

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI ALOQA, AXBOROTLASHTIRISH
VA TELEKOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARI DAVLAT
KO`MITASI**

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
NUKUS FILIALI**

Axborot texnologiyalari kafedrası

**Komp`yuter injiniringi fakul`tetining
Informatika va axborot texnologiyalari yo`nalishining
talabasi Tajibaev G`abitjanning**

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

***Mavzusi:* “Sonli differentsiallash va differentsial hisoblash uchun amaliy
dasturlar yaratish”**

Ilmiy rahbar: _____ «O`zbekiston pochta»OAJ
Qoraqalpog`iston filiali
direktorining o`rinbosari
Kuандыков К.
_____ **ass. Besinbaev J.**

Kafedra mudiri: _____ **t.f.n.Arzimbetov T.Z.**

NUKUS- 2014

Mundarija

Kirish.....	3
I BOB. SONLI DIFFERENSIALLASH. ODDIY DIFFERENSIAL TENGLAMALARNI TAQRIBIY ECHISH USULLARI	
1.1. Matematik modellashtirishning asosiy tushunchalari. Sonli usullarga qo'yiladigan talablar.....	7
1.2. Sonli differentsiallashtirish. Umumiy mulohazalar.....	19
1.3. Koshi masalasi.....	21
1.4. Ketma-ket yaqinlashish usuli (Pikar algoritmi).....	23
II BOB. SONLI DIFFERENSIALLASH VA DIFFERENSIAL HISOBLASH UCHUN SONLI MISOLLAR YECHISH VA AMALIY DASTURNI YARATISH	
2.1. Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalarni chekli ayirmalari usuli bilan taqribiy yechish.....	25
2.2. Eyler usuli.....	27
2.3. Runge-Kutta usuli.....	30
2.4. C# dasturi va uning imkoniyatlari.....	32
2.5. Sonli differentsiallashtirish va differensial hisoblash uchun dasturlar tuzish.....	39
Xulosa.....	45
Foydalanilgan adabiyotlar.....	46

Kirish

Insoniyat tarixining ko'p yillik tarixi ezgu g'oyalardan va sog'lom mafkuradan mahrum biror bir jamiyatning uzoqqa bora olmasligini ko'rsatdi. Shu bois mustaqillik tufayli mamlakatimiz o'z oldiga ozod va obod Vatan, Erkin va farovon hayot barpo etish, rivojlangan mamlakatlar qatoridan o'rin olish, demokratik jamiyat qurish kabi ezgu maqsadlarni qo'ydi.

Bu esa kelajagimizni yaqqol tasavvur etish, jamiyatimizning ijtimoiy-ma'naviy poydevorini mustahkamlash ehtiyojini tug'diradi. Demak, galdagi eng asosiy vazifa: yosh avlodni Vatan ravnaqi, yurt tinchligi, xalq farovonligi kabi kabi olijanob tuyg'ular ruhida tarbiyalash, yuksak fazilatlarga ega, ezgu g'oyalar bilan qurollangan, Komil insonlarni voyaga yetkazish, jahon andozalariga mos, kuchli bilimli, raqobatbardosh kadrlar tayyorlashdir.

“Jahon sivilizatsiyasiga dahldor bo'lgan eng zamonaviy ilmlarni egallamay turib, mamlakat taraqqiyotini ta'minlash qiyin”,-degan edilar I.Karimov. O'zbekistonning iqtisodiy va ijtimoiy sohalarda yuqori natijalarga erishishi, jahon iqtisodiy tizimida to'laqonli natijalarga to'laqonli sheriklik o'rnini egallay borishi, inson faoliyatining barcha jabhalarida zamonaviy axborot texnologiyalaridan yuqori darajada foydalanishning ko'lamlari qanday bo'lishiga hamda bu texnologiyalar ijtimoiy mehnat samaradorligining oshishida qanday rol o'ynashiga bog'liq. Demak, zamonaviy kompyuterlardan amalda keng foydalana oladigan yetuk kadrlar tayyorlash kechiktirib bo'lmaydigan vazifadir.

