriysalitsilat, xloramfenikol, benzoy kislotasi, p-aminobenzoy kislotasi, o-, p-, m-gidroksibenzoy kislotalar, salitsil kislotasi, fenobarbital, fenilbutazon, adrenokortikotropin, novokain, penitsillin, tetratsiklin va boshqa moddalar bilan kompleks hosil qiladi. Bu komplekslarda dorivor moddani organizmga ta'sir qilish muddati keskin ortadi. Polivinilpirrolidon bir qator aromatik birikmalar – fenol, rezortsin, pirogallol, aromatik sulfokislotalar bilan suvda erimaydigan komplekslar hosil qiladi. Ular suvda cho'kma bo'lib tushadilar, lekin spirtidan cho'kmaga tushmaydi. Polivinilpirrolidonga poliakril kislotasi, polivinil spirti, algin kislotasi, pektin kislotasi va tannin kislotasi qo'shilganda cho'kma tushadi. Ma'lumki, yod bakteritsid sifatida KJ bilan birgalikda spirtida eritib ishlatiladi. Biroq bu xolatda biroz zaxarlikka ega bo'ladi. Agarda yodni polivinilpirrolidon bilan (1:9) nisbatda qo'shib ishlatilsa zaxarliligi umuman yo'qolib bakteritsidligi saqlanib qoladi. Bu kompleksda boqlanish asosan Van-der-Vaals kuchlari xisobiga sodir bo'ladi.

Amaliy tibbiyotda keyingi yillarda dorivor vositalar yangi avlodi sifatida tobora ko'proq tabiiy va sintetik polimerlar ishlatilmokda. Shu narsa ma'lumki fiziologik faol polimerlar yuqori tozaligi, gomogenligi bilan ajralib turishi kerak, zaxarli va qo'shimcha ta'sirli bo'lmasligi lozim, organizmdan tez chiqib ketishi yoki biodegradatsiyaga uchraganda zaxarli moddalar hosil qilmasligi kerak. Polivinilpirrolidon, kraxmal, dekstrin va selyuloza shunday polimerlardan xisoblanadi. Ma'lum bo'lishicha polivinilpirrolidon asosan buyraklar orqali chiqib ketib, faqat 1% ga yaqini oshqozon – ichak yo'li orqali chiqib ketar ekan. Polivinilpirrolidonning tez chiqib ketishiga diurez aktivlanishigina emas, balki molekulaning fizik-kimyoviy xossalari – kichik molekulyar massa va nisbatan biologik inertligi qam sababdir. Masalan, o'rtacha molekulyar massasi 25000 bo'lgan polivinilpirrolidon inson organizmidan bir hafta mobaynida chiqib ketadi. Keyingi yillarda polivinilpirrolidon, kraxmal, dekstrin, selyuloza va ularning hosilalari yuqori bioqulaylikka ega bo'lgan yangi dorivor shakllar yaratish uchun qo'llanilmokda. Erimaydigan yoki yomon eriydigan moddalar bu polimerlar ichida molekulyar-dispers xolatda tarqalgan bo'ladi [24].

Polivinilpirrolidon:polivinilspirt aralashmasida molekulalararo vodorod boq borligini karbonil va gidroksil guruxlarning valent tebranishlar yo'lagi quyi chastotalar tomonga siljishi asosida aniqlangan. Ya'ni, polivinilpirrolidon:polivinilspirt – 1:1 va

polivinilpirrolidon:polivinilspirt – 1:3 spektrlarida  $1665\text{sm}^{-1}$  chastotali C=O guruxi va  $3334\text{sm}^{-1}$  guruxi yanada quyi chastotali soxaga siljigan, yo'lak shaklini o'zgarishidan erkin karbonil guruxlarni kamayib polivinilspirtga boqlangan NO– guruxlar miqdori ortganidan dalolat beradi. Polivinilpirrolidon karbonil guruxi bilan polivinilspirt gidroksil guruxi orasida vodorod boq paydo bo'lgan. Polivinilpirrolidon erkin  $>\text{C}=\text{O}$  guruxini valent tebranishlari ( $1770\text{sm}^{-1}$ ) kichik chastota soxasiga ( $1680\text{sm}^{-1}$ ) siljishi strukturadagi vodorod boqli ( $-\text{N}\cdots\cdots\text{O}=\text{C}<$ ) karbonil guruxi tebranishiga xosdir [25].

Rutinni PVP, kraxmal va dekstrinlar bilan qattik fazali usulda komplekslari olingan. Olingan komplekslarni boshlanqich moddalardan farqli ekanligi qoqoz xromatografiyasi va yupqa qavat xromatografiyasi orqali o'rganilgan. Xromatografik ko'rsatkichlari bo'yicha olingan komplekslar boshlanqich moddalarga nisbatan farqli ekanligi ko'rsatilgan. Dorivor moddani tegishli yuqorimolekulyar modda bilan birgalikda mexanoishlab olingan komplekslarni xarakterlash uchun xromatografiya qo'llanishi mumkinligi ko'rsatilgan [26-28].

2 – metilkarbamoilamino - benzimidazol gidroksloridi bilan pektin asosida "AGO–2U" maydalovchi–faollovchi reaktorida polimerkompleks olish texnologiyasi yaratilgan. Jarayon Boks–Uilsonning tajribani matematik rejalash usuli yordamida qulaylashtirilgan. Jarayonga ta'sir etuvchi omillar sifatida X1 – barabanlar aylanish vaqti, X2 – barabanlar aylanish doimiyligi, X3 – modul, X4 – 2-metilkarbamoilamino-benzimidazolgidrokslorid:pektin nisbatlari olingan. Jarayonni regressiya tenglamasi tuzilgan va ta'sir etuvchi asosiy omillar aniqlangan [29].

Xulosa qilib aytganda, polimer komplekslar hosil qilib dorivor vositalarning fizik-kimyaviy xususiyatlarini tubdan o'zgartirish, ularni faolligini oshirish mumkin ekan.

## II BOB. MODELLASHTIRISH VA QULAYLASHTIRISH

### 2.1. Model tushunchasi

"Model" so'zi lotincha modulus, so'zidan olingan bulib, o'lchov, meyor, obraz, namuna, analog, "urinbosar" degan manolarni bildiradi.

Model tushunchasini tariflash juda qiyin. Bir manbada uning 31 ta tarifi sanab utilgan. SHundayi bulsada bu tushuncha xar birimizga tanish: uyiinchoq samolyot - samolyotning modeli, globus - Erning modeli, planetariyi ekrani - osmon va undagi yulduzlar modeli,  $S=vt$  formula- jism xaraqati modeli. Bu bayon qilingan predmetlar grafiq tasvirlar, formulalar bir so'z - "model" so'zi bilan birlashadilar Model tariflaridan birini yuqorida bayon qilgan edik. YAna turli shaklda berilgan tariflardan bazilarini qeltiramiz. Keng manoda model biror obekt yoqi obektlar sistemasining obrazi yoqi namunasidir. Model deganda biz predmet (xodisa ) xaqida uning u yoqi bu ayirim xossalarini aqs ettiruvchi malum bir chegaralangan malumotni beruvchi soddalashtirilgan bilimni tushunamiz. Modelni malumotni qodlashning maxsus shakli sifatida qarash mumqin. Oddiyi qodlashda bizga barcha dastlabqi malumotlar malum buladi va ularni biz faqat boshqa tilga utqazamiz, model esa, qayisi tildan foyidalansa xam, qishilar ilgari bilmagan malumotni xam qodlayidi[30].

**Modellashtirish tushunchasi.** Modellashtirishning xam turli shakllardagi bayonini keltiramiz. Modellarni yasash kishilar faoliyatida juda qatta axamiyatga ega. Modelni qurish jarayonini modellashtirish deyiiladi. Modellashtirish deganda obekt (sistema) ning modeli yordamida shu obektning xossalarini tadqiq qilish jarayonini tushuniladi. Modellashtirish bilish obektlarini ularning modellari yordamida tadqiq etish, quzatilayotgan predmet va xodisalarning modellarini yasash va urganishdir. Obektni uning modeli yordamida bilish modellashtirishdir. Xar qandayi bilish modellashtirishdan iborat, chunqi bunda tegishli obekt bosh miyada nerv xujjayiralari majmui yordamida ideal qurinishda aqs etadi, yani biz obektning modeli bilan ish quramiz.

**Modellashtirish** - turli jarayon va xodisalarni o'rganishning eng keng tarqalgan metodlaridan biri.

Model tushunchasi biologiya, medisina, ximiya, fizika, iqtisodiyot, sosiologiya, demografiya va boshqa fanlarda xam qullaniladi. Matematik model, fizik model, biologiq model, iqtisodiyi model va boshqa modellar turlari mavjud.

Iqtisodiyi sistemalarni modellashtirishda matematik modellar keng qullanilmoqda. Bu soxadagi matematik modellar iqtisodiyi-matematik va iqtisodiyi -statistik guruxlarga ajraladi. Biz matematik modellar xaqida so'z yuritamiz. Matematik modellarni tuzish sistemaviyi taxlilining asosidir. Bu ixtiyoriyi sistemani tadqiq qilishning markaziyi bosqichidir. Keyiingi taxlilning natijasi modelning sifatiga bogliq[31-35].

Matematik model tushunchasiga xam turli tariflar berilgan. Ulardan bazilarini qeltiramiz. Jarayonning matematik tavsifini, yani jarayonni matematik tilda bayonlashni matematik model deb yuritamiz. Matematik model olamning malum xodisalari sinfining matematik belgilar bilan ifodalangan taqribiyi ifodasidir.

Real sistemaning (aniqrogi sistema ishlashi jarayonining) matematik modeli deganda biz sistema parametrlariga, kirish signallariga, boshlangich shartlar va vaqtga bogliq sistema xolatlar xaraqteristikalarini (bular orqali chiqish signallarini) aniqlovchi munosabatlar (masalan, formulalar, tenglamalar, tengsizliqlar, mantikiyi shartlar, operatorlar va boshqalar) tuplamini tushunamiz.

Urganilayotgan jarayon yo xodisani matematik simvollar yordamida bayon qiluvchi matematik munosabatlar sistemasini matematik model deyiiladi.

Obektning xarakteristikalarini bayon qiluvchi matematik ifodalarni matematik model deyiiladi. Formulalar kurinishida yozilgan faqat miqdoriyi xaraqteristikalarni uz ichiga olgan modellarni matematik model deyiiladi. Xodisalar sinfining soddalashtirilgan matematik belgilar bilan ifodalangan bayonini matematik model deyiiladi.

Tashqi dunyoning biror xodisalar sinfining matematik belgilar yordamida taqribiyi bayoni **matematik model** deyiladi.

**Misollar.** Eng qadimgi matematik modellardan biri Evclid geometriyasidir. Bu bizni qurshab olgan fazo va undagi predmetlar modelidir. Predmetlar sonining abstreqt modeli sonidir. Xammaga malum matematik modellar: butun sonlar sistemasi, xaqiqiyi sonlar sistemasi. Xozirgi zamon algebrasida gruppalar, xalqalar, mayidonlar, veqtor fazolar, chiziqli algebralari, bul algebralari qabi matematik modellar bilan ish quriladi.

Konkret sonli xaraqteristikalariga ega bulgan modelni sonli model, mantikiyi ifodalar yordamida yozilgan modelni mantikiyi model (masalan, algoritm bloq-sxemasi), grafiq usuldagi modelni grafiq model (masalan, grafiqlar, diagrammalar, rasmlar), EXM yordamida ruyobga chiqarilgan modelni mashina(eleqtron)modeli deyiladi[36-38].

Model nima uchun kerak degan savolga quyidagi javobni berish mumrin. Model

1) obekt (jarayon)ning tarqibi, tuzilishi, asosiyi xossalari, rivojlanishi qonunlari va tashqi dunyo bilan uzaro tasirini tushunish uchun;

2) obekt(jarayon)ni boshqarishni urganish va berilgan maqsad va kriteriyalarda boshqarishning eng yaxshi usullarini aniqlash uchun ;

3) obektga tasir qilishning berilgan usullarining va formalarini ishga solishning to'g'ri va bilvosita oqibatlarini oldindan ayitib berish uchun kerak. Matematik model olamni bilish, boshqarish va oldindan ayitib berishning kuchli usulidir.

Xar qandayi matematik model uch yiul bilan payido bulishi mumqin;

a) xodisani to'g'ridan-to'g'ri quzatish natijasida, uni to'g'ridan-to'g'ri urganish va tushunish natijasida; bundayi usul bilan olingan modelni fenomenologiq model deyiladi;

b) biror deduksiya jarayoni natijasida, bunda yangi model biror umumiyroq modeldan xususiyi xol sifatida olinadi; bundayi modellarni asimptotik modellar deyiladi;

v) biror induksiya jarayoni natijasida, bunda yangi model "elementar" modellarning tabiiyi umumlashmasidan iborat buladi. Bundayi modellarni ansambl modellari deyiladi.

Nyuton mexanikasining xamma modellari fenamenologiq modellardir. Bular qishilarning xaraqatlardan eng soddasi bulgan mexanik xaraqatlarning tabiatini tushunish va anglash yiulidagi (xaraqatlari) tirishishlari yaqunini chiqardilar. Kuchning xaraqat xaraqteriga tasirini Nyutongacha bilishar edi. Nyutonning bazi utmishdoshlari xaraqat sirlarini ochishga juda yaqin qeldilar. Bulardan biri I. Qepler edi. Nyuton birinchi bulib impulsning saqlanish qonunini tushundi va bayon qilib berdi. Malum bulishicha, kuch tezliqning uzgarishini aniqlayidi, tezliqning uzini emas, yani kuch tezliqni emas, balqi tezlanishni aniqlayidi:

$$F = m \frac{dv}{dt}.$$

Bu erda massa vaznli proporsionalliq qoeffisienti rolida ishtiroq etmoqda. SHu qabi qator qashfiyotlar yaratildi.

Matematiklar va fiziklarning birgaliqdagi xaraqatlari tufayili fizika modellarining xozirgi zamon sistemasi barpo etildi. Bu erda qizigi va muximi shuqi modellarining tuplamigina emas, balqi sistemasi yaratildi. Xozirgi zamon fizikasi - bu matematik modellarning mantikan boglangan sistemasidir. Bu jarayonda asimptotik taxliq goyalarining rivoji qatta rol uynadi. YAngi modellar esqilarini ishqor qilmadi, balqi ularni bazi xususiyixol sifatida qiritdilar. Masalan, Nave-Stoqs modellari uz ichiga xususiyi xol sifatida Eyiler modelini qiritdilar. Agar Nave-Stoqs modelida qovushqoqliq  $v$  ni nulga teng desaq, Eyiler modeliga kelamiz[39].

Biror tabiat xodisasi, prosessini matematik urganish uchun, uni avvalo soddalashtiriladi, yani xodisaga xos xossalarning xilma-xilligidan bir qismini tekshirish uchun qiritadilar, xamda xodisa xaraqteristikalari va tashqi muxit orasidagi aloqa(boglanish)lar xaqida bazi muloxazalar qilinadi. Bir qancha xodisalar modellari bir xil bulishi mumqin. Aqsincha bir xodisa uchun bir necha turli modellar qurish mumqin. **Model xodisa bilan ayinan bir emas, u xodisa strukturasi xaqida biror taqribiyi tasavvur beradi xolos.** Model bazan birinchi qaraganda juda ko'p ol bulishi mumqin, leqin u qoniqarli natijalar berishi mumqin.

Masalan, I. Kepler va I. Nyuton vaqtlaridan osmon mexanikasi Quyosh sistemasi tuzilishining quyidagi modeliga asoslangan: Quyosh va planetalar mos massalarga ega va ular orasida tortilish kuchlari

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

qonun buyiicha tasir qiladigan material nuqtalarni bildirgan, bu erda  $F$  - bu massalari  $m_1$ ,  $m_2$  va oralaridagi masofa  $r$  ga teng bulgan iqqita osmon jismlari orasidagi tortilish kuchi,  $\gamma$  - tortilish doimiyisi. Planetalarni modellashtirgan material nuqtalar ularning ogirlik markazlarida joyilashgan. Bu model birinchi qarashda ko'p ol balsa xam, u planetalar xaraqatini tula qoniqarli bayon qiladi va bu model qatta natijalarga olib qeldi, xususan Quyosh sistemasida astronomlarga nomalum planetalar mavjudligini isbotladi. 1846 yil Neptun, 1930 yil Pluton planetalarining mavjudligi isbotlandi.

**Modelning modellashtirilgan obektga mosligini modelning adekvatligi deyiladi.** Model sistemani etarli to'g'ri aqslantirishi va foyidalanish uchun qulayi bulishi kerak. "**Adekvatliq**" so'zi lotinchadan tarjimada teng, tenglashtirilgan degan manoni bildiradi. Bu shartli tushuncha, chunki model real obektga tula mos bulolmayidi, aqs xolda bu model emas, obektning uzi bulardi. Odatda model qancha adekvatroq balsa, u shuncha murakkab buladi. SHuning uchun modelning soddaligi va adekvatligi talablari qandayidir manoda qarama-qarshidir. Modellashtirishda adekvatliq umuman emas, balqi tadqiqot uchun muxim xisoblangan xossalari buyiicha nazarda tutiladi[40].

**Misollar.** 1. Avtomobilni boshqarishni urganishda kerak buladigan stend-trenajerdagi avtomobil modeli avtomobil ga shakl, ulchovlari buyiicha uxshamayidi, gildiriraqlari xatto yiuq. Shundayi balsa xam boshqaruvni urganish uchun bu adekvat model buladi.

2. Garaj maqetini qurishda usha avtomobilning modeli mashinaga tashqi uxshash (kengligi, balandligi, uzunligi buyiicha proporsional), ammo aslida u yogochning uzi. Bu quriladigan masala uchun adekvat model buladi.

3. Agar bizni iqtisodiyotida xomashyoning miqdoriyi xaraqteristikalari (ogirligi) qiziqtirsa (masalan, bir tonna qandayidir yarim fabriqat olish uchun qancha xomashyo kerakligini aniqlayidigan balsaq), u xolda bizni usha jarayonning narx xaraqteristikalari qiziqtirmasligi mumqin; agar aqsınca bizni narx xaraqteristikalari qiziqtirsa, u xolda biz modelga miqdoriyi xaraqteristikalarni qiritmasligimiz mumqin. Bizni qiziqtirgan xaraqteristika buyiicha modelning jarayonga adekvatligi tekshirilaveradi.

## 2.2. Matematik modellarni sinflash.

Matematik modelni qurishni 4 bosqichda amalga oshiriladi.

1. Sistemaning xulqi xaqidagi model yordamida javobi izlanayotgan asosiysi masalalar tuziladi.

2. Sistemaning xulqini boshqaradigan qonunlar tuplamidan muximlari xisobga olinadi.

3. Bu qonunlarga qo'shimcha xolda, zarurat balsa, sistema va uning sistema ostilari ishlashi xaqida gipotezalar bayon qilinadi.

