

*Xoliqulov Anvar Nematovich – SamISI “Iqtisodiy tahlil va statistika” kafedrası
mudiri, i.f.n., professor*

Hozirgi paytda kimyoda ham matematikalashtirish darajasi ortib bormoqda. Masalan, kimyoviy kinetika sodda differentsial tenglamalarga, kimyoviy gidrodinamika xususiy xosilali tenglamalarga asoslanadi. Biologiyada ham matematikalashtirish darajasi ortmokda Buning isboti tariqasida XX asr boshlarida bajarilgan «*yirtqich-o'lja*» tizimini matematik modellashirish bo'yicha Volterning klassik ishiga e'tiborni qaratish etarli.

Biz iqtisod, tarix va boshqa ijtimoiy fanlarga ham matematik g'oyalarning tez suratlar bilan kirib kelishiga guvoh bo'lmoqdamiz. Mexanika va fizikani matematikalashtirishda to'plangan tajriba hamda matematikaning rivojlanish darajasi tufayli qolgan fanlarni matematikalashtirish jarayoni juda tez sodir bo'lmoqda. Kimyo va biologiyada matematikani qo'llash ko'proq ilgari ishlab chiqilgan matematik apparatga asoslanadi. Shuning uchun ushbu fanlarning matematikalashtirish jadalligi kimyo, biologiya fanlarining rivojlanish darajasiga bog'liq.

Tajribaviy va nazariy tadqiqotlarni rivojlantirmasdan turib matematik usullarning o'zigagina tayanib bo'lmaydi. Matematik usullarni samarali qo'llash uchun, avvalo, o'rganilayotgan jarayon yoki hodisani chuqur anglash, amaliy sohadagi mutaxassis va matematik bo'lish talab etiladi.

Tabiatning umumiyligi turli xil fizik, kimyoviy, biologik jarayonlarni ta'riflash uchun bir xil matematik modellarni qo'llashda namoyon bo'ladi. Matematik modellar sonining cheklilik hususiyati ularning abstraktililigini ko'rsatadi. Bitta matematik ifoda (tushuncha) har xil jarayon, tavsiflarni ta'riflashi mumkin. Masalan Laplas tenglamasi gidrodinamikadagi siqilmaydigan suyuqlik harakatini, zaryadlanmagan jismlar tashqarisidagi elektrostatik maydonni, stasionar issiqlik maydonini, qayishqoklik nazariyasida membrananing egilishini ta'riflaydi. A.Puankrening qayd etishicha, «Matematika – har xil narsalarga bir xil nom qo'yish sa'natidir». Xususan, bu aniq bir hodisa yoki jarayonni o'rganishda boshqa bir hodisa yoki jarayonni o'rganish paytida olingan natijalarni qo'llashga imkon beradi. Matematik modellarning bunday umumiyligida matematika usullarining birlashgan ahamiyati namoyon bo'ladi.

Ilmiy bilimlarni matematikalashtirishda hodisaning aniq tabiatidan chetlashish, ideallashtirish va uning matematik shaklini ajratib ko'rsatish bosqichi mavjud,

(matematik model quriladi). Aynan matematik modelning abstraktligi uning aniq hodisa yoki jarayonga nisbatan qo'llanilishida ma'lum bir qiyinchiliklar tug'diradi. Hozirda, to'plangan tajriba tufayli turli fanlardagi ideallashtirish, chetlashish jarayoni nisbatan tinchroq va tezroq o'tadi.

Matematikallashtirishning ikkinchi bosqichi matematik modellarni abstrakt ob'ektlar sifatida o'rganishdir. Ushbu maqsadda matematikaning yaratilgan va maxsus qurilgan vositalari qo'llniladi. Hozirgi paytda matematik modellarni o'rganish uchun hisoblash vositalari - kompyuterlar va sonli usullar katta imkon yaratib beradi.

Matematikani amaliy tadqiqotlarda qo'llashda uchinchi bosqich interpretastiya-matematik chetlashishlarga aniq bir amaliy mazmun kiritish bilan tavsiflanadi. Amaliy matematik modellashtirish bo'yicha mutaxassis amaliy sohadagi mutaxassislar bilan yuzma-yuz ishlash paytida matematik chetlashishlar ortida har doim aniq bir amaliy mazmunni ko'radi.