Talabalar dasturlash tillarini va yo'nalish bo'yicha maxsus fanlarni o'rganish natijasida dasturchi darajasiga yetishadi. Lekin, ular olgan nazariy va amaliy bilimlarini amaliy masalalarni yechishga qo'llashda ko'pgina qiyinchiliklarga duch kelishadi. Chunki ularda tipik, taqribiy masalalarni yechishda oliy matematika kursidan olgan bilimlarga mavjud. Shuning uchun, hayotiy masalalarning matematik modellarini tushuna olishlari, ularni yechishning sonli-taqribiy, taqribiy-analitik usullarini o'rganishlari uchun sonli usullar, algoritmlar va amaliy dasturlar tuzishni bilish ahamiyati katta hisoblanadi.

Ushbu bitiruv malakaviy ishi aynan shu maqsadda yozilgan bo'lib, u fanni o'qitishda Respublikamizda to'plangan ko'p yillik pedagogik tajribalarni ilmiy tahlildan o'tkazish natijasida hosil bo'lgan xulosalarga hamda Davlat ta'lim standartlariga mos na'munaviy dastur va unga mos ishchi dasturlarga asoslangandir.

Bitiruv malakaviy ishining dolzarbligi: Sonli differensiallash va differensial hisob, oddiy differensial tenglamalarni taqribiy yechish usullarini mukammal o'rganish hamda o'qitish jarayonida amaliy tushuntrish.

Bitiruv malakaviy ishining maqsadi: Oddiy differensial tenglamalarni taqribiy usullar yordamida yechish va yechimni aniqlik darajasini tekshirish uchun matematik modellar yordamida jarayonlarni to'la tadqiqotini bajarishda foydalaniladigan sonli algoritmlar va kompyuter dasturlarini tuzishdan iborat. Dasturlash tili orqali oddiy differensial tenglamalarni sonli echish algoritmlarini, dasturlar tuzish va ulardan unumli foydalanish. Bu dasturlarni akademik litsey va KHKlariga tadbiq etish.

Bitiruv malakaviy ishining vazifalari:

- Sonli differensiallash va differensial hisob, oddiy differensial tenglamalarni taqribiy yechish usullariga doir dastur tuzish;
- Dastur tuzish jarayonida algoritmlar va hisoblash usullari, tadbiqiy matematika, differensial tenglamalarni sonli echishni o'rganish;
- Talabalarni dasturlash faniga qiziqitira olishdir.

Bitiruv malakaviy ishning tuzilishi: Bitiruv malakaviy ish kirish, 2 bob xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iborat.

Bitiruv malakaviy ishi ikki qismdan iborat bo'lib, birinshi bobida sonli differensiallash, umumiy mulohazalar, Koshi masalasi, ketma-ket yaqinlashish usuli (Pikar algoritmi), har bir usul bo'yicha qisqacha nazariy ma'lumotlar berilgan.

Ikkinchi bobida ushbu oddiy differensial tenglamalarni taqribiy yechish usullari jumladan, Eyler va Runge-Kutta usullari, har bir usul bo'yicha qisqacha

nazariy ma'lumotlar, usulga mos ishchi algoritm, dastur sodda, tushunarli qilib berilgan.

Bitiruv malakaviy ishidan “Sonli differensiallash va differensial hisoblash uchun amaliy dasturlar yaratish” mavzusini o‘rganayotgan barcha talabalar, magistrlar hamda o‘qituvchilar foydalanishi mumkin.