4. Qonunlar va gipotezalar matematik munosabatlar shaklida ifodalanadi va bu matematik munosabatlar birlashtiriladi.

SHu bilan matematik model quriladi. Bundan keyiin qabul qilingan modelning amaliyot mezonlarin qanoatlantirishi aniqlanadi, yani quzatishlar natijasi modelning nazariyi natijalari bilan quzatish aniqligi chegarasida mos qelishi masalasi aniqlanadi. Zarur balsa, model takomillashtiriladi[41].

Xozirgi vaqtda matematik modellarni sinflarga ajratishga turli yondashishlar mavjud.

Biz yuqorida sistemalarning turli nomlarin qeltirib utdik. Model yordamida urganilayotgan sistemaning nomiga monand - **dinamik, statik, determinirlangan, stoxastik, ochiq, yopiq modellar** xaqida gapirish mumqin. SHu munosabat bilan modellarni dinamik va statik modellarga, determinirlangan va stoxastik modellarga, ochiq va yopiq modellarga ajratish

mumqin. SHuningdeq matematik modellarning - **deskriptiv, optimallashtirish, ko'p kriteriyali, extimoliy, uyiinli, imitasion** deb nomlanuvchi sinflarini uchratish mumqin.

Optimallashtirish modellaridan matematik programmashtirish masalalari, extimoliy modellaridan ommaviy xizmat qursatish nazariyasi, statistik qabul nazorati, ishonchlilik nazariyasi, uyiinlar nazariyasi masalalari jarayonlar tadqiqoti qursida urganiladi[42]. Matematik modellashtirish masalalarining tadqiqotining rivojida uzbeq olimlari - S. X. Sirojiddinov, T. A. Azlarov, SH. Q. Farmonov, N. YU. Satimov xissalari qatta. . V. Q. Qobulov, F. B. Abutaliev, T. Buriev, N. Muxitdinov, M. Adxamov, M. Irmatov, M. I. Eyidelmant va boshqalar uz shogirdlari bilan qatta xissa qo'shdilar.

**Fizikaviy modellashtirish metodi** odatda ob'ektdan o'zining o'lchamlari bilan farq qiladigan modellarini o'rganishga yo'naltirilgan.

Masalan: Sanoat reaktorining laboratoriyadagi kichraytirilgan modeli aynan o'sha sanoat reaktorining bir necha marta kichraytirilgan shaklidir.

#### **Fizik modellashtirishni afzalliklari:**

Ob'ektni kam xarajatlari (xom ashyo, energiya, vaqt) sarflab o'rganish fizik kimyoviy moqiyati kam o'rganilgan sharoitda qam ob'ektni tadqiq etish, ancha murakkab bo'lgan tajribalar o'tkazish imkonini beradi.

**Matematik model** modellashtirilgan ob'ektni o'zgaruvchan sharoitlarda qanday bo'lishini oldindan tasvirlash imkonini beradi. Fizik model yordamida bevosita tajribaviy eksperimentlar olib borilsa, matematik model ustida hisoblash ishlari olib boriladi. Hisoblash ishlari elektron hisoblash mashinalari (EqM) vositasida amalga oshiriladi.

Ob'ektni modellashtirishning maqsadi dastlabki informatsiyalar va modellashtirish sharoitiga ko'ra har xil shakldagi va strukturadagi modellashtirishdan foydalaniladi. Ularning eng ko'p qo'llaniladigan tiplariga staxostik, statistik va determinantlangan modellar kiradi.

**Stoxastik modellar** – modellashtirish obektidagi jarayonlarni eqtimollik tasavvurlari asosida tuziladi va uning raftorini modellashtiruvchi xossalarni tavsiflovchi o'zgaruvchilar eqtimolliklarini taqsimlanish funksiyalarini hisoblash yo'li bilan oldindan aniqlash imkonini beradi.

**Statistik modellar** – harakatdagi obektdan olingan eksperimental natijalar asosida tuziladi va ob'ektni tashqi va ichki o'zgaruvchilari qiymatlarini mujassam etadi. Bu nisbatlar odatda aprior yo'l bilan belgilanadi va qabul qilingan bog'liqliklar, tenglamalardagi faqat ba'zi parametrlarni aniqlash mumkin. Bu nisbatlar odatda aprior yo'l bilan belgilanadi va qabul qilingan bog'liqliklar, tenglamalardagi faqat ba'zi parametrlarni aniqlash mumkin. Bu bog'liqliklardan eng ko'p tarqalgani 2 darajadan yuqori bo'lmagan polinom shaklida berilgan tenglamalardir.

Har qanday statistik modelni tuzishning bosqichlari quyidagilardan iborat:

1. Model parametrlarini hisoblash.
2. Parametrlarning aqamiyatligini tekshirish.
3. Hosil qilishga modelni adepvatligini yani ob'ektni ifoda etishligini tekshirish.

Statistik modelni afzalliklari quyidagilardan iborat bo'lib, u ob'ekt ichidagi jarayonlar mexanizmini aniqlamasdan turib uni modellashtirish imkonini beradi. Bu esa matematik jiqatdan aniq tavsiflashda qiyinchiliklarga olib keluvchi katta va murakkab sistemalarni modellashtirishga imkon beradi.

Statistik modelning kamchiliklari: qatto bir-biriga o'xshash bo'lgan ob'ektlar uchun olingan natijalarni umumlashtirish murakkabligi, model xossalarini o'lchash soqalaridan tashhariga elektropolyatsiya qilish imkoniyati yo'qligi.

**Determinantlangan modellar.** Bunday modellar modellashtiruvchi ob'ektlardagi fizik-kimyoviy jarayonlarni matematik ifodalangan qonuniyatlar asosida tuziladi. Ular boshlanqich o'zgaruvchilarning har qanday qiymatlari uchun model qossalarini qiymatini topishiga imkon beradi va masshtabli o'tish masalalarini echish uchun asos bo'lib qizmat qiladi.

Real ob'ektning determinantlangan modellari bilan hisoblash tajribalarini olib borish uchun odatda hisoblash texnikasi vositalari kerak bo'ladi. Bunda asosiy e'tibor matematik tavsiflovchi tenglamalar sistemasini echishning effektiv algoritmlariga qaratilishi lozim[43].

### 2.3. Qonuniyat tenglamalarini tanlash.

*Tenglamaning adekvatligini baxolash.*

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 \quad (4)$$

ga eng qichiq kvadratlar usuli yordamida  $a_0, a_1, a_2$  larning topilgan qiymatlarini quyamiz.  $x_1, x_2$  larning massivdagi qiymatlarini (4) ning uning tomoniga quyib,  $\hat{y}$  larni hisoblab topamiz.

Xisoblangan  $\hat{y}$  larni berilgan (massivdagi qiymatlar) u bilan taqqoslab, ko'p incha quz bilan chamalab, tenglama adekvatligini tekshiriladi.

Leqin bunday ish tartibi uchun matematik statistika metodlariga asoslangan qatyiuroq metodlar mavjud. SHundayi qilib  $y_i, x_{1i}, x_{2i}$  massivda berilganlarni quyib

$$S = \sum_{(i)} \varepsilon_i^2 \quad (1)$$

yiigindini hisoblab topamiz.  $S = \min Z$  buladi.  $S$  ozmi yo ko'p miq Bu savolga javob berish uchun quyidagi xollarni qurib chiqayiliq:

a)  $x_1, x_2$  larning bazi qiymatlarida  $N$  ta  $u_q, q=1, 2, \dots, N$  ulchash natijalari mavjud bulsin.

b)  $i$ -natija  $x_{1i}, x_{2i}$  ga bitta emas, balqi  $N$  ta  $u_{ik}, q=1, 2, \dots, N$  qiymatlar olingan bulsin.

Bu xollarning xar biri uchun u ning ulchash xatoligi  $S_0$  ni hisoblab topish formulalarini qeltiramiz.

$$S_0 = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N (y_k - \bar{y})^2 \quad (2)$$

formula buyiicha hisoblanadi, bu erda

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N y_k ;$$

b) xolda  $S_0$

$$S_0 = \sum_{(i)} S_i \quad (3)$$

formula buyiicha hisoblanadi, bu erda

$$S_i = \frac{1}{N-1} \sum_{(k)} (y_{ik} - \bar{y})^2, \quad \bar{y}_i = \frac{1}{N} \sum_{(k)} y_{ik}$$

Endi  $S$  ni  $S_0$  bilan solishtirish (yuli) algoritmini qeltiramiz.

#### 1<sup>0</sup>. Fisher kriteriysi

$$F = \frac{S}{S_0(n-m-1)} \quad (4)$$

hisoblanadi.

2<sup>0</sup>. **Muximlik darajasi  $\alpha$  tanlanadi.** Odatda  $\alpha = 5\%$  (0,05) va undan qichiq tanlanadi.

3<sup>0</sup>. **Maxsus jadvallar buyiicha Fisher kriteriyisining  $\alpha$  ga mos qiymati  $F_{\alpha}$  topiladi.**

Agar  $F < F_{\alpha}$  bulsa, u xolda (4) tenglama adekvat deb hisoblanadi[44].

**Tenglamani aniqlashtirish.** Tenglama adekvat bulmaganida Teylor qatorining navbatdagi darajali xadlari, xozirgi xolda kvadratik xadlari qo'shiladi. Bundan keyiin  $m$  uzgaradi, mos

xolda nomalum qoeffisientlar soni va tenglamalar sistemasi tartibi ortadi. SHuning uchun umumiyl xolda  $a_0, a_1, \dots, a_m$  qoeffisientlarni, S ni yangidan xisoblab topish kerak, yangi tenglamaning adekvatligini baxolash kerak. Tenglamani aniqlashtirish jarayoni – yaqinlashuvchi. (4) tenglama xadlari soni  $m+1$  n ga teng bulsa, tenglama adekvat buladi. Bu xolda yani  $n=m+1$  da 1- punqtdagi statistik baxolashni qullab bulmayidi, chunki (11) da maxraj nolga ayilgan buladi. Teyilor qatorida birdaniga  $n$  ta xad olinsa, u xolda tenglamani aniqlashtirish jarayoniga extiyoj xam bulmasdi, leqin bu tenglamani murakkablashtirgan bulardi.

**Munosib tenglamani tanlash.**  $y$  ning  $x$  ga boglanishini ifodalovchi tenglamani topish kerak bulsin. Tajribalar utqazib  $x_i, y_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) jadvalni olamiz. Oxy da  $(x_i, y_i)$  nuqtalarni topib, nuqtali grafiq quramiz. Unga qarab shundayi silliq chiziq chizamizqi  $(x_i, y_i)$  lar shu chiziqning iqqi tomoniga iloji boricha bir xil taxsimlangan bulsin[45].

Silliq chiziqqa qarab uning turini aniqlayimiz. Masalan, to'g'ri chiziq, eqsponensial egri chiziq, logarifmiq funksiyaning, darajali funksiyaning grafiqlaridan biri bulsin deyiliq.

U xolda mos ravishda

$$y=ax+b, \quad (5)$$

$$y=be^{ax}, \quad (6)$$

$$y=algx+b, \quad (7)$$

$$y=bx^a, \quad (8)$$

tenglamalardan birini yozib olamiz.

1. Masalan u

$$y=ax+b \quad (5) \text{ bulsin.}$$

EQQU dan foyidalanib,  $a, b$  qoeffisientlar

$$a^* = \frac{\sum(xy) - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}, b^* = \frac{\sum y}{n} - a^* \frac{\sum x}{n} \quad (10) \text{ larni topib,}$$

$$y=a^*x+b^* \quad (11) \quad \text{empiriq tenglamani olamiz.}$$

Tajribadagi  $x_i$  larni (17) ning ung tomoniga quyisaq,  $\hat{y} = a^* x_i + b^*$ ;  $\hat{y} \approx y_i$  buladi. Agar biz xatoliqni baxolamoqchi bulsaq, qorrelyasiya qoeffisienti  $r$  dan foyidalanishimiz mumqin.

Buning uchun

$$r^2 = \frac{\left[ \sum(xy) - \frac{\sum x \sum y}{n} \right]^2}{\left[ \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \cdot \left[ \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]} \quad (12)$$

formuladan foyidalanib, chiziqli regressiya uchun  $r_1^2$  ni xisoblab topamiz.

$r_1^2$  ning 1 ga yaqinligi bizning chiziqli regressiyamizning tajribadagi nuqtalar bilan mosligining yaxshiligini bildiradi. Urganilayotgan funksional boglanishning chiziqiligi xaqidagi gipotezani matematik statistika usullari bilan tekshirib yanada aniqroq natijalar olish mumqin.

2. Agar (13) tenglama yozib olingan bulsa, (16) dan u urniga lny quyib,  $a, b$  larni topib,  $b^* = \ln b$  topiladi, natijada  $y=b^* e^{ax}$  empiriq formula qelib chiqadi. Bu xol uchun (18)da u urniga lny quyamiz,  $r_2^2$  ni xisoblab topamiz.

3. (14) uchun  $x$  urniga lnx quyamiz.  $r_3^2$  ni xisoblab topamiz.

4. (15) uchun  $x$  urniga lnx, u urniga lny quyamiz. Agar  $(x_i, y_i)$  buyiicha turttala tenglama tuzilgan bulsa, qurilgan turttala tenglamalar orasidan eng yaxshisini tanlash kerak bulsa,

mos ravishda xisoblangan  $r_1^2, r_2^2, r_3^2, r_4^2$  lar orasida eng qattasiga mos tenglamani turttalasi orasida eng yaxshisi deb olinadi. CHiziqli boglanishga qeladigan boshqa ko'p sondagi boglanishlarni xam urganish mumkin[46].

## 2.4. Optimallashtirish modellari.

### 2.4.1. Bir ulchovli optimallashtirish masalalari.

Deskriptiv modellar jarayonni boshqarish (u yoqi bu echimni qabul qilish) kerak bulganda etarli bulmayidi. Bundayi xollarda yordamga optimallashtirish modellari keladi.

Optimallashtirish masalasining quyilishi:  $X$  tuplam va  $X$  da aniqlangan  $f(x)$  funksiya berilgan.  $f$  ning  $X$  dagi minumim yoqi maqsimum nuqtalarini topish talab qilinadi.  $X \subset \mathbb{R}^n$  qaraladi. Bunda  $f$  ni maqsad funksiyasi,  $X$  ni urinli (yiul quyiladigan) echimlar tuplami deyiladi.

Bu masalani qisqacha

$$f(x) \rightarrow \min, \quad x \in X$$

yoqi  $f(x) \rightarrow \max, \quad x \in X$  qurinishida yozish mumqin.

Agar  $X = \mathbb{R}^n$  bulsa, masala shartsiz optimallashtirish masalasi deyiladi.

Agar  $X \neq \mathbb{R}^n$  bulsa, masala shartli optimallashtirish masalasi deyiladi.

SHuni nazarda tutish lozimqi, masalaning murakkabligi maqsad fuksiyasi oshqor formula bilan berilganligi, uning differensiallanuvchiligi, undagi argumentlar soniga, yani masalaning ulchoviga bogliq buladi[47-49].

Quyidagi uchta punqt bir ulchovli optimallashtirish masalalariga bagishlanadi.

**Eng yaxshi banka xaqidagi masala.** Oldingizga masala quyishdi: berilagan  $V$  xajmli odatdagi to'g'ri doiraviyi silindr formasidagi qonserva banqasining eng yaxshi varianti qursatilsin. Bundayi vazifani olgandan sung siz beixtiyor surayisiz: "Banqalarni uzaro qandayi belgi buyiicha taqqoslash kerak, qandayi banqa eng yaxshi xisoblanadik" Boshqacha ayitganda, siz optimallashtirish maqsadini qursatishni surayisiz.

SHu masalaning iqqi variantini quramiz

1. Eng yaxshi banqa eng qam  $S$  sirtga ega bulishi kerak (uni tayyorlashga eng qam miqdorda tuniqa qetadi).
2. Eng yaxshi banqa choqlarining uzunligi  $l$  eng qam bulishi kerak (choqlarni payivandlash lozim va biz shu ish minimal bulishini istayimiz).

Bu masalani echish uchun banqa xajmi, uning sirti va choqlarining uzunligi formulalarini yozamiz:

$$V = \pi r^2 h, \quad S = 2\pi r^2 + 2\pi r h, \quad l = 4\pi r + h \quad (13)$$

Banqa xajmi berilgan, bu  $r$  radius va  $h$  balandliq orasida boglanishni beradi. Balandliqni radius orqali belgilayimiz:

$h = V/(\pi r^2)$  va topilgan ifodani sirt xamda choqlar uzunligi formulalariga quyamiz. Natijada topamiz:

$$S(r) = 2\pi r^2 + \frac{2V}{r} \quad ; \quad 0 < r < \infty, \quad (14)$$

$$l(r) = 4\pi r + \frac{V}{\pi r^2} \quad ; \quad 0 < r < \infty. \quad (15)$$

SHundayi qilib, matematik nuqtai nazardan eng yaxshi banqa xaqidagi masala  $r$  ning birinchi xolda  $S(r)$  funksiya eng qichiq qiyimatiga, iqqinchi xolda  $l(r)$  funksiya eng qichiq qiyimatiga erishadigan qiyimatini topishga qeltiriladi.

Masalaning birini variantini quramiz.  $S(r)$  funksiyaning xosilasini xisoblayimiz:

$$S'(r) = 4\pi r - \frac{2V}{r^2} = \frac{2}{r^2}(2\pi r^3 - V) \quad (16)$$

va uni ishoraga tekshiramiz.  $0 < r < r_1 = \sqrt[3]{V/(2\pi)}$  bulganda xosila manfiyi va  $S(r)$  funksiya qamayadi,  $r_1 < r < \infty$  bulganda xosila musbat va  $S(r)$  funksiya usadi. Demaq, bu funksiya xosilasi nolga ayiladigan  $r=r_1$  nuqtada uzining eng qichiq qiyimatiga erishadi.

SHundayi qilib, banqaning  $S(r)$  ning minimalliq sharti nuqtaiyi nazardan eng yaxshi radiusi va balandligi ushbu

$$r_1 = \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}, \quad h_1 = 2r_1 \quad (17)$$

formular bilan aniqlanadi, bunda

$$S(r_1) = 3\sqrt[3]{2\pi V^2} \leq S(r) \quad (18)$$

Endi iqqinchi quyilgan masalani quramiz.  $l(r)$  funksiyani differensiallayimiz:

$$l'(r) = 4\pi - \frac{2V}{\pi r^3} = \frac{2}{\pi r^3} (2\pi^2 r^3 - V) \quad (19)$$

Avvalgi xoldagi qabi  $0 < r < r_2 = \sqrt[3]{V/(2\pi)^2}$  bulganda xosila manfiyi va  $l(r)$  qamayadi,  $r_2 < r < \infty$  bulganda xosila musbat va  $l(r)$  funksiya usadi. Demaq, bu funksiya xosilasi nolga ayiladigan  $r=r_2$  nuqtada uzining eng qichiq qiyimatiga erishadi.