Matematik modellar sof matematik an'analari buyicha o'rganilishi mumkin. Bunday holatda matematik modeller amaliy mazmun bilan hech qanday aloqasiz, matematikada qabul qilingan qat'iylik darajasi buyicha o'rganiladi. Bu esa ularga mukammallik va zaruriy umumiylikni ta'minlaydi. Bu yerda yirik matematiklar - D.Gilbert, A.M.Lyapunov va boshkalarning fikriga yondoshish o'rinli. Mazkur nuqtai nazar quyidagiga olib keladi.

Amaliy muammoni matematik jihatdan sharhlab bo'lgach sof matematika darajasida ko'rib chiqish kerak. Matematik modellarni bevosita o'rganish matematikaning rivojlanishiga eng katta turtki hisoblanadi.

Matematik modellashtirishning evristik ahamiyati shunda namoyon bo'ladiki, unda natural tajriba o'rniga matematik tajriba o'tkaziladi. O'rganilayotgan ob'ektga u yoki bu ta'sirni o'rganish o'rniga matematik model parametrik jihatdan o'rganiladi. Echimning u yoki bu parametrga bog'liqligi aniqlanadi. Bunday tajriba naturaviylikni to'ldirib, hodisa yoki jarayonni chuqurroq o'rganishga imkoniyat beradi.

Elektron hisoblash mashinalarining paydo bo'lishi, hisoblash matematikasining tez sur'atlar bilan rivojlanishi, hisoblash texnikasining turmushimizda keng qo'llanilishi matematik modellashtirish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi.

Kompyuterlar va hisoblash vositalari ilgarilari o'rganish imkoniyati bo'lmagan masalalarni ma'lum bir aniqlikda va deyarli kam vaqt ichida echishga, yirik ilmiy-texnik loyihalarni ishlab chiqishga imkon berdi.

Kosmik kemalarni uchirishda va boshqarishda, foydali qazilmalarni seysmik tekshirish natijasida to'plangan ma'lumotlarni qayta ishlashda kompyuterlardan foydalanish, samolyotning haqiqiy konfigurastiyasi aerodinamikasini sonli modellashtirishni bunga misol bo'la oladi. Sof matematikada isbotlovchi

hisoblashlarni kompyuterda bajarish, to'rtta bo'yoqqa doir mashhur muammoda ham kompyuterlar o'zining o'rnini topdi.

Amaliy muammolarni nazariy o'rganish holda hisoblash vositalaridan keng foydalanishga asoslangan yangi ilmiy sohalar, yo'nalishlar tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Bu borada, avvalo, hisoblash fizikasini, hisoblash gidrodinamikasini, hisoblash geometriyasini, hisoblash algebrasini, hisoblash issiqlik fizikasini qayd etib o'tamiz.

Matematik modellarni o'rganish deganda, avvalo, matematik modellarni sifatli o'rganish hamda aniq yoki taqribiy echimni olish nazarda tutiladi. Kompyuter nafaqat taqribiy echimlarni sonli usullarda olishga, balki matematik modellarni sifatli o'rganishga imkon beradi.

Sifatli tadqiqot masalani o'lchamli tahlil etishdan boshlanadi. Masalani o'lchovsiz ko'rinishga keltirish uning aniqlovchi o'zgaruvchilari sonini qisqartirishga imkon beradi. Kichik yoki katta o'lchovsiz parametrlarni ajratish bir qator holatlarda joriy matematik modellarni sezilarli darajada soddalashtirishga, uni echishning sonli usullarini ishlab chikarishda masalaning xususiyatlarini hisobga olishga imkonini yaratadi.

Matematik modelning o'zi ancha murakkab, chiziqli bo'lmasligi mumkin. Buning natijasida uni amaliy matematikaning an'anaviy usullari yordamida sifatli o'rganib bo'lmaydi. Aynan shuning uchun ko'p hollarda anchagina sodda, lekin joriy matematik modelga nisbatan mazmunliroq masalada sifatli tadqiqot o'tkaziladi. Bunday hollarda asosiy modelning soddalashtirilgan masalalari (model uchun model) to'g'risida so'z yuritish lozim.

Matematik modellarni sifatli o'rganishda korrektlik muammolariga katta e'tibor qaratiladi. Avvalo, echimning mavjudlilik masalasi ko'riladi. Unga mos bo'lgan qat'iy natijalar (mavjudlilik teoremasi) matematik modelning korrektligiga kafolat beradi. Bundan tashqari mavjudlilik teoremlarining konstruktivlik isbotlari qo'yilgan masalani taqribiy echish usullariga asos qilib olinishi mumkin.