I BOB. SONLI DIFFERENTSIALLASH. ODDIY DIFFERENTSIAL TENGLAMALARNI TAQRIBIY ECHISH USULLARI

Yangi texnika va texnologiyaning keskin o'sib borishi, matematika fanining zamonaviy bo'limlarini xalq xo'jaligi masalalarini yechishga yanada ko'proq qo'llanila boshlagani amaliy masalalarni yechishga ixtisoslashtirilgan bakalavrlar va magistrnlarni tayyorlashga bo'lgan talabni borgan sari orttirib bormoqda.

Hozirgi kunda tayyorlanayotgan bakalavrlarning matematik ma'lumoti oliy matematika fanida o'qitilayotgan an'anaviy bo'limlar bilan chegaralanib qolmasligi zarur. Ayniqsa "Informatika va axborotlar texnologiyasi" yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalardan zamonaviy matematikaning zarur bo'limlarini bilishni, birinchi galda esa hisoblash matematikasining usullarini mustahkam egallashni va ulardan amaliy masalalarni yechishda foydalanishni hamda yechilayotgan masalani dasturini yaratib, zarur sonli yechimni olishga erisha olishlari talab etiladi.

Shuni yana ta'kidlab o'tish lozimki, zamonaviy hisoblash texnikasini unumli ishlatish taqribiy va sonli analiz usullaridan oqilona foydalanishsiz mumkin emas. Shuning uchun, rivojlangan chet el mamlakatlarida va davlatimizda hisoblash matematikasiga bo'lgan qiziqish keskin ortib bormoqda. EHM larning oxirgi paytlarda rivojlanib borishi sonli-taqribiy usullarning amalga tadbqiqiga keng istiqbol yaratdi.

Ma'lumki, hayotda uchraydigan barcha jarayonlarning matematik modellarini tuzish mumkin. Bu modellar o'rganilayotgan jarayonning asosiy xususiyatlarini o'zida iloji boricha to'laroq, to'kisroq mujassam qilishi kerak. Bu esa matematik modellarning ilojsiz murakkablashuviga sabab bo'ladi. Bunday matematik modellarni ishlatish, ular asosida qaralayotgan jarayon ko'rsatkichlarining xususiyatlarini tasvirlovchi yechim olish ham o'z navbatida murakkablashadi. Demak, izlanuvchi oldida bir-biriga zid ikki masala ko'ndalang bo'ladi: matematik modellar yetarli darajada mukammal va murakkab bo'lishi kerak, lekin bunday modellarni ishlatish qator qiyinchiliklarni ham keltirib chiqaradi.

Matematik modellarni tashkil qiluvchi algebraik, chiziqsiz differensial, integral, integro-differensial va boshqa tenglamalarni yechish usullari yetarli darajada takomillashmagan. Matematika kurslarida keltirilayotgan aniq, analitik usullar faqat xususiy ko‘rinishdagi, sodda tenglamalarning yechimini topish imkonini beradi, holos. Sonli-taqribiy usullar esa umumiyroq, ancha murakkab tenglamalarning yechimlarini topishga imkon beradi. Natijada analitik usulda yechilmagan tenglamalarni EHM larda sonli-taqribiy usullar bilan yechish imkoniyati yaratildi.

"Informatika va AT" yo‘nalishi bo‘yicha ta‘lim olayotgan bakalavrlar amaliy masalalarni EHMda yechishlari uchun ikkita asosiy yo‘nalish bo‘yicha yetarlicha chuqur bilimga ega bo‘lishlari kerak. Birinchidan, ular EHM uchun biror zamonaviy algoritmik tilda ma‘lum algoritm asosida dastur tuzishni bilishlari, ikkinchidan amaliy masalalarni yechishning sonli-taqribiy usullari haqida ham yetarlicha bilimga ega bo‘lishlari kerak.

1.1. Matematik modellashtirishning asosiy tushunchalari

Matematik modellashtirish tushunchasi. Model-(lat.modulus-o‘lchov, me‘yor) –biror ob‘ekt yoki ob‘ektlar tizimining obrazi yoki namunasidir.