SHundayi qilib, banqaning  $l(r)$  ning minimalliq sharti nuqtaiyi nazardan eng yaxshi radiusi va balandligi ushbu

$$r_2 = \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi^2}}, \quad h_2 = 2\pi r_2 \quad (20)$$

formular bilan ifodalanadi, bunda

$$l(r_2) = 3\sqrt[3]{4\pi V} \leq l(r) \quad (21)$$

Biz qurdikqi, turli optimallashtirish kriteriyalari uchun jiddiyi turli javoblar qelib chiqadi. Birinchi xolda banqaning «eng yaxshi» balandligi (5) uning diametriga teng, iqqinchi xolda (8) u diametrdan  $\pi$  marta ko'p.

**Bir o'lchovli optimallashtirish.** Sodda, ammo xarakterli misolni muxoqama qilgandan keyin bir ulchovli optimallashtirishning umumiyi masalalarining quyilishi va echilish metodlarini quramiz. Matematik nuqtaiyi nazardan bu masalani quyidagicha tariflash mumkin[50].

$X$  tuplamda berilgan  $f(x)$  maqsad funksiyaning eng qichiq (yoqi eng qatta) qiyimati topilsin. Uzgaruvchi  $x \in X$ ning shu funksiya eqstremal qiyimatga erishadigan qiyimati aniqlansin.

Matematik analizda qesmada uzluqsiz bulgan funksiyalarnig xossalari urganilganda quyidagi teorema isbotlanadi.

**V e y i e r s h t r a s s t e o r e m a s i .**  $[a, b]$  qesmada uzluqsiz bulgan xar bir  $f(x)$  funksiya shu qesmada uzining eng qichiq va eng qatta qiyimatlariga erishadi, yani  $[a, b]$  qesmada shundayi  $x_1, x_2$  nuqtalar mavjudqi, ixtiyoriyi  $x \in [a, b]$  uchun

$$f(x_1) \leq f(x) \leq f(x_2)$$

tengsizliklar bajariladi.

Xususan, eng qichiq yoqi eng qatta qiyimatga bir vaqtda bir necha nuqtalarda erishish mumqinligi inqor etilmayidi.

Berilgan xolda Veyiershtrass teoremasi mavjudliq teoremasi rolini uyinayidi:shu teorema buyiicha qesmada berilgan va uzluqsiz  $f(x)$  funksiya uchun optimallashtirish masalasi doim echimga ega.

Endi biz optimallashtirish masalalarini echish metodlarini muxoqama qilishimiz lozim. Bu paragrafda biz eng sodda masalalar sinfini quramiz. Ularni tekshirishda maqsad funksiyasi  $f(x)$   $[a, b]$  qesmada differensiallanuvchi va uning xosilasi  $f'(x)$  uchun oshqor ifoda topish imqoniyati bor deb faraz qilamiz.

Xosila nolga ayiladigan nuqtalar  $f(x)$  funksiyaning qritik yoqi stasionar nuqtalari deyiladi. Agar xosilani funksiyaning uzgarish tezligi deb qarasaq, u xolda qritik nuqtalarda bu tezliq nolga teng, funksiyaning uzgarishi bir daqiqada “tuxtab qoladi”.

$f(x)$  funksiya uzining eng qichiq (eng qatta) qiyimatiga yo  $[a, b]$  qesma chegaraviyi nuqtalaridan (uchlaridan) birida, yoqi uning birorta ichqi nuqtasida erishadi. Oxirgi xolda nuqta albatta qritik bulishi lozim, bu eqstremumning zaruriyi shartidir. Bayon etilganlarni etiborga olib qaralayotgan funksiyalar sinfi uchun optimallashtirish masalasini echishning quyidagi qoidasini tariflayimiz.

$[a, b]$  qesmada differensiallanuvchi  $f(x)$  funksiyaning eng qichiq va eng qatta qiyimatlarini topish uchun shu qesmada uning barcha qritik nuqtalarini topish, ularga chegaraviyi  $a$  va  $b$  nuqtalarni quyidagi va barcha shu nuqtalarda funksiya qiyimatlarini taqqoslash kerak. Ulardan eng qichiq va eng qattasi  $f(x)$  funksiyaning butun qesma uchun eng qichiq va eng qatta qiyimatlarini beradi.

CHegaraviyi  $a$  va  $b$  nuqtalarni topish kerak emas, shuning uchun texniq nuqtai nazardan xamma ish

$$f'(x)=0 \quad (22)$$

tenglamaning ildizlaridan iborat bulgan qritik nuqtalarni topishga qeltiriladi.

Eng sodda, qonserva banqasi xaqidagi masalada xosilaning nollarini analitik ravishda topish mumkin buldi. Berilgan metod, garchi (11) tenglamani sonli echish imqonini inqor etmasa xam, birinchi navbatda shunga muljallangan. Ammo bunda barcha qritik nuqtalarni topish muxim, aqs xolda biz asli eng qichiq va eng qatta qiyimatlarini utqazib yuborib, xatolikka yiul quyidagimiz mumkin.

**Bir ulchovli optimallashtirish masalalarini sonli echish.** Quyidagi misolni qurayiliq. Qimyoviy zavod biror moddani ishlab chiqaradi. Bizni qiziqtiradigan maxsulotning miqdori xarorat bilan aniqlanadi:  $y=f(T)$ . Xaroratni malum chegaralarda uzgartirish mumkin:  $T_1 \leq T \leq T_2$ .  $f$  funksiyaning qurinishi avvaldan malum emas, u foyidalaniladigan xom ashyoga bogliq. Navbatdagi bir tup xom ashyo olingandan keyin ishlab chiqarishni eng qulayi tashqil etish, yani  $f(T)$  funksiya uzining eng qatta qiyimatiga erishishi uchun zarur bulgan  $T$  xarorat topilsin.

Matematik nuqtaiyi nazardan avvalgi paragrafning boshida tariflangan tipiq bir ulchovli optimallashtirish masalasiga egamiz. SHu bilan bir vaqtda bu masala va qonserva banqasi xaqidagi masala orasida jiddiyi farq bor. Berilgan xolda  $f(T)$  maqsad funksiyasi uchun xech qandayi formula yiuq. Biror  $T$  temperaturada uning qiyimatini xisoblash uchun yo laboratoriyada (agar bu mumkin bulsa), yoqi to'g'ridan – to'g'ri ishlab chiqarish sharoitlarida tajriba utqazish kerak. Mutlaqo ravshanqi, faqat cheqli sondagi ulchashlar amalga oshirilishi mumkin, shu sababli  $f(T)$  funksiyaning qiyimatlari cheqli sondagi nuqtalarda malum buladi. Uning xosilasi qiyimatlarini biz mutlaqo bila olmayimiz. Aniqroq ayitganda, garchi tekshirishlar va masalaning asl manosiga qura  $f(T)$  funksiya differensiallanuvchi bulsa xam, bari bir, bu funksiyaning xosilasi mavjud yoqi mavjud emasligini biz bilmayimiz. Qo'shimcha qayid qilamizqi, xar bir ulchash vaqt talab qiladi, ishlab chiqarishni esa tuxtatib turish mumkin emas. SHuning uchun quyidagi masalaning javobini uncha ko'p bulmagan ulchashlardan keyin, yani  $y=f(T)$  funksiyaning bir necha nuqtalardagi qiyimatlari buyiicha olish zarur.

SHundayi optimallashtirish masalalari xam bulishi mumqinqi, ularda  $y=f(x)$  maqsad funksiyasi biror matematik masalani sonli echish natijasida topiladi. Bu xol uz xaraqteri buyiicha avvalgisiga juda yaqin: biz maqsad funksiyasi uchun oshqor formulaga ega emasmiz, ammo uning qiyimatini istalgan  $x \in [a, b]$  argument uchun topa olamiz. Ravshanqi, bunda masalani echish davomida maqsad funksiyasining cheqli sondagi nuqtalardagi qiyimatlari xaqidagi informasiya bevosita etarli buladi. SHundayi qilib, bir ulchovli optimallashtirish masalasining quyidagicha quyidagicha bilan bogliq bulgan matematik masalalarni muxoqama qilamiz: uzluqsiz  $f(x)$  funksiyaning  $[a, b]$  qesmaning biror cheqli sondagi nuqtalardagi qiyimatlarini aniqlab, uning shu qesmadagi eng qichiq (yoqi eng qatta) qiyimatini taqribiyi toping.

Bu masalani turli yillar bilan echish mumkin. Avval goyasi eng sodda va tabiiyi bulgan metodni quramiz.

1. Nuqtalarni qesma buyiicha tekqis taxsimlash metodi.

Biron butun  $n$  sonni olamiz,  $h=(b-a)/n$  qadamni xisoblayimiz va  $f(x)$  funksiyaning qiyimatlarini  $x_k=a+kh$  ( $k=0, 1, \dots, n$ ) nuqtalarda xisoblayimiz:  $y=f(x)$ . Sungra topilgan sonlar ichida eng qichigini topamiz:

$$m_n = \min(y_0, y_1, \dots, y_n)$$

$$m_n \geq m = \min f(x), \quad x \in [a, b].$$

$m_n$  sonni  $f(x)$  funksiyaning  $[a, b]$  qesmadagi eng qichiq taqribiyi qiyimati deb qabul qilish mumkin.  $f(x)$  funksiyaning uzluqsizligiga asosan

$$\lim_{n \rightarrow \infty} m_n = m = \min f(x)$$

tenglikka egamiz, yani nuqtalar soni  $n$  ortib borishi bilan  $m_n$  deb  $m$  ni qabul qilish natijasida yiu quyiiladigan xato nolga intiladi.

Funksiyaning eng qichiq qiyimatini aniqlashdagi xatoliq  $\delta_n = m_n - m$  berilgan  $\varepsilon$  aniqliqdan ortik bulmasligi uchun, yani  $\delta_n \leq \varepsilon$  bulishi uchun qandayi  $p$  ni olish kerak q Bu – matematik masalalarni taqribiyi echishda doim quyiiladigan odatdagi savoldir. Vilqa metodida ildizni iqqi

tomonlama baxolash natijasida  $\varepsilon$  aniqlikka erishish sharti  $n > \log_2 \frac{b-a}{\varepsilon}$  tengsizliq qurinishida buladi.

Berilgan masala uchun axvol undan murakkabroq. Agar bizga  $f(x)$  funksiyaning  $[a, b]$  qesmada uzluqsizligigina malum bulsa, quyiilgan savolga javob berish mumkin emas. Bu qiyiinchilik  $x_k$  nuqtalarni tavsiya etilgan tanlash usuliga bogliq emas, u jiddiyi xaraqterga ega. Qandayi  $n$  olmayiliq va  $[a, b]$  qesmada  $n$  ta nuqtani qandayi tanlamayiliq, doim shundayi uzluqsiz funksiyani qursatish mumqinqi, u uchun  $m_n$  son  $m$  dan  $\varepsilon$  dan ko'p roqqa farq qiladi.

$f(x)$  funksiyaning uning qiyimatlarini qanchalig «qesqin» uzgarishi xaqidagi xossalari to'g'risida qo'shimcha informasiya yiuq bulsa, biz qancha ko'p nuqta olmayiliq, bari bir shubxa qolaveradi.

Masalan  $\varepsilon(\delta_n \leq \varepsilon)$  aniqliq bilan echish uchun zarur bulgan nuqtalar soni  $n$  ni qatiyi baxolash faqat qaralayotgan funksiyalar sinfini torayitirish xisobiga berilishi mumkin. Masalan,  $y=f(x)$  funksiya faqat uzluqsizgina bulib qolmasdan, u  $\alpha$  uzgarmas bilan Lipshis shartini qanoatlantirsin deyiliq. U xolda berilgan metodda kerak buladigan nuqtalar soni  $n$  uchun

$$n \geq \frac{\alpha}{\varepsilon} (b-a) \quad (23)$$

tengsizliqni osonliq bilan qeltirib chiqarish mumkin. Ammo  $f(x)$  funksiya uchun oshqor formula mavjud bulmaganda bu natija xam qam samaradordir. Undan Lipshis uzgarmasi  $\alpha$  ning miqdori xaqida aprior informasiya mavjud bulgandagina foyidalanish mumkin. Aqs xolda maqsad funksiyasi uchun Lipshis shartining urinliligi xaqidagi faraz va (14) ga qiradigan  $\alpha$  uzgarmasning baxosi gipoteza xaraqteriga ega. Uni ko'p xollarda tekshirish mumkin emas (uzingiz uyilab quring, agar  $f(T)$  maqsad funksiyasining xar bir qiyimati eqsperimental ulchashlar natijasida olinsa, Lipshis shartini esa, matematik tarif buyiicha qaralayotgan soxaning ixtiyoriyi juft argumentlari uchun tekshirish kerak bulsa, buni qimyoviyi ishlab chiqarishda qandayi amalga oshirish lozim). SHuning uchun nuqtalar soni va aniqliq xaqidagi masalani echishda maqsad funksiyasining xossalari, uning masalaning xaraqteri va xususiyatlaridan qelib chiqadigan silliq darajasi xaqidagi barcha qo'shimcha informasiyadan foyidalanish muxim. Tadqiqotchining tajribasi, intuisiyasideq faqtor xam sunggi rol uyinamayidi[51-53].

**Nuqtalarni kesma buyiicha maqsad funksiyasini xisoblash natijalarini etiborga oluvchi taqsimlash metodi.** Yuqorida bayon etilgan metod uchun  $[a, b]$  qesma buyiicha  $x_k$  «sinash» nuqtalarini tekis taqsimlash xaraqterli. Ularning joyilashishi avvaldan qatiyi belgilangan va  $y_k=f(x_k)$  sonlarni xisoblash natijasida  $f(x)$  funksiya xaqida olinadigan

informasiyaga mutlaqo bogliq emas. Bu usul butun qesmani etibor bilan qarab chiqish imqonini beradi. U maqsad funksiyasining qandayidir ensiz «tilini» utqazib yubormaslikka yordam beradi. Metodning shubxasiz ustunligi xam shunda.

Ammo bizning qamchiliqlarimiz – ustunliklarimizning davomi deb beqorga ayitmayidilar.  $x_k$  nuqtalarni tekis taqsimlaganda qesmaning barcha qismlariga maqsad funksiyasi qatta bulganlarga xam, u qamayadiganlarga xam biz bir xil axamiyat beramiz. Bu xisobni jiddiyi uzaytiradi va tekshirishni chuzadi.

SHu sxema buyiicha xisoblashni tashqil qilishni urmonda tajribasiz zamburug teruvchining uzini tutishi bilan taqqoslash mumqin. Zamburugni izlab u zamburugli yoqi zamburugsiz joyilarning farqiga bormasdan butun urmon buyilab yuradi. Natijada zamburugsiz joyilarni qarab chiqish uchun uning ancha kuchi va vaqti beqorga qetadi. Tajribali zamburugchi uzini butunlayi boshqacha tutadi. U zamburugli joyilarda ancha turadi va ularni ayiniqsa etibor bilan qarab chiqadi, zamburugsiz joyilardan ortikcha vaqt sarf qilmasdan tez utib qetadi.

Funksiyaning eng qichiq qiyimatini izlashni «tajribali zamburugchi» metodi bilan tashqil qilish uchun  $x_k$  nuqtalarni avvaldan muljallab tanlash usulidan voz qechish, navbatdagi nuqtani  $f(x)$  funksiya xaqida uning qiyimatini avvalgi nuqtalarda xisoblash natijasida olingan informasiya asaosida tanlash lozim. Bunda  $[a, b]$  qesmaning xisoblashlar funksiyaga qichiq qiyimatlar beradigan qismlariga aloxida etibor berish, boshqa qismlariga naridan – beri quz yugurtirib chiqish kerak.

$f(x)$  funksiyaning qiyimatlarini iqqi chegaraviyi  $x_0=a$  va  $x_1=b$  nuqtalarda xisoblayimiz:  $y_0=f(x_0)$ ,  $y_1=f(x_1)$ . SHundan keyiin navbatdagi  $x_2$  nuqtani qesmaning funksiya qamroq qiyimat qabul qiladigan chegarasiga yaqinroqda tanlayimiz. Uning xolatini  $y_0$  va  $y_1$  sonlar orasidagi munosabatga qarab aniqlayimiz: ular orasidagi farq qancha qatta bulsa,  $x_2$  nuqtaning tegishli tomonga siljishi shuncha ko'p buladi.  $x_3$  nuqtani  $x_0$ ,  $x_1$ ,  $x_2$  nuqtalarning uzaro joyilashishiga va  $y_0$ ,  $y_1$ ,  $y_2$  sonlar orasidagi munosabatlarga qarab tanlayimiz va x. q. Biz navbatdagi  $x_k$  nuqtani maqsad funksiyasini avvalgi qadamlarda xisoblash natijasida olingan informasiya buyiicha tanlashning mumqin bulgan algoritmi tavsifiga tuxtalmayimiz, - bu maxsus masala. Faqat shuni qayid qilamizqi, bu soxadagi tadqiqotlar davom etayapti, algoritmlar takomillashib borayapti va masalaning uzil – qesil echilishi xaqida gapirishga xali vaqt bor.

**Maxsus metodlar.** Optimallashtirish masalasini echish xaqida yangi masalalar quyish uchun zamburuglarni terish xaqidagi misoldan yana bir marta fodalalanamiz. Zamburugchi urmonga unda zaburug borligidan boshqa xech narsani bilmagan xolda birinchi marta kirishi mumqin. Odam uzi bir oz bilgan urmonga qeldi. Birinchi va iqqinchi xolda uning uzini tutishi turlicha buladi. Bunda agar u urmonning unga malum bulgan xususiyatlaridan foyidalana bilsa, savatni ancha tez tuldirdi.

Xozirgacha optimallashtirish masalalarini muxoqama qilar eqanmiz, biz ularni echishning universal metodlari xaqida gapirdik. Ammo ko'p gina xollarda masalaning xaraqteridan maqsad funksiyasining xossalari xaqida qandayidir qo'shimcha informasiya qelib chiqadi. Bundan maxsus algoritmlarni ishlab chiqishda foyidalanish mumqin. Bundayi usul xisoblashlar xajmini jiddiyi qamaytirishga va javobni eng samarador usul bilan topishga imqon beradi.

Misol sifatida maqsad funksiyasi  $y=f(x)$   $[a, b]$  qesmada faqat bitta minimumga ega eqani bizga avvaldan malum bulgan xolni quramiz. Bu xolda masalani echish uchun quyidagi metoddan foyidalanish mumqin. Biror h qadam olamiz va  $f(x)$  funksiyaning  $x_0=a$ ,  $x_1=a+h$ ,  $x_2=a+2h$  nuqtalardagi qiyimatlarini birin qetin xisoblayimiz va topilgan  $y_0$   $y_1$   $y_2$ , ...sonlarni uzaro taqqoslayimiz. Avval ular qamayadi:  $y_0 > y_1 > y_2 > \dots$  ammo keyiin shundayi  $x_k=a+kh$  nuqta topiladiki, undagi funksiya qiyimati  $y_k=f(x_k)$  uchun  $y_{k-1} > y_k$ ,  $y_{k+1} \geq y_k$  tengsizliklar urinli buladi. Bu anglatadiki funksiyaning eng qichiq qiyimati  $[x_{k-1}, x_{k+1}]$  qesmada erishiladi va uni taqriban  $y_k=f(x_k)$  ga teng deb olish mumqin. Agar masalaning echilishida talab etilgan aniqlik taminlanmagan bulsa, u xolda h qadamni qamaytirib, bayon etilgan tadbirni  $[x_{k-1}, x_{k+1}]$  qesma uchun qayitarish kerak.