Amaliy matematik modelashtirishda kiruvchi ma'lumotlarning nisbatan kichik chetlanishlarida echimning turg'unlik masalasi muhim ahamiyat kasb etadi. Tug'unmaslik (kichik chetlanishlarda echimning cheksiz ortib ketishi) teskari masalalar uchun xarakterli bo'lib, taqribiy echimni olishda hisobga olinishi kerak.

Echimning ko'pligi, yagona emasligi chiziqli bo'lmagan matematik modellar uchun xos bo'lishi mumkin. Matematik modellarni sifatli o'rganishda tarmoqlanish nuqtalari, echimlarning bifurkatsiyasi, zaruriy echimning ajratib ko'rsatilish masalalari o'rganiladi.

Matematik modellarning har xil turlari uchun sifatli o'rganish usullari bir xil to'liqlikda ishlab chiqilmagan. Sifatli usullar eng katta natijalarni keltirgan modellar ichida sodda differentsial tenglamalarni qayd etib o'tamiz Xususiy hosilali tenglamalar nazariyasida sifatli usullar qo'llaniladi, lekin unchalik katta darajada emas. Misol sifatida xususiy hosilali tenglamalarga asoslangan matematik modellarni sifatli o'rganishga imkon beruvchi ikkinchi tartibli parabolik hamda elleptik tenglamalarning maksimum tamoyilini qayd etib o'tish mumkin.

Aniq yoki taqribiy echim analitik hamda sonli usullar bilan topiladi. Bunga aloqador ravishda analitik usullarning klassik misollari orasida o'zgaruvchilarni bo'lish, matematik fizikaning chiziqli masalalarini integral almashtirish usullarini ajratib ko'rsatamiz.

Chiziqli bo'lmagan matematik modellar uchun chiziqilashtirish usullari, chetlanish usullarining har xil variantlari muhim ahamiyat kasb etadi. Chetlashishlar nazariyasi ajratilgan kichik parametr bo'yicha asimptotik yoyishlarga asoslanadi. Bu usullarga, ularning cheklanganligiga qaramay, singulyar chetlashish masalalarini ko'rib chiqishga alohida e'tibor qaratiladi.

Chiziqli bo'lmagan echimning sifatli hatti - harakati ma'lum bir hususiy echimlar bilan almashtirilishi mumkin. Chiziqli bo'lmagan masalalarning xususiy echimlarini qidirish avtomodelli o'zgaruvchilardan foydalanishga, matematik model zahirida yotgan tenglamalarni guruhli tahlil etish natijalariga asoslanadi.

Murakkab, ko'p parametrli modellar kompyuterda sonli usullar bilan o'rganilishi mumkin. Analitik echimdan farqli o'laroq (u echimning masalaning u yoki bu shartiga parametrli bog'liqligini ko'rsatadi), sonli usulda u yoki bu parametr o'zgargan paytda masalani ko'p marta echishga to'g'ri keladi. Lekin sonli echim analitik echimi bo'lmagan masalalar uchun ham olinishi mumkin.

Endilikda matematik modellash-tirishda kompyuterlarni qo'llashning asosiy tafsilotiga o'tamiz. Biz masalaning taqribiy echimini olishda hisoblash vositalaridan foydalanishga e'tibor qaratamiz. Matematik modellarni sifatli o'rganish bosqichida, modeli masalalarning analitik echimini topishda kompyuterlardan foydalanish imkoniyatlarini ham qayd etib o'tish mumkin. Avtomodelli o'zgaruvchini ajratishda hususiy xosilali tenglamalarga oid joriy masala, misol uchun sodda differentsial tenglamaga keltiriladi, o'lcham pasaytiriladi. Tenglamaning umumiy echimi zamonaviy matematik paketlarda tasvirlangan kompyuterdagi analitik hisoblash tizimlaridan foydalanish asosida topiladi.

Matematik modellashtirishda kompyuterlarni qo'llash bo'yicha kamida ikkita bosqich, ikkita darajani ajratib ko'rsatish mumkin. Birinchisi, nisbatan sodda matematik modellarni o'rganish bilan tavsiflanadi. Kompyuterlarni qo'llashning ushbu

bosqichida hisoblash vositalari amaliy matematikaning boshqa usulari bilan bir qatorda ishlatiladi.