Qimyoviyi jarayon uchun optimal temperatura xaqidagi masala shunga uxshash masalalarga qiradi. Ko'p gina qimyoviyi reaksiyalar uchun  $f(T)$  funksiyaning grafigi shundayi

buladiki, temperatura  $T$  ning usishi bilan funksiya avval usadi, keyin esa, maqsimumdan utib qamaya boshlaydi. Biz shu maqsimumni topishimiz lozim, buning uchun yuqorida bayon etilgan proseduradan foyidalansa buladi. U  $f(T)$  funksiyaning uncha ko'p ulchashlarini talab etmaydi. Biz minimumni emas, maqsimumni izlayotganimiz metod nuqtai nazardan jiddiyi axamiyatga ega emas, faqat barcha tengsizliklar uz belgilarini qarama-qarshiga uzgartiradi.

#### **2.4.2. Ko'p ulchovli optimallas**

Xozirgacha maqsad funksiyasi bitta argumentga bogliq bulgan bir ulchovli optimallas masalalarini muxoqama qildik. Ammo optimallasning amaliyi axamiyatga ega bulgan ko'p chiliq masalalari ko'p ulchovlidir : ularda maqsad funksiyasi bir necha argumentga bogliq buladi, bazida argumentlar soni anchagina qatta bulishi mumqin.

Masalan, qimyoviyi ishlab chiqarish xaqidagi masalani eslayiliq. Biz qayid qildikqi, unda maqsad funksiyasi temperaturaga bogliq va uni malum yiul bilan tanlansa unumdorliq (bizni qiziqtirgan maxsulot miqdori ) maqsimal buladi. Ammo unumdorliq temperatura bilan birga bosimga, ishlatiladigan xom ashyolar, qatalizatorlarning tuyiinganliqlari orasidagi munosabatga va qator boshqa faqtorlarga bogliq. SHundayi qilib, qimyoviyi ishlab chiqarishning eng yaxshi shartlarini tanlash masalasi – bu optimallasning tipiq ko'p ulchovli masalasidir[54].

Bundayi masalalarining matematik quyilishi ularning bir ulchovli xolda quyilishiga uxshash : argumentining mumqin bulgan qiyimatlari buyiicha biror berilgan  $E$  tuplamda maqsad funksiyasining eng qichiq (eng qatta ) qiyimati topilsin. Maqsad funksiyasi uzluqsiz,  $E$  tuplam yopiq chegaralangan soxa bulganda Veyiershtrass teoremasi urinli. Bu bilan echimning mavjudligi avvaldan malum bulgan optimallas masalalari sinfi ajratiladi. Keyiingi muloxazalarda barcha qaraladigan masalalar, aloxida ayitib utirmasdan, shu sinfga tegishli deb faraz etamiz.

Bir ulchovli xoldagi qabi masalaning xaraqteri va mos ravishda mumqin bulgan echish metodlari maqsad funksiyasi xaqida uni tekshirish jarayonida bizga malum bulgan informasiyaga bogliq buladi. Bir xil xollarda maqsad funksiyasi analitik formula bilan beriladi va differensiallanuvchi buladi. Bunda uning xususiyi xosilalarini xisoblash, xar bir nuqtada funksiyaning usish va qamayiish yiunalishlarini aniqlayidigan gradient uchun oshqor ifoda topish va bu informasiyadan masalani echishda foyidalanish mumqin. Boshqa xollarda maqsad funksiyasi uchun xech qandayi formula yiuq, faqat uning qiyimatini qaralayotgan soxaning istalغان nuqtasida aniqlash (xisoblar yordamida, tajriba natijasida va x. q. ) mumqin. Bundayi masalalarni echish jarayonida biz aslida maqsad funksiyasining cheqli nuqtalardagi qiyimatlarini topa olamiz va shu informasiya buyiicha butun soxa uchun uning eng qichiq qiyimatini taqribiyi topish talab etiladi.

Ko'p ulchovli masalalar, shubxasiz, bir ulchovli masalalarga qaraganda murakkabroq va sermashaqatdir, ularni echishda odatda ulchamning ortishi bilan qiyinchiliqlar xam ortib boradi. Buni siz yaxshiroq xis qilishingiz uchun funksiyaning eng qichiq qiyimatini izlashning bir ulchovli masalalar uchun 7-mavzuda muxoqama qilingan, goyasi buyiicha eng sodda taqribiyi metodini olamiz. Qaralayotgan soxani h qadamli tur bilan qoplayimiz va uning tugunlarida funksiya qiyimatlarini aniqlayimiz. Topilgan sonlarni uzaro taqqoslab, ular ichida eng qichigini olamiz va uni butun soxada funksiyaning taqribiyi eng qichiq qiyimati deb qabul qilamiz.

Biz yuqorida gapirganimizdeq, bu metoddan bir ulchovli masalalarni echishda foyidalaniladi. Bazida undan iqqi ulchovli, gox-gox uch ulchovli masalalarni echishda xam foyidalaniladi. Ammo u qatta ulchovli masallarni echishda xisoblashlarga juda ko'p vaqt sarflangani sababli amalda yaramaydi.

Xaqiqatan, maqsad funksiyasi beshta uzgaruvchiga bogliq, uning aniqlanish soxasi besh ulchovli qubdan iborat bulsin. Turni qurishda shu qubning xar bir tomonini 40 ta bulaqqa bulamiz. Unda tur tugunlariningumumiysi soni  $41^5 \approx 10^8$  ga teng buladi. Bitta nuqtada funksiya qiyimatini xisoblash uchun 1000 ta arifmetik amal bajarilishi (bu beshta uzgaruvchili funksiya

uchun ko'p emas) talab etilsin. Bunda amallarning umumiyi soni  $10^{11}$  ni tashqil etadi. Agar bizning ixtiyorimizda sekundiga 1 mln. arifmetik amal bajaradigan EXM bor bulsa, u xolda masalani yuqoridagi metod bilan echish uchun  $10^5$  sekund kerak buladi. Bu esa, EXM uchun bir sutqadan ko'p roq uzluqsiz ishlash demaقدir. Yana bitta erqli uzgaruvchini qo'shish bu vaqtni 40 marta orttirib yuboradi.

Olib borilgan baxolash qursatadiki, optimallashtirishning qatta masalalari uchun uzluqsiz saralash metodi yaramaydi. Bazi uzluqsiz saralashni tasodifiy izlash bilan almastiradilar. Bu xolda turning nuqtalari qetma-qet qurilmaydi, ular tasodifiy tartibda quriladi. Natijada maqsad funksiyasining eng qichiq qiymatini izlash jiddiyi tezlashadi, ammo uzining ishonchligini yuqotadi.

Endi funksiyaning eng qichiq qiymatini topishga bagishlangan metodlarning muxoqamasiga utamiz.

**1. Koordinata o'qlari bo'yiicha tushish metodi.** Ushbu  $u=f(M)=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  maqsad funksiyasining eng qichiq qiymatini topish lozim bulsin. Bunda  $M$  orqali  $n$ - ulchovli fazoning  $x_1, x_2, \dots, x_n$  qoordinatalarga ega bulgan  $M=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  nuqtasi belgilangan. Qandayidir boshlangich  $M_0=(x_{10}, x_{20}, \dots, x_{n0})$  nuqtani olamiz va  $f$  funksiyani birinchidan boshqa xamma uzgaruvchilarning tayiinlangan qiymatlarida quramiz:  $f(x_1, x_{20}, \dots, x_{n0})$ . U xolda bu funksiya bitta  $x_1$  uzgaruvchining funksiyasiga ayilanadi. SHu uzgaruvchini uzgartirib boshlangich  $x_1=x_{10}$  nuqtadan funksiyaning qamaish tomoniga uning  $x_1=x_{11}$  nuqtadagi minimumiga etguncha xaraqat qilamiz, bundan keyin u usishga boshlaydi.  $(x_{11}, x_{20}, x_{30}, \dots, x_{n0})$  koordinatalarga ega bulgan nuqtani  $M_1$  deb belgilayimiz, bunda

$$f(M_0) \geq f(M_1).$$

Endi  $x_1=x_{11}$   $x_3=x_{30}, \dots, x_n=x_{n0}$  uzgaruvchilarni tayiinlaymiz va bitta  $x_2$  uzgaruvchining  $f$  funksiyasini qarayimiz:  $f(x_{11}, x_2, x_{30}, \dots, x_{n0})$ . Yana  $x_2$  ni uzgartira borib boshlangich  $x_2=x_{20}$  qiymatdan funksiyaning qamayiish tomoniga qarab  $x_2=x_{21}$  da minimumiga etguncha xaraqat qilamiz.  $(x_{11}, x_{21}, x_{30}, \dots, x_{n0})$  koordinatalarga ega bulgan nuqtani  $M_2$  deb belgilayimiz, bunda  $f(M_1) \geq f(M_2)$ .

Maqsad funksiyasini xuddi shundayi minimallashtirishni  $x_3, x_4, \dots, x_n$  uzgaruvchilar buyiicha xam olib boramiz.  $x_n$  uzgaruvchiga etib borgandan keyin yana  $x_1$  ga qayitamiz va jarayonni davom ettiramiz. Bu prosedura metodning nomini tuliq oqlaydi. U yordamida  $M_0, M_1, M_2, \dots$  nuqtalar qetma-qetligini quramiz, unga funksiya qiymatlarining  $f(M_0) \geq f(M_1) \geq f(M_2) \geq \dots$  monoton qetma-qetligi mos qeladi. SHu qetma-qetliqni biror  $k$  qadamda uzib, funksiyaning  $f(M_k)$  qiymatini uning qaralayotgan soxadagi taqribiy eng qichiq qiymati deb olish mumqin.

Qayid qilamizqi, bu metod bir necha uzgaruvchili funksiyaning eng qichiq qiymatini topish masalasini bir ulchovli optimallashtirish masalasini ko'p martalab echishga olib qeladi. Agar  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  maqsad funksiyasi oshqor formula bilan berilgan va differensiallanuvchi bulsa, biz uning xususiyi xosilalarini xisoblashimiz xamda ulardan funksiyaning xar bir uzgaruvchi buyiicha qamayiish yiunalishini aniqlashda va tegishli bir ulchovli minimumlarni topishda foydalanishimiz mumqin. Aqs xolda, maqsad funksiyasi uchun oshqor formula bulmaganda bir ulchovli masalalarni 7-mavzu 3-punqtda bayon etilgan metodlar yordamida echish lozim[55].

**2. Gradient yiunalishi buyiicha tushish metodi.**  $f$  funksiyani aniqliq uchun uchta  $x, y, z$  uzgaruvchiga bogliq bulgan xolda qarayimiz. Uning xususiyi xosilalari:  $\partial f/\partial x, \partial f/\partial y, \partial f/\partial z$  ni xisoblaymiz va ular yordamida funksiyaning *gradienti* deb ataladigan

$$\text{grad}f(x, y, z) = \frac{\partial f(x, y, z)}{\partial x} i + \frac{\partial f(x, y, z)}{\partial y} j + \frac{\partial f(x, y, z)}{\partial z} k$$

veqtorni tuzamiz. Unda  $i, j, k$  - koordinata uqlariga parallel bulgan birlik vektorlar. Xususiyi xosilalar xar bir erqli uzgaruvchi buyiicha aloxida-aloxida  $f$  funksiyaning uzgarishini xarakterlaydi. Ular yordamida tuzilgan gradient vektori funksiyaning  $(x, y, z)$  nuqta atrofida uzini tutishi xaqida umumiyi tasavvur xosil qiladi. Shu vektorning yiunalishi funksiyaning

berilgan nuqtada eng tez usish yiunalishidan iborat. Unga qarama-qarshi yiunalish ko'p incha *antigradient* yiunalishi deyiladi va u funksiyaning eng tez qamayiish yiunalishidan iborat. Gradient moduli

$$|\text{grad}f(x, y, z)| = \sqrt{\left(\frac{\partial f(x, y, z)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f(x, y, z)}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f(x, y, z)}{\partial z}\right)^2}$$

Gradient va antigradient yiunalishida funksiyaning usish va qamayiish tezligini aniqlaydi. Barcha boshqa yiunalishlar buyiicha  $(x, y, z)$  nuqtada funksiyaning uzgarish tezligi gradient modulidan qam. Bir nuqtadan iqqinchi nuqtaga utganda gradientning yiunalishi xam, moduli xam, umuman ayitganda, uzgaradi. Gradient tushunchasi tabiiyi ravishda istalgan sondagi uzgaruvchili funksiyaga xam utqaziladi.

Gradient yiunalishi buyiicha tushish metodining tavsifiga utamiz. Uning asosiya goyasi minimumga funksiyaning antigradient bilan aniqlanadigan eng tez qamayiish yiunalishi buyiicha xaraqat qilishdan iborat. Bu goya quyiidagicha amalga oshiriladi.

Biror usul bilan boshlagich nuqtani tanlayimiz, unda qaralayotgan funksiyaning gradientini xisoblayimiz va tesqari, antigradient yiunalishi buyiicha qichqina qadam quyamiz. Natijada shundayi nuqtaga kelamizqi, unda funksiyaning qiyimati avvalgi qiyimatidan qichiq buladi. YAngi nuqtada prosedurani qayitaramiz: yana funksiyaning gradientini xisoblayimiz va tesqari yiunalishda qadam quyamiz. Shu jarayonni davom ettirib, funksiyaning qamaishi tomonga xaraqat qilamiz. Xar bir qadamda xaraqat yiunalishini maxsus tanlash berilgan xolda funksiyaning eng qichiq qiyimatiga koordinatalar buyiicha tushish metodiga qaraganda tezroq yaqinlashishga ishonch xosil qilishga imqon beradi.

Gradient yiunalishi buyiicha tushish metodi xar qadamda maqsad funksiyasining gradientini xisoblashni talab etadi. Agar u analitik berilgan bulsa, bu, ko'p incha muamo emas: gradientni aniqlayidigan xususiya xosilalar uchun oshqor formulalar chiqarish mumqin. Aqs xolda kerakli nuqtalarda xususiya xosilalarni mos ravishda ushbu

$$\frac{\partial f}{\partial x_i} \approx \frac{f(x_1, \dots, x_i + \Delta x_i, \dots, x_n) - f(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)}{\Delta x_i}$$

ayiirmali nisbatlar bilan almashtirib taqribiyyi xisoblashga to'g'ri qeladi. Bunday xisoblarda  $\Delta x_i$  ni juda qichiq qilib olish yaramayidi, funksiya qiyimatlarini esa etarli darajada yuqori aniqliq bilan xisoblash kerak, aqs xolda

$$\Delta f = f(x_1, \dots, x_i + \Delta x_i, \dots, x_n) - f(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$$

ayiirmanii xisoblashda qatta xatoga yiul quyiladi.

**3. Eng tez tushish metodi.** Xar bir qadamda gradientni xisoblash va maqsad funksiyasining eng tez qamayiish yiunalishi buyiicha xaraqat qilish xisoblash jarayonini seqinlatishi mumqin. Gap shundaqi, gradientni xisoblash funksiyaning uzini xisoblashga qaraganda odatda ancha murakkab amaldir. SHuning uchun ko'p incha gradient metodning eng tez tushish metodi deb nom olgan modifiqasiyasidan foyidalanishadi.

SHu metodga qura boshlangich nuqtada funksiya gradientini xisoblagandan keyiin antigradient yiunalishi buyiicha qichqina qadam quyimasdan, funksiya qamayiib borganicha xaraqat davom etaveradi. Tanlangan yiunalish buyiicha minimum nuqtasiga etib borganidan keyiin yana funksiya gradientini xisoblashadi va bayon etilgan prosedurani qayitarishadi. Bunda gradient ancha qam, faqat yiunalishlar uzgargandagina xisoblanadi.

**4. "Jarliklar" muammosi.** Funksiyaning eng qichiq qiyimatini gradient yiunalishi buyiicha tushish metodi bilan topishga xaraqat qilamiz. Doim antigradient yiunalishi buyiicha xaraqat qilib, biz "jarlik"ning tubiga tez tushamiz va xaraqat qichiq, ammo cheqli qadamlar bilan qilinayotgani uchun undan utib qetamiz. "jarlik"ning narigi tomoniga utib qolib, funksiya gradientini xisoblayimiz va deyarli 180° ga burilishga xamda tesqari yiunalishda bitta yoqi bir necha qadam quyiishga majbur bulamiz. Bunda biz yana "jarlik" tubidan utib qetib, uning avvalgi tomonida bulib qolamiz. SHu jarayonni davom ettirib "jarlik" ning tubi buyilab uning pasayiishi yiunalishida xaraqat qilish urniga deyarli maqsadga yaqinlashmasdan "jarlik"

ning u tomonidan bu tomoniga utib ilon izi xaraqat qilamiz. SHundayi qilib, “jarlik” xolida (bu nomatematik termin adabiyotda chuqur urnashib qoldi ) yuqorida bayon etilgan tushish metodlari samarador emas[56].

“Jarlik”lar bilan qurashish uchun qator maxsus usullar tavsiya etilgan. Bulardan bittasi quyidagidan iborat. Iqqita yaqin nuqtadan “jarlik”tubiga gradient yiunalish buyiicha tushish amalga oshiriladi. Keyiin topilgan nuqtalarni to’g’ri chiziq bilan tutashtiriladi va shu chiziq buyilab qatta (chuqurlikka oid) qadam quyiladi. Topilgan nuqtadan yana “jarlik” tubiga tushiladi va iqqinchi qatta qadam quyiladi. Natijada “jarlik” buyilab etarli darajada tez xaraqat qilib maqsad funksiyaning izlangan eng qichiq qiyimatiga yaqinlashamiz. Bundayi metod iqqi uzgaruvchili funksiyalar uchun etarli samarador, ammo uzgaruvchilar soni ko’p roq bulganda qiyiinchiqlar sodir bulishi mumqin.

Yuqorida bayon etilgan barcha metodlar funksiyaning eng qichiq qiyimati qaralayotgan soxaning ichida erilishiladigan xolga muljallangan, eng qichiq qiyimat chegarada yoqi unga yaqin nuqtada erishilsa tegishli metodlar qam samarador bulib qoladi. Bundayi masalalarni echish uchun maxsus metodlarni ishlab chiqishga to’g’ri qeladi. Biz ularga tuxtalmayimiz. Sizga shundoq xam ravshan bulishi kerakqi, ko’p sondagi maxsus metodlar – kuchliliq emas, kuchsizliq alomatidir. Axir biz amaliyi masalani echishga kirishar eqanmiz, ko’p incha uning barcha xususiyatlarini bilmayimiz va darxol eng samarador metodni tanlayi olmayimiz.

**5. Ko’p ekstremallilik muammosi.** Ko’p ekstremallilik bilan qandayi qurashish kerakq Bu savolga universal javob yiuq. Eng sodda usul shundan iboratqi, izlashni bir necha marta turli nuqtalardan amalga oshiriladi. Agar bunda turli javoblar chiqsa ularda maqsad funksiyasining qiyimatlari taqqoslanadi va eng qichigi tanlanadi. Agar bir necha yangi izlashlar avval olingan natijani uzgartirmasa, shundagina xisoblashlar tuxtatiladi. Izlashning boshlangich nuqtasini tanlash, xisoblarni tuxtatishni asoslash malum darajada masalani echadigan mutaxassislarining tajribasi va intuisiyasiga bogliq.

Tasvirlangan manzara goyatda qorongi bulib tuyulishi mumqin. Aslida ko’p gina xollarda masalaning xaraqteri xaqida metodni, izlashning boshlangich nuqtasini va x. q. ni tanlashda jiddiyi yordam beradigan turli yordamchi informasiya mavjud buladi. Bundan tashqari, biz xali maqsad funksiyasining maxsus xossalari xaqida va qaralayotgan soxaning xaraqteri xaqida xech qandayi faraz qilganimiz yiuq. Bu analiz qilishni qiyiinlashtiradi. Masalani qonqretlashtirish, funksiyalarning va soxalarning malum sinflarini ajratish ancha chuqur tekshirish olib borishga va masalani uzil-qesil echadigan maxsus metodlarni ishlab chiqishga imqon beradi. CHiziqli programmalash masalalari optimallashtirish masalalarining shundayi «maxsuslashtirilgan» muxim sinfidan iborat. Ular xaqida jarayonlar tadqiqoti qursida gap boradi.

#### **2.4.3. Imitasion modellar.**

Obektning bitta yoqi bir qancha analitik ifodalar qurinishida yozilgan matematik modelini analitik model deyiiladi. Ammo analitik modellarni ishlab chiqish xar vaqt xam mumqin bulavermayidi yoqi ularning murakkabligi tufayili maqsadga muvofiq deb xisoblanmayidi. YUqoridagi bayon qilingan masalan, ko’p ulchovli optimallashtirish masalasi to’g’ri tuzilgan va echilgan bulsa, eng yaxshi echimni (rejani ) beradi. Agar bu echimni aniq bajarsaq, u xolda xaqiqiyi natijalar eng yaxshi xolda qelib chiqadi. Leqin biz bilamizqi model qanchaliq yaxshi va batafsil bulsa xam, u voqeliqni faqat qandayidir aniqliq bilan taqribiyi aqs ettiradi.

Model xisobga olmayidigan omillar xar doim topiladi. SHuning uchun optimal modeli echim, umuman ayitganda, uni eng puxta amalga oshirilgandan keyiin optimal bulmayi qolishi mumin. Bu esa muxim narsa. Echimni amalga oshirish jarayonida qandayidir qutilmagan xolatlar qelib chiqishi mumqin, (masalan, bugun qimdir qasal bulib ishga qelmadi, ertaga qo’shni sexdan tanavor (zagatovqa) olib qelishmadi, indiniga stanoq sinib qoldi) bular esa keyiingi strategiyaga jiddiyi tasir qiladi. Qisqacha ayitganda, xisoblangan optimal rejani ruyobga chiqarish jarayonining muximligi bu rejani topishdan qura qam emas. Axir bu

jarayonni – ruyobga chiqarish jarayonining uzini xam modellashtirish mumkin-qu. Bu bilan biz iqtisodiyi-matematik modellarning boshqa sinfiga – boshqaruv modellariga, xususan rejaning bajarilishining boshqaruvi modellariga qelib qolamiz. Rejaning bajarilishini boshqarish jarayonini modellashtirish zarurati iqtisodiyi obektlar va jarayonlarning imitasion modellarini urganishga olib qeladi. Imitasion modellardan xozirgi qunda turli soxalarda juda keng foyidalanilmoqda. EXM da axolining gripp bilan qasallanishining tarqalishi, qimyoyiyi reaktorning ishi, shaxar transportining yuulovchilar bilan taminlanishi, zavodda ishlab chiqarishning usishi va boshqa ko'p ishlarni imitasiya qilinadi, yani bu erda imitasion modellar yordamga qeladi. SHu maqsadda boshqaruvning avtomatlashtirilgan sistemalari (BAS) tarqib topyapti. BAS keng savollar tuplamiga javoblarni operativ olishni taminlayidi, bu esa boshqaruvda asosli echimlarni qabul qilish uchun zarurdir, yuqori saviyadagi BAS imitasion modellar bilan taminlanadi. Imitasion model jarayondagi uzgarishning oqibatlarini darxol qursatadi, tor joyilarini aniqlayidi, boshqaruv strategiyasini ayitib beradi. Bundayi model bilan ishlashda xar qandayi aqlga to'g'ri qeladigan variantlarni quriqdan utqazish mumqin. Masalan, asbob-uskunalarni profilaqtik xizmat maqsadida tuxtatish uchun vaqtni tanlash kerak bulsa, modelda turli variantlarni qurish oson va ulardan eng qam zarar qeltiradigani tanlab olinadi. Bu xolda malum amallarining biror qetma-qetligi qurinishida ruyobga chiqariladigan matematik modellardan foyidalanilgan. Bundayi modellar algoritmiq yoqi imitasion modellarnomini oldilar. Imitatsiya so'zi tarjimada uxshatmoq manosini beradi. Obektinig vaqt mobayinida uzgarib turadigan tashqi tasirlardagi xulqini aqs ettiruvchi matematik modelni imitasion model deyiiladi deyiiladi. Imitasion modellashtirish usuli murakkab sistema ishlashi jarayonini urganish uchun EXM da ruyobga chiqariladigan imitasion modellardan foyidalanishga asoslanadi. Imitasion modellashtirish usulining moxiyati shundan iboratqi, murakkab sistema ishlashi jarayoni EXM da amalga oshiriladigan malum algoritm qurinishida ifodalanadi. Buning amalga oshirilishi natijalari buyiicha dastlabqi jarayon xaqida u yoqi bu xulosalar chiqariladi. Bu usulni amalga oshirish uchun maxsus modellovchi algoritm ishlab chiqiladi. Bu algoritmga mos xolda EXM da uzaro aloqa va uzaro tasirlarni xisobga olgan xolda urganilayotgan sistemaning elementar jarayonlarini bayon qiluvchi malumot ishlab chiqariladi. Bunda modellovchi algoritm sistemadagi bulib utadigan jarayonlar qetma-qetligi saqlangan xolda va sistemaning asosiyi xolatlarini aqs ettirgan xolda sistemaning mantikiyi tarqibiga mos qeladigan qilib tuziladi. Imitasion modellashtirish usulining asosiyi bosqichlari quyidagicha :

1. Kirish va tashqi tasirlarni modellashtirish.
2. Modellashtirilgan sistema ishini xuddi uzidayi aqs ettirish.
3. Modellashtirish natijalarini izoxlash va qayita ishlash.

Imitasion modellashtirish usulining umumiysi sxemasini qeltiramiz.

Usulning yuqorida sanab utilgan bosqichlari kirish va tashqi tasirlarning turli tuplami uchun, modellashtirishning ichqi I siklini tashqil etib, ko'p marta taqrorlanadi. Tashqi II siklda modellashtirilgan sistemaning berilgan variantlari qarab chiqiladi. Optimal variantni tanlash tadbiri variantlarni qarab chiqishni boshqaradi, imitasion modelga va kirish va tashqi tasirlar modeliga mos tuzatishlar qiritadi. Sistema modelini tuzish, mashina eqsperimenti natijalari buyiicha modelning aniqligini nazorat qilish va uni tuzatish tadbiri modellashtirishning natijalariga bogliq xolda ichqi sikl bloqlarini beradi va keyiin uzgartiradi. SHundayi qilib, sxemada tashqi III sikl payido buladi, bu sikl modelni shakllantirish, nazorat qilish va tuzatish buyiicha tadqiqotchining faoliyatini aqs ettiradi. Imitasion modellashtirish usuli nixoyatda murakkab masalalarni echish imqonini beradi.

Bu usul sonli usul xisoblanadi. Uni Monte – Qarlo usulini murakkab sistemalar xoliga ommalashtirish deb xisoblash mumqin. Imitasion modellarni ruyobga chiqarish uchun yuqori unumdorliqdagi EXM lar zarur buladi[57].

## **2.5. Tajribada olingan ma'lumotlarni statistik va dispersion tahlil qilish.**

Bir omilli va ko'p omilli tajriba natijalariga matematik ishlov berishni o'rganish. Bir omilli (oddiy) tajribalar - bitta omil o'rganiladi (o'g'it tuproqqa ishlov berish va h.k.). Bir yillik ekinlar bilan bir omilli tajribalar natijalariga ishlov berish quyidagi tartibda amalga oshiriladi.

1. Iig'ib olingan hosil ma'lumotlari jadval shakliga keltiriladi va umumiy va o'rtacha hosil aniqlanadi.

2. Har bir paykal bo'yicha, variant va qaytariqlar yig'indilari bo'yicha olingan hosil miqdori alohida jadvalga kvadratlariga ko'tariladi.

3. Dispersion tahlil uchun jadval tuziladi va tahlil natijalari  $F_f$  va  $F_t$  mezonlarida tekshiriladi.

Misol: Kuzgi bug'doy hosili bo'yicha tajriba natijalariga ishlov berish.

1-jadval

Variantlar	Qaytariqlar (X)				V-yig'indi	o'rtacha
	I	II	III	IV		
1 (nazorat)	47,8	46,9	45,4	44,1	184,2	46,0
2	53,7	50,3	50,6	48,0	202,6	50,6
3	46,7	42,0	43,4	40,7	172,8	43,2
4	48,0	47,0	45,9	45,7	186,6	46,6
5	41,8	40,0	43,0	41,6	166,4	41,6
R-yig'indi	238,0	226,2	228,3	220,1	912,6= $\sum X$	45,6= $\bar{x}$

Hisob-kitob yig'indilari R va V- yo'nalishlari bo'yicha bir xil chiqish shart.

$$\sum R = \sum V - \sum X = 912,6$$

Qayta ishlangan ma'lumotlar jadvalini tuzish uchun  $x$ - o'rtachani (45,6) yaxlitlab paykallar bo'yicha hosildorlikdan ayirib chiqiladi.

Qayta ishlangan ma'lumotlar jadvali

2-jadval

Variantlar	$X_1 = X - 45$				Summa V
	I	II	III	IV	
1	2,8	1,9	0,4	0,9	4,2
2	8,7	5,3	5,6	3,0	22,6
3	1,7	-3,0	-2,6	-4,3	-8,2
4	3,0	2,0	0,9	0,7	6,6
5	-3,2	-5,0	-2,0	-3,4	-13,6
Summalar R	13,0	1,2	2,3	-4,9	11,6= $\sum X_1$

$$S = \sum X_1^2 : n \cdot l = 11 \cdot 6^2 : 20 = 6,73$$

$$S_u = \sum X_1^2 - S = (2,8^2 + 1,9^2 + \dots + 3,4^2) - 6,73 = 252,07;$$

$$S_r = \sum r^2 : l - S = (13,0^2 + 1,2^2 + 2,3^2 + 4,9^2) : 5 - 6,73 = 33,22;$$

$$S_v = \sum V^2 : n - S = (4,2^2 + 22,6^2 + \dots + 13,6^2) : 5 - 6,73 = 199,31;$$

$$S_z = S_u - S_r - S_v = 252,07 - 33,22 - 199,31 = 19,54.$$

Endi dispersion tahlil jadvalini to'ldirish mumkin.

Dispersion tahlil natijalari

3-jadval

Dispersiya	Kvadratlar yig'indisi	Erkinliklar darajasi	O'rtacha kvadrat	$G'_f$	$G'_{05}$
Umumiy	252,07	19	-	-	-

Qaytariqlar	33,22	3	-	-	-
Variantlar	199,31	4	49,83	30,57	3,26
Koldik (hatolik)	19,54	12	1,63	-	-

$G'_{05}$  mezoniga to'g'ri keladigan sonni B.A.Dospexov "Metodika polevogo opyta" Moskva "Kolos" 1973, adabiyoti, ilova 2-jadval, 307 betdan olinadi.

Tajriba hatoligi va eng kam ishonarli farq (EKIF) quyidagicha hisoblanadi:

$$S_x \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{1.63}{4}} = 0.64u;$$

$$S_x \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.63}{4}} = 0.90u;$$

$$EKIF_{05} = t_{05} s_d = 2.18 \times 0.90 = 1.96 \approx 2.0 \text{ ts/ga};$$

$$\mathcal{E}KIF_{05} = \frac{t_{05} s_d}{x} 100 = \frac{1.96}{45.6} 100 = 4.3\%.$$

## 2.6. Ko'p faktorli tajribalar ma'lumotlarini dispersion analiz qilish

Ko'p omilli (murakkab, kompleks) - bir omil har xil fonda (o'g'it turi, shakli, dozasi, qo'llash usuli va muddati, ishlov berish, ikki xil o'tmishdosh va shu kabilar). Bir yillik ekinlar bilan ko'p faktorli tajribalar natijalariga ishlov berish kuyidagi tartibda amalga oshiriladi:

Bir yillik ekinlar bilan ko'p omilli tajribalar natijalariga ishlov berish quyidagi tartibda amalga oshiriladi[58].

1. Yig'ib olingan hosil ma'lumotlari jadval shakliga keltiriladi va umumiy va o'rtacha hosil aniqlanadi.

2. Kvadratlar yig'indisi umumiy og'ish -  $S_u$ , qaytariqlar bo'yicha -  $S_r$ , variantlar bo'yicha -  $S_v$  va qoldik -  $S_z$  xuddi bir omilli tajriba natijalarini hisoblagandagidek hisoblanadi.

3. Variantlar bo'yicha og'ish-  $S_v$ , variantlarning bir-biriga o'zoro ta'siri hisoblab chiqiladi.

4. Dispersion tahlil jadvali tuziladi va farqlar  $G'$  -mezonlarida tekshiriladi.

Misol:  $3 \times 4$  ko'p omilli tajribada, birinchi omil g'o'zada sug'orish gradatsiyalari bo'yicha (sug'orilmagan-0, optimal-1 va yuqori-2 normalarda sug'orilgan), azotli o'g'itning 4 xil me'yorida (azotsiz-0, 60 kg/ga-1, 120 kg/ga-2, 240 kg/ga-3) o'rganilgan.

Echim:

1. Ko'p omilli dispersion analiz 3 omilli gradatsiya A-sug'orish, ( $1_A = 3$ ), 4 omilli gradatsiya V-o'g'it me'yorlari ( $1_V = 4$ ) va 4 ta qaytariqlar bo'yicha ( $n = 4$ ) quyidagi etaplarda ishlanadi.

Sug'orish va azotli o'g'it me'yorlarining chigit hosildorligiga ta'siri

4-jadval

Sug'orish, A	Azot me'yorlari, V	Qaytariqlar, X				V-yig'indi	O'rtacha
		I	II	III	IV		
0	0	19	20	15	15	69	17,3
	1	20	20	20	18	78	19,5
	2	18	20	18	18	74	18,5
	3	20	19	18	19	76	19,0
1	0	32	29	18	21	100	25,0
	1	40	39	33	34	146	36,5
	2	39	38	40	37	154	38,5
	3	44	42	40	39	165	41,3

2	0	30	31	21	17	99	24,8
	1	42	35	28	33	138	34,6
	2	38	38	36	35	147	36,8
	3	48	51	50	48	197	49,3
R-yig'indi		390	382	337	334	1443= $\sum X$	30,1= $\bar{x}$

2. Kvadratlar yig'indisining og'ishi quyidagicha aniqlanadi:

$$N = 1_A 1_B = n = 3 * 4 * 4 = 48;$$

$$C = (\sum X)^2 : N = (1443)^2 : 48 = 43380,2;$$

$$C_y = \sum X^2 - C = (19^2 + 20^2 + \dots + 48^2) - 43380,2 = 5494,8;$$

$$C_p = \sum P^2 : 1 - C = (390^2 + 382^2 + 337^2 + 334^2) : 3 * 4 - 43380,2 = 215,6;$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = (69^2 + 78^2 + 197^2) : 4 - 43380,2 = 5024,1;$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = 5494,8 - 215,6 - 5024,1 = 255,1.$$

4. Ko'p omilli dispersion tahlilning keyingi etapi A va V omillarning kvadratlar yig'indisi, A va V omillarning o'zaro ta'sirlari bo'yicha aniqlanadi. Buning uchun 3x4 jadval tuzilib, variantlar bo'yicha umumiy hosildorlik quyidagi ko'rinishda yoziladi va asosiy omillar (A va V)ning ta'sirlari hisoblanadi.

Asosiy omillarning o'zaro ta'sirini aniqlash

Sug'orish	Azot miqdori, V				Yig'indi A
	0	1	2	3	
0	69	78	74	76	297
1	100	146	154	165	565
2	99	138	147	197	581
Yig'indi V	268	362	375	438	1443 = $\sum X$

$$C_A = \sum A^2 1_B n - C = (297^2 + 565^2 + 581^2) : 4 * 4 - 43380,2 = 3182,0;$$

$$(1_A - 1) = (3 - 1) = 2 \text{ erkinliklar darajasida};$$

$$C_B = \sum B^2 : 1_A n - C = (268^2 + 362^2 + 375^2 + 438^2) : 3 * 4 - 43380,2 = 1231,2;$$

$$(1_V - 1) = (4 - 1) = 3 \text{ erkinliklar darajasida};$$

$$S_{AV} = S_V - S_A - S_B = 5024,1 - 3182,0 - 1231,2 = 610,9$$

$$(1_A - 1) (1_B - 1) = (3-1)(4- 1) = 6 \text{ erkinliklar darajasida.}$$

Dispersion tahlil jadvali tuziladi, omillarning ta'sirlari va o'zaro ta'sirlari  $G'$  - mezonlari bo'yicha aniqlanadi[59, 60].

Ko'p omilli 3x4 ko'rinishda o'tkazilgan tajribaning dispersion tahlil natijalari

Dispersiya	Kvadratlar yig'indisi	Erkinliklar darajasi	O'rtacha kvadrat	$G'_f$	$G'_{05}$
Umumiy	5494,8	47	-	-	-
Qaytariqpar	215,6	3	-	-	-
Sug'orish A	3182,0	2	1591,0	205,8	3,30

Azot V	1231,2	3	410.4	53.1	2.90
A va V ning o'zaro ta'siri	610,9	6	10.1.8	13.2	2.40
Qoldik (xatolik)	255,1	33	7.73	-	-

$G'_{05}$  mezoniga to'g'ri keladigan son A, V omillarning ta'siri yo va AV omillarning o'zaro ta'sirlari erkinliklar darajasidan va qoldik (xatolik) ning 33 erkinliklar darajasidan kelib chiqqan holda B.A.Dospexov "Metodika polevogo opyta" Moskva "Kolos" 1973, adabiyoti, ilova 2-jadval, 308 - betdan olinadi. Bizning misolimizda sug'orish samarasi, azotli o'g'it qo'llash va ularning o'zaro ta'siri 5 % li mezonda ( $G'_f > G'_{05}$ ) bo'ladi.