Matematik modellashtirishda kompyuterlarni qo'llashning ajratib ko'rsatilgan bosqichi «*buyurtmachi (nazariyotchi) - bajaruvchi(amaliy matematika)*» shartli zanjiri bilan izohlanadi. Buyurtmachi masalani qo'yadi, natijalarni tahlil qiladi, bajaruvchi esa kompyuterlarni qo'llagan holda masalaning echimini ta'minlaydi. Bu holatda ma'lum bir sondagi kiruvchi ma'lumotli aniq bir masalani anchagina tor) echish to'g'risida so'z yuritiladi.

Amaliy matematik modellashtirishda kompyuterlarni qo'llashning ushbu bosqichi uchun R.Xemmingning «Hisoblash maqsadi son emas, anglashdir» shiori xarakterlidir. U ko'proq sifatli tahlilni qadrlaydigan buyurtmachi-nazariyotchining ishlash an'analarini aks ettiradi. Ilmiy tadqiqotlar va ishlab chiqarishning zamonaviy bosqichi uchun anglashning o'zi kamlik qiladi. Tajriba haqiqiy tarkibga chiqishi uchun aniq sonli bog'liqliklar va tavsiflar talab etiladi.

Kompyuterlarni qo'llashning ikkinchi bosqichi murakkab chiziqli bo'lmagan modellarni o'rganish bilan xarakterlanadi. Bunday sharoitlarda hisoblash vositalari asosiy, mutloq ustivor bo'lib qoladi. Amaliy matematik modellashtirishning an'anaviy usullari yordamchi, xizmat ko'rsatuvchi rolni bajaradi (juda ham soddalashgan ko'rinishdagi model masalalar, hisoblash algoritmlarini sinovdan o'tkazish kabi masalani sifatli o'rganish).

Murakkab matematik masalalarni sonli usullar hamda kompyuter yordamida o'rganish imkoniyati ilmiy tadqiqotlar metodologiyasini yangi nuqtai nazardan o'rganishga imkon beradi. Tezkor kompyuterlar yuqori samarali hisoblash algoritmlari, zamonaviy dasturiy ta'minot hozirgi vaqtda nazariy hamda amaliy tadqiqotlarni o'z ichiga olgan hisoblash tajribasining umumiy texnologiyasi doirasida ilmiy tadqiqotlarni tashkil etish imkonini beradi.

Amaliyotchi o'zining tadqiqoti bo'yicha umumiy sxemasida o'rganilayotgan ob'ektga ta'sir o'tkazadi, ushbu ta'sir natijalari to'g'risida ma'lumot oladi va uni qayta ishlaydi. Bu ma'lumotlar o'lchovning tasodifiy xatoliklari bilan cheklangan. Shu bois tajribaviy ma'lumotlarni birinchi marta qayta ishlashda asosiy matematik apparat ehtimollar nazariyasi hamda matematik statistikaga asoslanadi. Tajribaviy tadqiqotlar tajriba paytida olingan ma'lumotlarni saqlashga va qayta ishlashga imkon beruvchi o'lchov-hisoblash komplekslari yordamida o'tkaziladi.

Har bir amaliy tadqiqotda sinov ma'lumotlari statistik jihatdan qayta ishlanadi. Alohida omillarning ta'sirini sonli baholash tajribaviy ma'lumotlarni u yoki bu aniqlikda interpolystiyalaydigan emperik bog'liklarni qurishda bilinadi. Bunday holda mazmunli matematik modellar umuman bo'lmagan approksimastiyali matematik

modellardan foydalanish to'g'risida gapirish mumkin. U yoki bu masalani echish uchun o'tkaziladigan tajribalar soni va sharti tajribani rejalashtirish bosqichida tanlanadi. Bu yerda muqobil tajriba matematik nazariyasi, tajribani rejalashtirish nazariyasining natijalari jalb qilinadi

Tajribaviy tadqiqotlarning zamonaviy rivojlanish bosqichi mukammal uskunalarning keng qamrovda qo'llanilishi bilan izohlanadi. Uskunalarining o'zi o'rganilayotgan hodisa yoki jarayonga chetlanishlar kiritadi. Bunday xatoliklardan qutilish uchun uskunaning matematik modeli quriladi.

Tajribalarni o'tkazish paytida ikkita mutlaqo turli holatni nazarda tutish kerak. Ulardan birinchisi o'rganilayotgan hodisa yoki ob'ekt uchun nazariy ta'rif, matematik model yo'q bo'lib, keyinchalik matematik ta'rif berish maqsadida tajribaviy materialni to'plash masalasining qo'yilishi bilan bog'liq. Bu holda matematik usullar ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash, xususan emperik bog'liqliklarni o'rnatish uchun qo'llaniladi.