4. Har bir farqning ishonchliligini baholash:

$$S_x = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{7.73}{4}} = 1.39u;$$

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7.73}{4}} = 1.97u;$$

$$EKIF_{05} = t_{05} S_{05} = 2.0 \cdot 1.97 = 3.94ts.$$

5. Har bir omilning ta'siri va o'zaro ta'sirini EKIF bo'yicha aniqlash[60]. Bunda har bir omil qaytariqlarga  $p = 4$  hisoblanadi. Asosiy o'rtacha A omil  $p1v = 4 \times 4 = 16$  va asosiy o'rtacha V omil  $p1_A = 4 \times 3 = 12$  kuzatishlarga hisoblanadi. A omil uchun  $S_d$  va  $EKIF_{05}$  lar aniqlanadi.

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n1_B}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7.73}{4 \cdot 4}} = 0.98u;$$

$$EKIF_{05} = t_{05} S_d = 2.0 \times 0.98 = 1.96ts$$

V omil va A va V omillarning o'zaro ta'sirlari quyidagicha hisoblanadi:

$$S_d = \sqrt{\frac{2S^2}{n1_A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7.73}{4 \cdot 4}} = 1.13u;$$

$$EKIF_{05} = t_{05} S_d = 2.0 \times 1.13 = 2.26ts$$

Ohirida yakuniy jadval tayyorlanadi.

Sug'orish va azotli o'g'itlar me'yorlarining chigit hosildorligiga ta'siri

7-jadval

Sug'orish A	Azot me'yorlari				A omil bo'yicha o'rtacha ( $EKIF_{05} = 1,96$ )
	0	60	120	240	
Sug'orilmaganda	17,3	19,5	18,5	19,0	18,6
Optimal	25,0	36,5	38,5	41,3	35,3
Ortikcha	24,8	34,5	36,8	49,3	36,4
V omil bo'yicha o'rtacha ( $EKIF_{05} = 2,26$ )	22,4	30,2	31,2	36,5	30,1

Xususiy o'rtacha farqlarni taqqoslash uchun  $EKIF_{05} = 3,94$

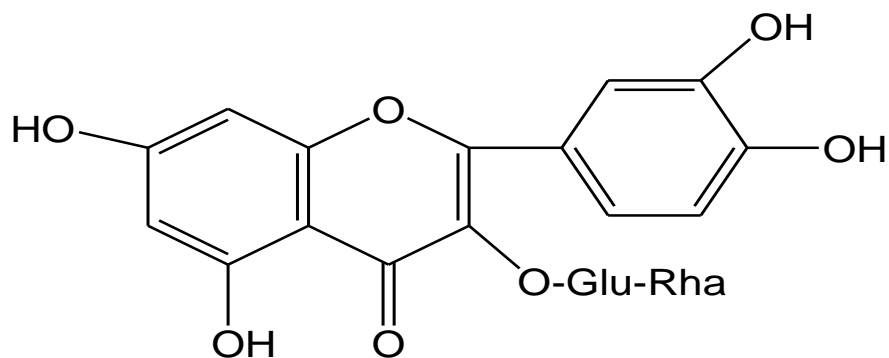
A omilning o'rtacha farqlarini hisoblash uchun  $EKIF_{05} = 1,96$

V omilning o'rtacha farqlarini hisoblash uchun  $EKIF_{05} = 2,26$

### III BOB. NATIJALAR TAXLILI

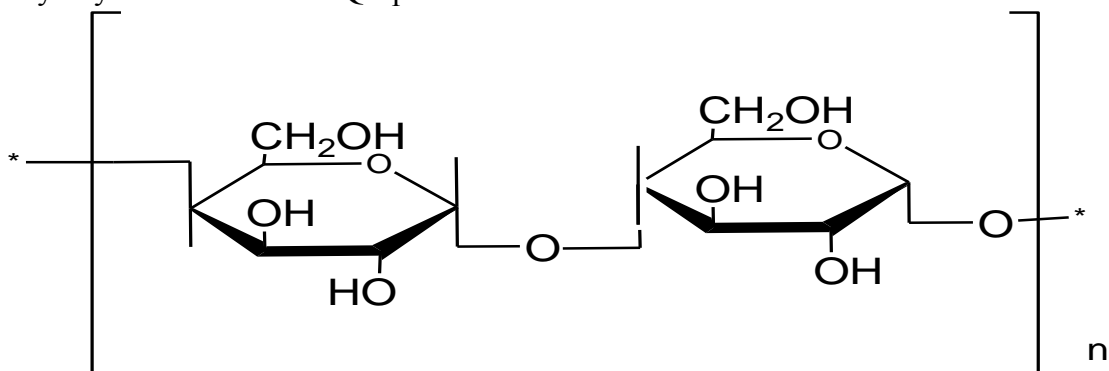
#### 3.1. Rutin va PVP asosida polmerkomplekslar sintezi

Rutin keng fiziologik ta'sir spektriga ega moda bo'lib quyidagi tuzilishga ega:



3.1- rasm. Rutin formulasi.

Rutinning tuzilishidan ko'rinib turibdiki, undagi fenol gidroksil guruxlari va 4-xolatdagi karbonil funktsional guruxi boshqa birikmalar bilan molekulararo boq qosil qilishi mumkin. Uni bioqulayligini oshirish, ya'ni rutinni biologik ob'ektga etib borishini ta'minlash shu asosida yaxshilash, shuningdek ta'sir qiluvchi moddani tabiiy va sintetik biopolimerlar bilan o'zaro ta'sirlashish qonuniyatlarini o'rganish uchun, rutinni kraxmal va dekstrin bilan polikomplekslari mexanokimyoviy usulda olindi va IQ-spektrlari taxlil etildi.



3.2- rasm. Kraxmal va dekstrin formulasi.

8-jadval

Tajriba nomeri	Tasir qilish vaqti, minut.	Energetik kuchlanish, g.	Moddalar nisbati, Rutin:PVP
1	10	20	1:3
2	30	20	1:3
3	10	60	1:3
4	30	60	1:3
5	30	60	1:1

6	30	20	1:1
7	10	60	1:1
8	10	20	1:1

Olingan ma'lumotlar bo'yicha polimerkompleks olish amalga oshirildi.

### 3.2. Mexanosintezlangan polimer komplekslarining eruvchanlik va ajralib chiqish dinamikasi.

12-jadvaldan ko'rinib turibdiki ushbu polimerkomplekslardan eritmaga rutin ajralib chiqishi spektrofotometriya SF-46 yordamida o'rganib borildi. O'tkazilgan tekshirishlar natijasida ajralib chiqqan rutin miqdori foizlarda quyidagi 2.26-jadvalda keltirilgan.

Rutin:PVP polimer komplekslarining eruvchanlik dinamikasi.

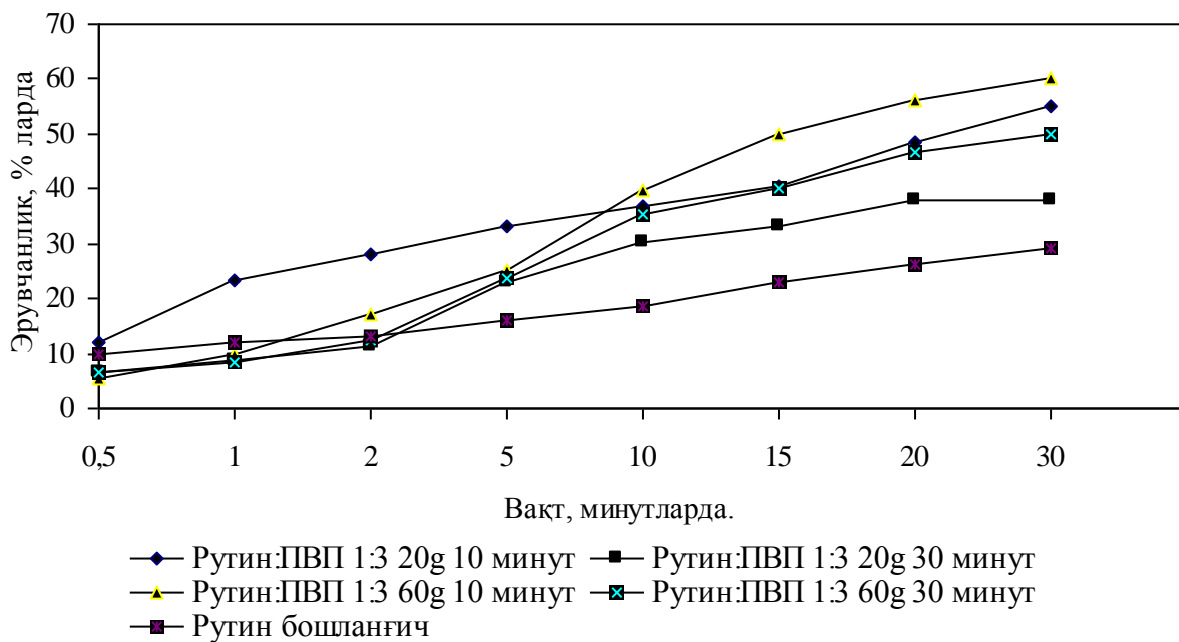
9-jadval

№	Polikomplekslar	0,5 min	1 min	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min
1	Rutin:PVP (1:3) mas.nis. 20g 10m	12,1	23,4	24,2	33,3	36,9	40,5	48,5	55,0
2	Rutin:PVP (1:3) mas.nis. 20g 30m	6,65	8,75	11,2	22,8	30,4	25,4	78,4	37,8
3	Rutin:PVP (1:3) mas.nis. 60g 10m	5,3	6,9	10,6	25,3	39,9	53,9	57,6	56,1
4	Rutin:PVP (1:3) mas.nis. 60g 30m	6,4	8,5	12,5	23,7	35,4	44,1	46,7	47,2
5	Rutin:PVP (1:1) mas.nis. 60g 30m	5,0	7,6	19,1	25,9	53,5	55,9	57,7	67,3
6	Rutin:PVP (1:1) mas.nis. 20g 30m	6,04	8,92	11,6	17,8	23,3	29,3	32,9	35,5
7	Rutin:PVP (1:1) mas.nis. 60g 10m	21,1	26,4	35,8	57,7	72,9	77,1	76,3	77,8
8	Rutin:PVP (1:1) mas.nis. 20g 10m	6,6	8,5	14,8	34,9	38,9	41,9	45,9	46,8
9	Rutin boshlang'ich	6,2	7,2	10,5	21,2	26,9	31,2	54,3	35,0

Polimer komplekslarning bunday yuqori eruvchanligini "entropiyaviy muzlagan eritmalar" xosil bo'lganligi bilan izoxlanadi, ya'ni PVP bilan qamrab olingan rutin kompleks xolida tezroq erib eritmaga chiqadi.

### Distillangan suvdagi eruvchanlik

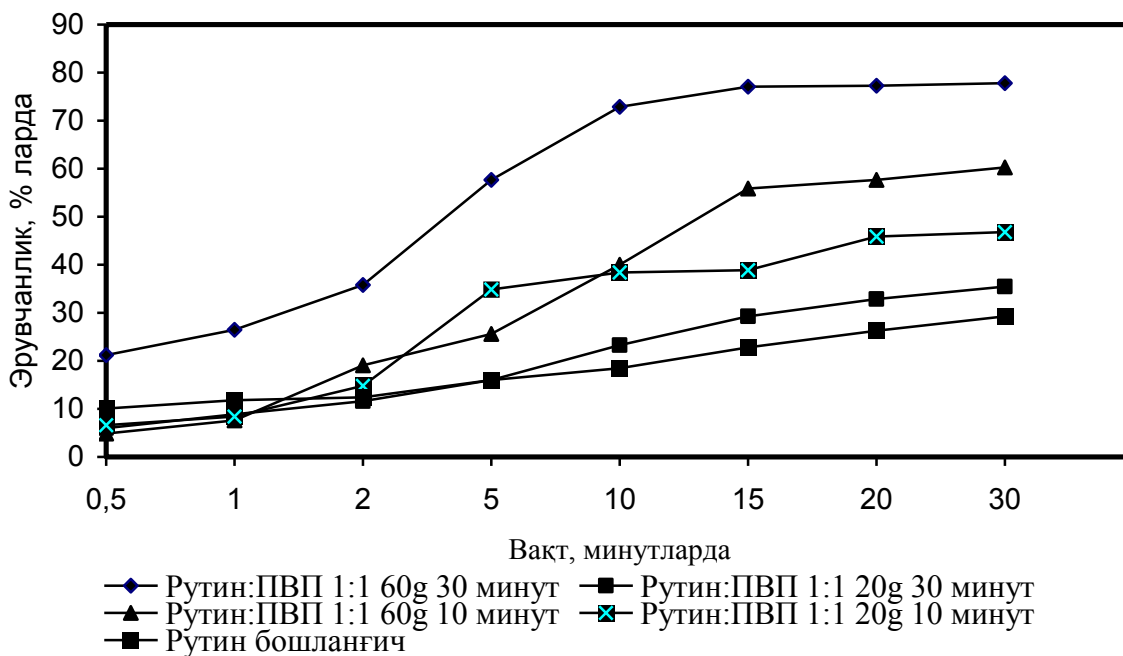
Рутин:ПВП 1:3 масса нисбатли комплексларнинг турли омиллар натижасида эрувчанлигини ўзгариши



.3- rasm.

3

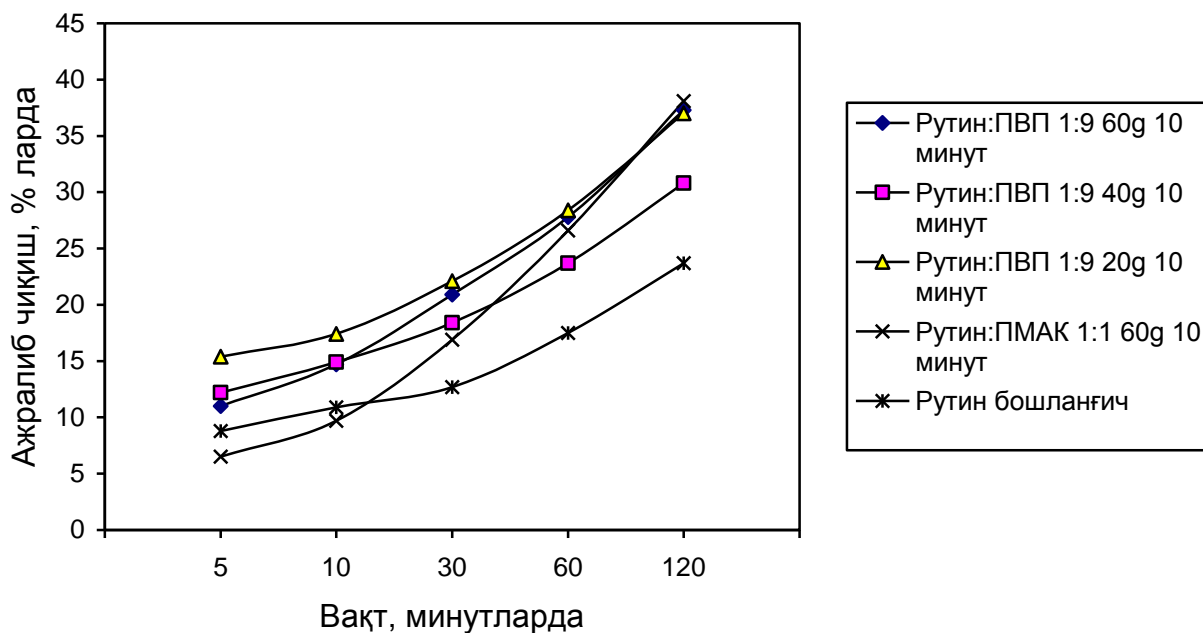
Рутин:ПВП 1:1 масса нисбатли комплексларнинг турли омиллар натижасида эрувчанлигини ўзгариши



3.4- rasm.

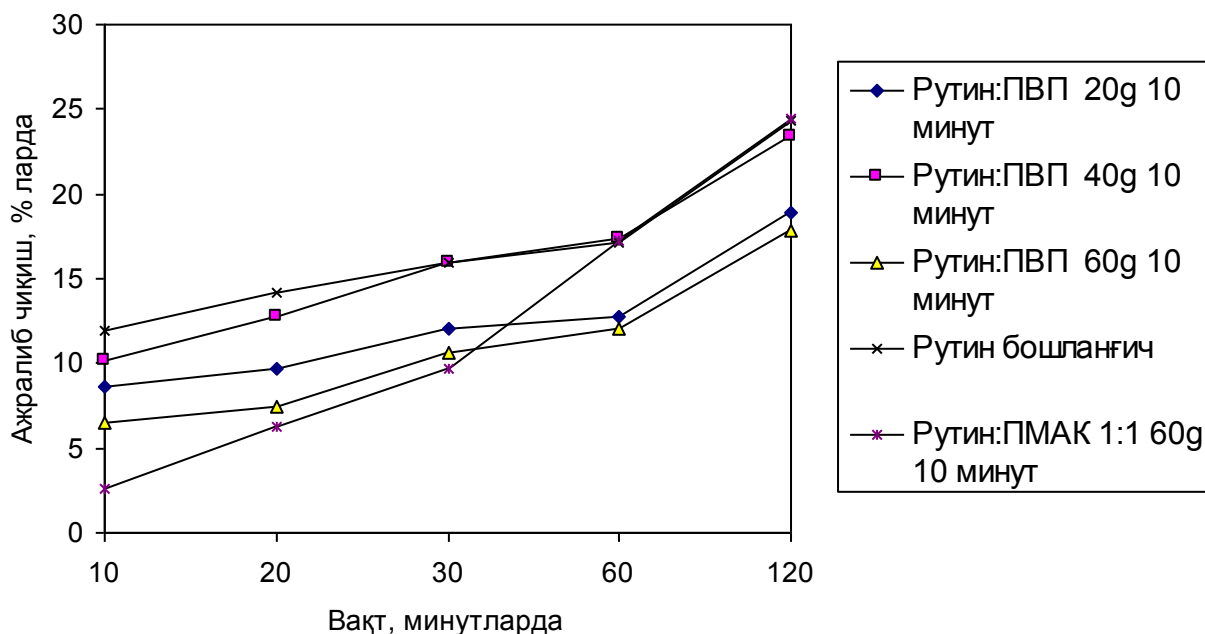
### Distillangan suvdagi dializ

### Комплексларнинг ажралиб чиқиш динамикаси



3.5- rasm.

### Комплексларнинг ажралиб чиқиш динамикаси



3.6- rasm.

### 3.3."Rutipol" preparatini olish texnologiyasini qulaylashtirish

Ma'lumki, dorivor moddalar bioqulayligi ularning eruvchanligi bilan o'lchanadi. Dorivor vositalarning, demakki bioqulayligini oshirishni istikbolli usullaridan biri dorivor moddani polimer tashuvchi bilan birgalikda mexanik ishlashdir. Yuqorida aytib o'tilganidek rutin (kvertsetin-3-ramnoglyukozid) R vitamini sifatida qiltomirlar o'tkazuvchanligini me'yorga

keltiradi, lekin suvda va oshqozon shirasida yomon eriydi. Shuning uchun biz ushbu ishimizda rutinni erish tezligiga polivinilpirrolidoni ta'sirini o'rgandik. Polimerkomplekslarni planetar-markazdan qochma maydalovchi mexanoreaktorida sintez qildik.

Rutin eruvchanligini oshirishni eng qulay sharoitini topish uchun tajribani matematik rejalashning Boks–Uilson usulidan foydalandik [246, 247].

Oldindan ma'lum axborotlar asosida jarayonga ta'sir etuvchi asosiy omillar sifatida quyidagilar tanlandi:

$X_1$  – tarkiblarni maydalash–faollash vaqti (minut),

$X_2$  – moddalarga ta'sir etuvchi kuch (g),

$X_3$  – maydalash uchun olingan tarkiblar miqdoriy nisbati – gr/gr.

Tajribaning omillar darajasi va o'zgartirish oraliqlari aniqlandi. quyidagi 10–jadvalda komplekslarning mexanik sinteziga ta'sir qiluvchi omillar va o'zgartirishlar berilgan.

10–jadval.

Polikomplekslar olinishiga ta'sir etuvchi omillar darajasi va o'zgartirishlar oralig'i

Omillar qo'rsatkichi	$X_1$ (minut)	$X_2$ (g)	$X_3$ (gr:gr)
Asosiyi daraja	7,5	40	1:2
O'zgartirishlar oralig'i	2,5	20	1:1
YUqori daraja	10	60	1:3
Quyii daraja	5	20	1:1

Qulaylashtirish ko'rsatkichi qilib spektrofotometr (SF–46) yordamida o'lchanadigan 0.1n HCL muxitida eritmaga chiqadigan polikompleks miqdorini oldik. Tajriba natijalari quyidagi 14–jadvalda ko'rsatilgan.

11–jadval

Rejalash matritsasi va tajribalar natijasi

№	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1 X_2$	$X_1 X_3$	$X_2 X_3$	$U_1$	$U_2$	$U_{o'rtacha}$
1	–	–	+	+	–	–	50,30	51,74	51,02
2	+	–	+	–	+	–	36,95	38,61	37,78
3	–	+	+	–	–	+	54,97	57,17	56,07
4	+	+	+	+	+	+	46,04	47,92	47,16
5	–	+	–	–	+	–	66,32	68,2	67,26
6	+	–	–	–	–	+	35,01	36,03	35,52
7	–	–	–	+	+	+	40,07	41,67	40,87
8	+	+	–	+	–	–	76,6	79,08	77,84

Olingan natijalar asosida jarayonning matematik modeli topildi. Bu jarayonning matematik modeli quyidagi regressiya tenglamasi bilan ifodalandi.

$$U=51.69-2.11X_1+10.39X_2-3.68X_3+2.53X_1X_2-3.42X_1X_3-6.78X_2X_3$$

Qulaylashtirish uchun  $2^{4-1}$  to'liq omilli tajribasi qo'llandi. Statistik taxlil natijalari ko'rsatishicha jarayonning matematik modeli mos va qamma qiymatlar aqamiyatlidir. Rutinni polivinilpirrolidon ishtirokida 60g energokuchlanishda mexanik ishlab olingan polikompleksining yuqori eruvchanligini o'ta to'yingan eritma, ya'ni "entropiyaviy muzlagan" eritma qosil bo'lganligi bilan izoxlanadi. Quyidagi 15–jadvalda statistik taxlil natijalari keltirilgan.

12–jadval

Statistik taxlil natijalari

$U_{o'rtacha}$	$U=U_{o'rt}-U_1$	E	2*E	$U_{xisoblangan}$	$U_{xis}-U_{o'rt}$	$(U_{xis}-U_{o'rt})^2$
51,02	0,72	0,52	1,04	52,47	1,45	2,10
37,78	0,83	0,69	1,38	36,33	-1,45	2,10

56,07	1,10	1,21	2,42	54,62	-1,45	2,10
47,16	0,76	0,58	1,16	48,61	1,45	2,10
67,26	0,94	0,88	1,77	68,70	1,44	2,07
35,52	0,51	0,26	0,52	36,98	1,46	2,13
40,87	0,80	0,64	1,28	39,42	-1,45	2,10
77,84	1,24	1,64	3,08	76,38	-1,46	2,13
51,69			12,65			16,83

Koxren kriteriyisi bo'yiicha dispers bir xilligini tekshirdik.

$$G_{\text{tajriba}} = S_{\text{max}}/S_i = 3.08/12.60 = 0.24$$

$$G_{\text{jadval}} = 0.68 > G_{\text{tajriba}} = 0.24$$

$$G_{\text{tajriba}} < G_{\text{jadval}}$$

Olingan malumotlar dispersiya darajasi bir xil ekanligini, yani tajribada topilgan qiyimat jadvaldagi qiyimatdan qichiq ekanligini qo'rsatdi. Ozodliq darajasi sonini quyidagi formula bo'yiicha xisobladik.

$$f = N - (k + 1) = 8 - (3 + 1) = 4$$

Dispersiyaning qayitarilish o'rtacha sonini xisobladik.

$$S\{U\} = S_i/N = 12.65/8 = 1.58$$

Dispersiyaning mosligi esa ushbu formula bilan xisoblandi.

$$S_{\text{ag}} = 2(U_{\text{xisoblangan}} - U_{\text{o'rtacha}})/f = 2 * 16.83/4 = 8.42$$

Tenglamaning mosligini Fisher kriteriyisi bo'yiicha tekshirildi.

$$F_{\text{tajriba}} = S_{\text{ag}}/S\{U\} = 8.42/1.58 = 5.33$$

$$F_{\text{jadval}} = 6.59 > F_{\text{tajriba}} = 5.33$$

$$F_{\text{tajriba}} < F_{\text{jadval}}$$

Tajribada topilgan qiyimatning jadvaldagi qiyimatdan qichiqligi ushbu model mos ekanligini qo'rsatadi.

Formula bo'yiicha ishonchlilik oralig'ini xisoblandi.

$$S\{b_i\} = S\{U\}/N = 1.58/8 = 0.198$$

$$S\{b_i\} = S\{b_i\} = 0.198 = 0.445 \quad t_{\text{jadval}} = 3.07$$

$$b_i = t_{\text{jadval}} * S\{b_i\} = 3.07 * 0.445 = 1.37$$

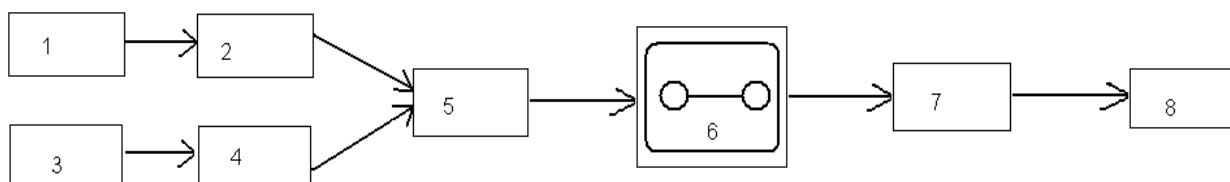
Ishonchlilik oralig'i bilan regressiya tenglamasi qiyimatlarini solishtirib quyidagi xo'losaga qelindi: qulayilash tirish qo'rsatqichiga omillar turlicha tasir qilar eqan. YUqoridagi model taxlili asosida polikompleks sintez bo'lishini qulayilash tiruvchi jarayon sharoitiga tasir etuvchi omillar aniqlandi. Bu omillar quyidagi ketma ketlikda tasir qilar ekanlar:

- tarqiblarga tasir etuvchi mexanik kuch – 60 g,
- tarqibdagi rutin: polivinilpirrolidon miqdor nisbati – 1:1,
- mayidalash–faollash vaqti – 10minut.

Qulayilash tirilgan tajriba sharoitida sintez qilingan polimerkompleksning eruvchanligini o'rganish shuni qo'rsatdiki, rutin bilan polivinilpirrolidonna birgaliqda mexanik ishlanganda uning eruvchanligini boshlang'ich rutindagi 35 % dan 78 % ga oshirish mumkin eqan [248, 249].

Izlanishlar natijasida P vitamin xususiyatga ega bo'lgan preparat «Rutipol»ni olishni prinsipial texnologiq sxemasi ishlab chiqildi. Sxema asosi shundan iboratqi, dorivor modda va polimer meyorlovchilar orqali aralash tirigichga oldindan aralash tirish uchun beriladi. Keyin aralashma mayidalovchi–faollovchiga mexanoreaktorga uzatiladi. Faollovchi mexanoreaktorda iqqi markazdan qochma kuch va Koriolis kuchining mexanik ishlanayotgan moddalar(rutin va polivinilpirrolidon)ga tasiri natijasida mayidalash yuzlab marta tezlashadi va moddalar mexanofaollashishi yuz beradi.

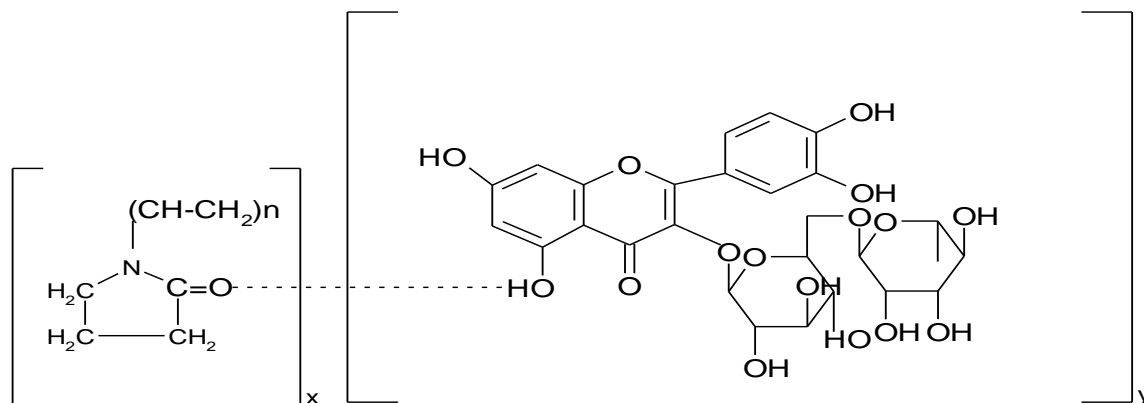
Moddalar mexanoqimyoyiyi tasirlashishi tufayili komplekslar xosil bo'ladi. Olingan maxsulotlar o'rtalatgichda qoliplash uchun yiig'iladi.



3.11- rasm. "Rutipol" preparati sintez qilishni prinsipial texnologik sxemasi.

1,3 –moddalar uchun bunkerlar, 2,4 – tarkiblar uchun meyorlovchilar, 5 – aralashtirgich, 6 – mayidalovchi–faollovchi reaktor, 7 – oʻrtalovchi, 8 – qoliplash.

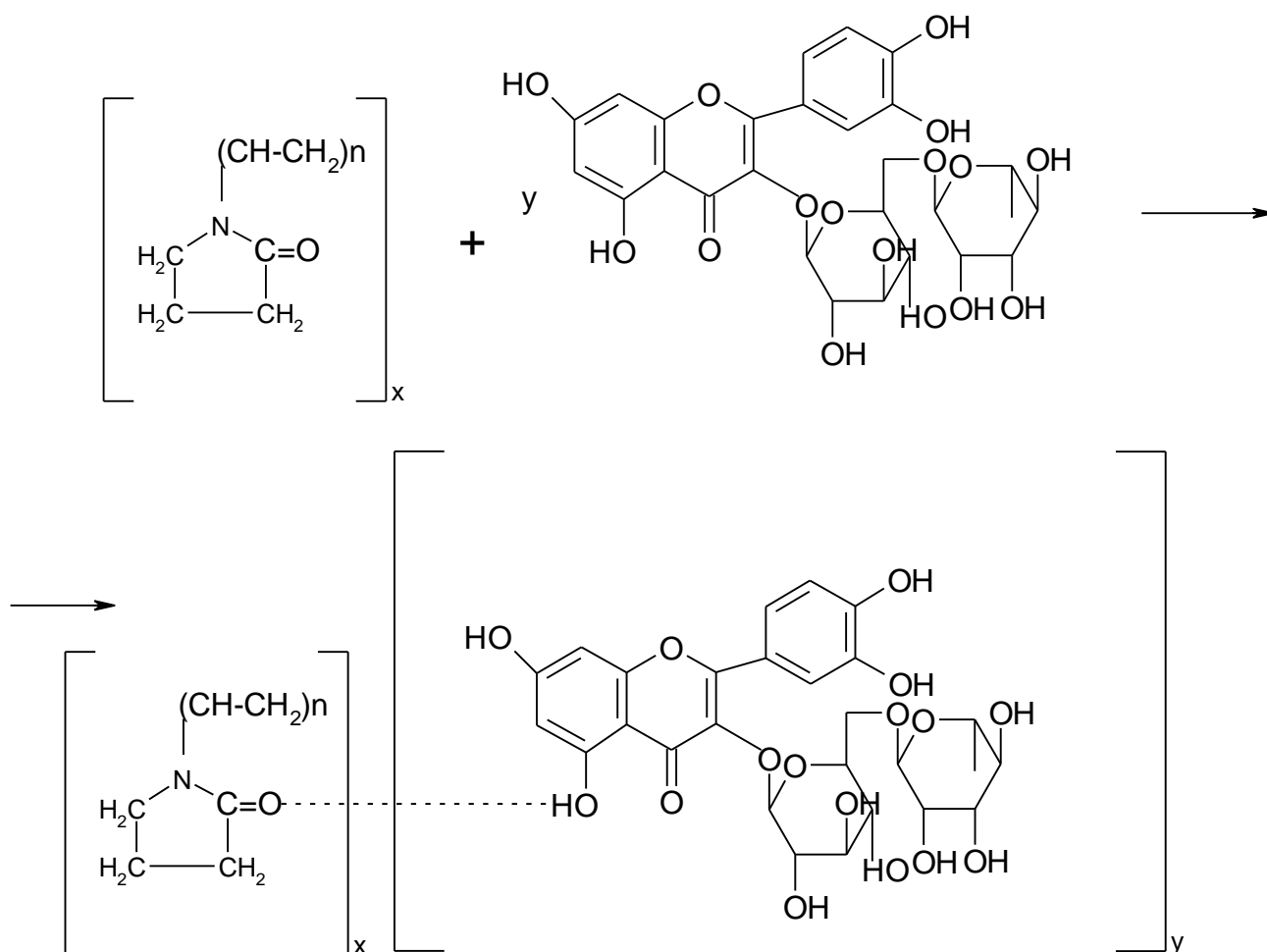
Strukturanya formula:



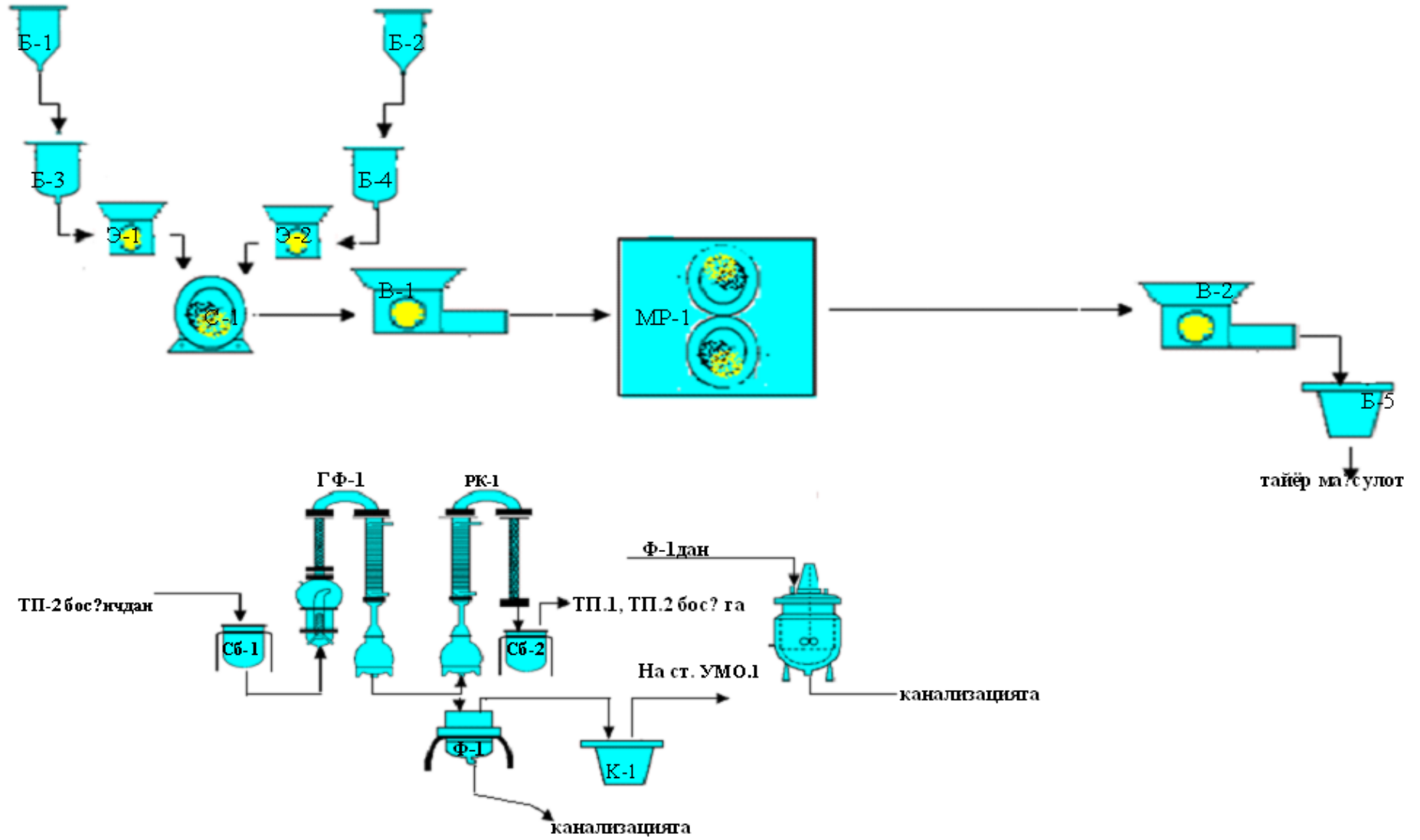
$(\text{C}_6\text{H}_9\text{NO})_n \cdot \text{C}_{27}\text{H}_{30}\text{O}_{16}$ ,  $n=70$ ;  $x/u=1:13$   $x=50 \pm 1$  mass%;  $y=50 \pm 1$  mass%

### 3.4. Rutipoll substansiyasini ishlab chiqish kimyoviy-tehnologik sxemasi

#### 1. Rutipol substansiyasini olish shemasi



3.12- rasm. Texnologik sxema.



## TAJIRIBA QISMI.

### 3. Dorivor modda xossalriga mexanik ishlash usuli tasiri.

Dorivor modda bilan polimerlar aralashmasini mexanik ishlash "Gefest" firmasining (Rossiya) "AGO-2U" planetar-markazdanqochma mayidalovchi-faollovchi reaktorida olib borildi. Mexanik ishlangan moddalarni fizik-kimyoviy tekshirishlar dispersion, termiq, rentgenofaz, IQ-, UF-, YAMR-speqtroskopiya usullari yordamida olib borildi.