Approksimastiyali matematik modellarni qurishda emperik formulalarning parametrlarini aniqlash, formulaning o'zini moslashtirish holati tabiiydir. Tajribaviy ma'lumotlar to'plamidan approksimastiyali modellarning parametrlarini shunday tanlash kerakki, natijada tajribaviy ma'lumotlar katta aniqlikda ta'riflanishi mumkin bo'lsin. Bunda biz minimallashtirish masalalarini taqribiy echish zaruriyatiga duch kelamiz.

Tajribalarning ikkinchi sinfi o'rganilayotgan ob'ektning nazariy ta'rifi berilgan sharoitda o'tkaziladi. Matematik model tarkibining aniq va modelning parametrlarini aniqlash masalasi qo'yiladi. Naturali tajribaning o'zi ob'ektning u yoki bu hususiyatini aniqlashga, ob'ektning matematik modeliga aniqlik kiritishga qaratilgan.

Bunday tadqiqotlarning tajribaviy ma'lumotlarini qayta ishlashda ko'pincha teskari masalalar bilan ish tutishga to'g'ri keladi. Bunday masalalar klassik nuqtai nazardan to'liq bo'lmasligi, shuning uchun sonli tadqiqotni o'tkazish uchun qiyin bo'lishi mumkin. Tajribaviy tadqiqotlarning ma'lumotlarini qayta ishlash va interpostiyalash bosqichida matematik modellarning turli xil sinflarini o'zida mujassamlashtirgan hisoblash vositalari keng qamrovda qo'llanilmoqda.

Hisoblash tajribasida nazariy va tajribaviy tadqiqotlarning avtonomik darajasi yuqori. Fundamental modellar aniq, tekshirilgan sharoitda nazariy hamda tajribaviy tadqiqotlarning mustahkam koordinastiyalashuvi va aloqasiga oid masalasi qo'yilishi mumkin

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. «O'zbekiston — 2030»

strategiyasi to'g'risida. –Toshkent. 12.09.2023 yil.

2. Sh.M. Mirziyoev. Tanqidiy taxlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik-xar bir raxbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. -Toshkent: O'zbekiston, 2022. -104 b.
3. Pardayev M, Xasanov B., Ispoilov J., Pulatov M., Eshboyev O', Xoliqulov A.N. Moliyaviy va boshqaruv tahlili. O'quv-qo'llanma, T.: CHo'lpon, 2012, 400 bet.
4. Pardayev M.Q., Pardayev O. Xoliqulov A.N., Babanazarova S.A. Raqobatbardoshlikni mustahkamlashda klaster va sinergetik samaradoklik tahlili. O'quv-qo'llanma, Samarqand.: Fan bulog'i nashriyoti uyi, 2022, 256 bet
5. Pardaev M.Q., Xoliqulov A.N., Yahyoyev T.I. Boshqaruv tahlili. O'quv-qo'llanma, Samarqand.: Fan bulog'i nashriyoti uyi, 2022, 256 bet.
6. Xoliqulov A.N., Usmanova D.Q., Raximov X.A. Korxonalarni raqobatbardoshligini baholash. O'quv qo'llanma. Samarqand.: "Turon nashr" nashriyoti, 2021. – 212-bet.
7. Xoliqulov A.N., Babanazarova S.A., Yaxyoyev T.I. Risklar tahlili. O'quv qo'llanma Samarqand.: "STEP-SEL" MCHJ. Nashriyoti, 2025, 237 bet.
8. Xoliqulov A.N., Ibodov K.B. Monopoliyaga qarshi boshqaruv nazariyasi. Darslik, Samarqand.: Fan bulog'i nashriyoti uyi, 2024, 360 bet
9. Xoliqulov A.N. Iqtisodiy tahlil va audit. O'quv qo'llanma Samarqand.: Fan bulog'i nashriyoti uyi, 2023, 209 bet
10. Xoliqulov A.N. Iste'mol bozorida monopoliyaga qarshi boshqaruv tizimini takomillashtirish mexanizmlari. Monografiya. Samarqand iqtisodiyot va servis instituti – Samarqand.: "STEP-SEL" MCHJ. Nashriyoti, 2025 - 190 bet