#### 3.1. Mayidalangan namunalarning disperslik darajasini aniqlash.

Dispresliq darajasini "RETSCH" firmasining (Germaniya) lumozed" fotosedimentometri yordamida tekshirildi. "lumozed"ning taxlil qilish tuzilmasi gravimetrik sedimentasiya tamoyiillariga asoslangan bulib sedimentasion-fotometriq usullarga qiradi. Bu usulda zarrachalar donadorliq tarqibi va ularning dispers xolatda tarqalishi urganiladi. Taxlil etilayotgan kukun va sedimentasion suyuqlikka quyuidagi talablar qo'yiladi:

- a) kukun malum doimiyi va sedimentasion suyuqlikka nisbatan qattaroq zichlikka ega bulishi kerak,
- v) kukun sedimentasion suyuqliqda erimasligi, reaksiyaga kirishmasligi, bukmasligi va aglomeratlar xosil qilmasligi kerak,
- s) kukun suspenziyada shaffof bulmasligi kerak,
- d) sedimentasion suyuqliq shaffof bulishi kerak, malum bir zichlik va qovushqoqlikka ega bulishi kerak.

SHu talablarni xisobga olgan xolda biz sedimentasion suyuqlik sifatida distillangan suv va sirt aqtiv modda(emulsogen I-40 B) tanlab oldik. Namuna bularda yaxshi suspenziya xosil qiladi va aglomeratlar xosil qilmayidi.

0,1gr namunani 10ml 1% li sirt aqtiv modda eritmasida shisha tayoqcha bilan aralastirib suspenziya xosil qilamiz. Ultratovush asbobida 15-20 sekund davomida gabsizlantirib ulchash quyvetasiga quyamiz. Quyveta belgisigacha suv bilan tuldiramiz (130-140 sm) va bir xil massa bulguncha shtoq aralastirgich yordamida aralastiramiz. Keyiin "RETSCH" firmasida tuzilgan dastur buyiicha "Lumozed" asbobida suspenziyani taxlil qilamiz.

#### 3.2. 545 AQ-7 "Ayilanuvchi qajava " apparatida taxlil qilinayotgan dorivor modda namunalari eruvchanligini aniqlash.

Apparatni asosiyi qismi turli qavajadan iborat bulib teshiqlar diametri 0,25 mm. Massasi 0.01-0.05 gr ogirrigida tekshirilayotgan namuna filtr qogoz ustiga joyilastiriladi. Qajava erituvchi muxitida ( $V=900$  ml) 100 ayi/min tezliq bilan ayilanadi. 0.1n HCl eritmasini erituvchi sifatida tanlab olindi ( $pH=1.1$ ). Tekiriliyotgan namuna quruq qavajaga filtr qogoz ustiga joyilastirib idish tubiga 20 mm etqazmayi urnatiladi. Idish qopqogi yopilib xaraqatga qeltiliradi. Malum vaqt oraligida namuna eritma olinadi va "kuk lenta" filtrda filtrlanadi. Eritmadagi modda miqdori SF-46 speqtrfotometrda  $\lambda=257$  nm tulqin uzunliqda aniqlanadi.

#### 3.3. Muvozanat dializini o'tkazish.

Muvonazat dializi 37°S da yarim utqazgich membrana – sellyuloza bilan ajratilgan iqqi qamerali yacheyiqada utqazildi. Membrana eritma tarqibi bilan tasirlashmayidi. Membrana dorivor moddani tashilishini taminlab poliion va poliion bilan boglangan qarshi ionlarni utqazmayidi. Dializ jarayoni 2 soat davomida tekshirildi. Malum vaqtlar mobayinida dializatoridan namunalar olib dorivor moddaning miqdori SF-46 speqtrfotometr apparatida  $\lambda=257$  nm tulqin uzunliqda tekshirildi.

#### 3.4. Polimerlarning molekulyar massalarini viskozimetrik usulda aniqlash.

Visqozimetrik usul - polimerlarning, polimerkomplekslarni molekulyar massalarini keng soxada aniqlashga imqon beradigan qulayi ulchash usulidir. Bu bilvosita usul bulib molekulyar massani qovushqoqlikka bogliqliq doimiyiligini topishni talab qiladi [129].

Polivinilpirrolidonni rutin bilan mexanik ishlangan va mexanik ishlanmagan namunalari qovushqoqligini qonsentrsiyaga bogliqligi urganildi. Eritmalar xona xaroratida 0.1n HCl eritmasida namunalari eritib, 4 soat mobayinida saqlab tayierlandi. Polivinilpirrolidon eritmalarini qeltirilgan qovushqoqligi Ubellode visqozimetrida urganildi. Nisbiyi, solishtirma va qeltirilgan qovushqoqliq qattaliqlari quyidagi formulalar asosida xisoblandi:

$$h_{\text{nisb.}} = h_{\text{taj.}} / h_{\text{xis.}}$$

$$h_{\text{sol.}} = h_{\text{nis.}} - h_{\text{xis.}} / h_{\text{xis.}} = h_{\text{nis.}} - 1$$

$$h_{\text{kel.}} = h_{\text{sol.}} / c \quad h\text{-eritma qovushqoqligi.}$$

Ichqi qovushqoqliq molekulyar massa bilan quyidagicha boglangan:

$$h = K * M^a \quad K = 1.4 * 10^{-4} \quad a = 0.7$$

## **XULOSA**

1. Flavonoidlar va yuqori molekulyar birikmalarni tibbiyotda qo'llanishi o'rganildi.;
2. Tajribani matematik modellashtirish va qulaylashtirish usullari tahlil etildi.
3. Mexanosintezlangan polimer komplekslarining eruvchanlik va ajralib chiqish dinamikasi o'rganildi.
4. P vitamin faolligiga ega "Rutipol" preparatini olish texnologiyasi qulaylashtirildi.
5. "Rutipol" substansiyasini ishlab chiqish kimyoviy-tehnologik sxemasi tuzildi.

## Adabiyotlar

1. Karimov. I. A. “Barcha reja va dasturlarimiz vatanimiz taraqqiyotini yuksaltirish xalqimiz farovonligini oshirishga xizmat qiladi”, “Xalq so’zi” gazetasi, 2011 yil 22 yanvar.
2. Karimov. I. A. Jahon moliyaviy - iqtisodiy inqirozi, O’zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo’llari va choralari. – T, O’zbekiston, 2009. 56 bet.
3. Karimov. I. A. Mamlakatimizda demokratik islohotlarni yanada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatni rivojlantirish konsepsiyasi. – T, O’zbekiston, 2010. 56 bet
4. Karimov. I. A. O’zbekiston Respublikasi mustaqilligining 19 yilligiga bag’ishlangan tantanali marosimda so’zi, “O’zbekiston ovozi” gazetasi, 2010 yil 1 – sentabr.
5. Karimov I. A. Mamlakatimizni modernizatsiya qilish yo’lini izchil davom ettirish – taraqqiyotimizning muhim omilidir”, “Ishonch” gazetasi, 2010 yil 8 dekabr.
6. Холматов Х. Фармакогнозия. – Тошкент: Ўқитувчи, 1995. – 378 бет.
7. Миралимов М.М. Йиғинди препаратлар технологияси. Тошкент: Абу Али ибн Сино, 2001. 46-112 бетлар.
8. Teklemariam, T., Blake, T.J. Effects of UVB preconditioning on heat tolerance of cucumber (*Cucumis sativus* L.), *Environ. Exp. Bot.*, 50, 169, 2003.
9. Flavonoids: chemistry, biochemistry, and applications. Edited by Oyvind M. Andersen and Kenneth R. Markham. – New York: CRC Press, 2006. P. 274.
10. Balasubramanian, S., Govindasamy, S. Inhibitory effect of dietary flavonol quercetin on 7, 12-dimethylbenz[ $\alpha$ ]anthracene-induced hamster buccal pouch carcinogenesis. *Carcinogenesis*, 1996, 17. P. 877-879.
11. Khanduja, K. L., Gandhi, R. K., Pathania, V., Syal, N. 1999, Prevention of N-nitrosodiethylamine induced lung tumorigenesis by ellagic acid and quercetin in mice. *Food Chem Toxicol*, 37: P.313-318.
12. Jiang, R.-W. et al., A novel 1:1 complex of potassium mikanin-3-O-sulfate with methanol, *Chem. Pharm. Bull.*, 49, 2001. P.1166.
13. Г.Е.Жусупова, М.С.Ержонова, А.Д.Нагимова. Синтез биологически активных бромпроизводных кверцетина. - *Хим. Прир. Соед.* 1996. - №5, С.709-711.
14. Ф.Хошимов, Ш.Абдуллаев, Н.Рашидова, Ш.Мирдадаева, Ф.Матирова. Рутиннинг оксидирка кислотали ҳосилаларини синтез қилиш, ажратиш ва баъзи хоссаларини ўрганиш. НамДУ илмий ахборотлар тўплами, Наманган, 2001, 2-сон, 128-130 бетлар.
15. Набиев Л.Н., Тулаганов Р.Т., Абдуллаев Ш.У. Особенности действия поливинилпирролидона на функциональное состояние печени при остром токсическом гепатите в эксперименте. Халқаро Симпозиум. Полимерлар ҳақидаги фан XXI аср бўсағасида. 1999, Тошкент. 82-85 бетлар.
16. Худайвердиев М.А., Калининская Л.Л., Иброхимов Ф., Мирзимов К.Д. Лекарственные композиции пролонгированного действия на полимерной основе. Халқаро Симпозиум. Полимерлар ҳақидаги фан XXI аср бўсағасида. 1999, Тошкент, 64–65 бетлар.
17. Рашидова С.Ш., Воропаева Н.Л., Калантарова Т.Д., Никонович Г.В. Водорастворимые полимер-полимерные смеси: структура и свойства. Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Полимерлар ким. ва физ. инст. ташкил топганлигининг 20 йиллигига бағишланган илмий ишлар тўплами. Тошкент, 1999, 103–108 бетлар.
18. Болдырев В.В. Механохимическое модифицирование лекарственных препаратов. Материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием "Новые химические системы и процессы в медицине", Новосибирск, 21-22 декабря 2001 г., Новосибирск: СибУПК, 2002, 2002, С. 5-13.
19. Boldyrev V.V. Mechanochemical modification and synthesis of drugs. *Journal of Materials Science*, 2004, vol.39, P.5117-5120.

20. Душкин А.В., Толстикова Т.Г. Возможности механохимической технологии для создания лекарственных средств повышенной эффективности. Материалы Международной конференции "Фармация и общественное здоровье", Екатеринбург, 2008, С. 114-117.
21. Душкин А.В., Толстикова Т.Г. Механохимическая технология лекарственных средств повышенной эффективности. Доклады Международной конференции "Техническая химия: от теории к практики", Пермь, 2008, С. 176-180.
22. Ворсина И.А., Григорьева Т.Ф., Баринаова А.П., Ляхов Н.З. Механохимическое получение биологически активных пищевых добавок и лекарственных препаратов. Материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием "Новые химические системы и процессы в медицине", Новосибирск, 21-22 декабря 2001 г., Новосибирск: СибУПК, 2002, С. 188-196.
23. Душкин А.В., Карнатовская Л.М., Тимофеева Л.В., Чабуева Е.Н. Механохимический синтез и получение дисперсных систем фармацевтических препаратов. Материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием "Новые химические системы и процессы в медицине", Новосибирск, 21-22 декабря 2001 г., Новосибирск: СибУПК, 2002, С. 196-199.
24. Ворсина И.А., Григорьева Т.Ф., Баринаова А.П., Ляхов Н.З., Киселькова О.В. Наноконпозиты БАВ на основе природных полисахаридов для медицины. Материалы I Международной научной конференции "Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина". Минск, 2008, С. 654.
25. Ворсина И.А., Григорьева Т.Ф., Баринаова А.П., Ляхов Н.З. Механохимическое взаимодействие природных полимеров с биологически активными веществами. Всероссийская конференция по макромолекулярной химии. Улан-Удэ, 2008, С. 29.
26. Ф.Ф.Хошимов, Э.Ж. Маматвалиев. Шакарли сорго уруғини тахлил қилиш. Амир Темурнинг 660 йиллигига бағишланган ёш олим ва талабаларнинг 2–Республика конференцияси, Тошкент, 1996, 91бет.
27. В.И. Евсеенко, А.В. Душкин, К.В. Гайдуль. Механохимическое модификация цефалоспориновых антибиотиков. Химия и медицина, Орхимед 2009. Тезисы докл.VII всеобщ. конф. с мол. науч.школой, Уфа, Россия, 2009. С.115.
28. Патент. К.В. Гайдуль, А.В.Душкин,. Способ повышения антимикробных свойств цефалозин. антибиотиков. Заявка на пат. №200801886 (Евразийское пат. ведомство).
29. Е.С. Метелева, А.В. Душкин, Т.Г. Толстикова, М.В. Хвостов, М.П. Долгих, Н.Э. Поляков, В.А. Бабкин, Е.Н. Медведева, Н.А. Неверова. Механохимический синтез и свойства аддуктов полисахаридов и малорастворимых микрокристаллических веществ. Химия и медицина, Орхимед 2009. Тезисы докл.VII всеобщ. конф. с мол. науч.школой, Уфа, Россия, 2009. С.120.
30. Вураско А.В., Полухина А.М., Душкин А.В., Метелева Е.С. Механохимическая модификация растительных целлюлоз, выделенных из шелухи риса и гречихи. Доклады Международной конференции "Техническая химия: от теории к практики", Пермь, 8-12 сентября, 2008, С. 357-359.
31. Евсеенко В.И., Метелева Е.С., Душкин А.В., Неверова Н.А., Медведева Е.Н., Федорова Т.Е., Бабкин В.А. Механохимическая модификация природного полисахарида – арабиногалактана. Материалы Всероссийской конференции по макромолекулярной химии, Улан-Удэ, 13-17 августа 2008, С.47-49.
32. Метелева Е.С., Душкин А.В., Поляков Н.Э., Медведева Е.Н., Неверова Н.А., Бабкин В.А. Механохимическое получение водорастворимых комплексов арабиногалактана и лекарственных веществ. Материалы Всероссийской конференции по макромолекулярной химии, Улан-Удэ, 13-17 августа 2008, С.90-92.
33. Й.Тошматов, Ш.Абдуллаев, Ф.Хошимов, Х. Гаппоров. 10 лет кафедры общей химии Наманганского государственного университета. Научный вестник НамГУ, Наманган, 2002, 4-выпуск, С. 102-104.

34. М.Рахматова, Ш.Абдуллаев, Ф.Хошимов, Й.Тошматов. Экологик тоза маҳсулотларни ажратиш ва таҳлил қилиш услубларини ўқув жараёнида қўллаш. НамДУ илмий ахборотлар, Наманган, 2002, 2-сон, 79-81 бетлар.
35. Х.М.Шахидоятов, Ф.Ф.Хошимов, Ш.В.Абдуллаев, С.С.Халиков. Рутин асосида механосинтезланган полимер комплексларни хроматографик усулда ўрганиш. Кимё муаммолари. 6-Республика конференцияси, Наманган, 2009, бетлар.
36. Халиков С.С., Сагдуллоев Б.Т., Арипов Х.Н. Механохимическая фиксация эфирных масел на полимерах. Тезисы докладов конференции молодых ученых по химии и физике ВМС. Тошкент, 1996. С.290.
37. Khalikov S.S., Akhunov A.A., Nuriddinov Kh.R., Aripov Kh.N. The Fixation of Essential Oils on Polymers. Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Congress of Flavours, Fragrances and Essential Oils (ICEOFF'95). K.H.C.Baser (Editor). -Istanbul-Turkey, 1995. -V.3. P.171-173.
38. Кутлымуратов А.П., Халиков С.С., Кристаллович Э.Л., Ходжиев М.А., Мусаев У.Н., Арипов Х.Н. Антигельминтные бензимидазольные препараты на основе полимеров. Тезисы докладов конференции молодых ученых по химии и физике ВМС. Ташкент, 1996, С.255.
39. Кутлымуратов А.П., Халиков С.С., Кристаллович Э.Л., Арипов Х.Н. Технология нового поколения антигельминтных средств на основе бензимидазол-2-метилкарбамата механохимическим способом. I. Исследование механохимического взаимодействия бензимидазол-2-метилкарбамата полиметакриловой кислоты. Химия природ. соедин. 1997, Спец. выпуск. С.96-100.
40. Никонович Г.В., Бурханов Н.Д., Югай Т.М., Тургунов М.М., Халиков С.С., Муратов Т., Усманов Т.И., Тошпулатов Ю.Т. О механической активации микрокристаллической целлюлозы с лекарственными веществами. Научные труды международного симпозиума по механохимии. Ташкент, 1995, С.49.
41. Кутлымуратов А.П., Халиков С.С., Ходжиев М.А., Арипов Х.Н. Оптимизация механохимического взаимодействия бензимидазолов с пектинами. Научные труды международного симпозиума по механохимии. Ташкент, 1995. С.101.
42. С.С. Халиков. Механохимические аспекты технологии биологически активных веществ. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Ташкент, 1996.
43. Халиков С.С., Поминова Т.Ю., Авдеева А.В., Кулиев З.А., Арипов Х.Н. Механохимическое взаимодействие растительных проантоцианидинов с лекарственными веществами. Химия природ. соедин. 1995, №2, С.226-228.
44. Халиков С.С., Поминова Т.Ю., Маматханов А.У. Арипов Х.Н. Регулирование растворимости лекарственных веществ посредством механической обработки. Междунар. симпозиум по механохимии: Тез. докл. Ташкент, 1995, С.48.
45. Ф.Хошимов Н.Бегматов, А.Қозихонова. Рутин тутган полимер комплексларни хроматографик ўрганиш. Республика илмий-амалий конференцияси, НамПИ, Наманган, 2009, 281-282 бетлар.
46. Avvakumov E., M. Senna, N. Kosova. Soft Mechanochemical Synthesis: a Basis for New Chemical Technologies. - Boston, Kluwer Academic Publishers, 2001, P.200.
47. Аввакумов Е.Г. Опыт применения центробежной мельницы непрерывного действия для механической активации и механосинтеза. I Международная конференция "Наноструктурные материалы -2008: Беларусь-Россия-Украина", Минск, 22-25 апреля 2008, С.347.
48. Аввакумов Е.Г., Калинин А.М., Калинин Е.В. Опыт использования центробежной мельницы непрерывного действия для механической активации титанита. Химическая технология, 2008, № 11, С.35-38.
49. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука. 1971. – 282 с.
50. WWW-сервер Химического факультета АГУ <http://chimic.dcn-asu.ru/>
51. WWW-сервер Химического факультета МГУ <http://www/chem.msu.ru/>

52. Chemical Abstract Services <http://www.cas.com>
53. Chemconnect <http://www.chemconnect.com>
54. ChemNews <http://www.chemconnect.com>
55. ChemWeb <http://www.chemweb.com/>
56. <http://www.exponenta.ru>
57. <http://www.mathsoft.com>
58. <http://www.originlabs.com>
59. <http://www.elibrary.ru>
60. <http://www.sciencedirect.com>
61. <http://www.fips.ru>