Matematik model deb o‘rganilayotgan ob‘ektni matematik formula yoki algoritm ko‘rinishida ifodalangan xarakteristikalarini orasidagi funksional bog‘lanishga aytiladi.

Kompyuter ixtiro etilgandan so‘ng matematik modellashtirishning ahamiyati keskin oshdi. Murakkab texnik, iqtisodiy va ijtimoiy tizimlarni yaratish, so‘ngra ularni kompyuterlar yordamida tatbiq etishning haqiqiy imkoniyati paydo bo‘ldi. Endilikda ob‘ekt, ya‘ni haqiqiy tizim ustida emas, balki uni almashtiruvchi matematik model ustida tajriba o‘tkazila boshlandi.

Kosmik kemalarning harakat traektoriyasi, murakkab muhandislik inshootlarini yaratish, transport magistrallarini loyihalash, iqtisodni rivojlantirish va boshqalar bilan bog‘liq bo‘lgan ulkan hisoblashlarning kompyuterda bajarilishi matematik modellashtirish uslubining samaradorligini tasdiqlaydi.

Odatda, matematik model ustida hisoblash tajribasini o'tkazish haqiqiy ob'ektni tajribada tadqiq etish mumkin bo'lmagan yoki iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmagan hollarda o'tkaziladi. Bunday hisoblash tajribasining natijalari haqiqiy ob'ekt ustida olib boriladigan tajribaga qaraganda juda aniq emasligini ham hisobga olish kerak. Lekin shunday misollarni keltirish mumkinki, kompyuterda o'tkazilgan hisoblash tajribasi o'rganilayotgan jarayon yoki hodisa haqidagi ishonchli axborotning yagona manbai bo'lib xizmat qiladi. Masalan, faqat matematik modellashtirish va kompyuterda hisoblash orqali yadroviy urushning iqlimga ta'siri oqibatlarini oldindan aytib berish mumkin. Kompyuterli tajriba Yer yuzida bunday urush oqibatida ekologik o'zgarishlar, ya'ni xaroratning keskin o'zgarishi, atmosferaning changlanishi, qutblardagi muzliklarning erishi ro'y berishi, xatto, Yer o'z o'qidan chiqib ketishi mumkinligini ko'rsatadi.

Berilgan fizik jarayonlarni matematik modellashtirish orqali bo'layotgan barcha o'zaro bog'lanishlarni sonlar orqali ifodalab beradi. Matematik model tashqi dunyoning matematik belgilar bilan ifodalangan qandaydir hodisalar sinfining taqribiy tavsifidir. Matematik model tashqi dunyoni bilish, shuningdek, oldindan aytib berish va boshqarishning kuchli uslubi hisoblanadi. Masalan, Yerning modeli globus, osmon va undagi yulduzlar modeli-planetariy ekrani, pasportdagi suratni shu pasport egasining modeli deyish mumkin..

Insoniyatni farovon hayot shart-sharoitlarini yaratish, tabiiy ofatlarni oldindan aniqlash muammolari qadimdan qiziqtirib kelgan. Shuning uchun ham insoniyat tashqi dunyoning turli xodisalarini urganishi tabiiy xoldir.

Aniq fan sohasi mutaxassislari u yoki bu jarayonning faqat ularni qiziqtirgan xossalari uchun o'rganadi. Masalan, geologlar yerning rivojlanish tarixini, ya'ni qachon, qaerda va qanday xayvonlar yashaganligi, o'simliklar o'sganligi, iqlim qanday o'zgaraganligini o'rganadi. Bu ularga foydali qazilma konlarini topishlariga yordam beradi. Lekin ular Yerdagi kishilik jamiyatining rivojlanish tarixini o'rganishmaydi-bu bilan tarixchilar shug'ullanadi.

Atrofimizdagi dunyoni o'rganish natijasida noaniq va to'liq bo'lmagan ma'lumotlar olinishi mumkin. Lekin bu koinotga uchish, atom yadrosining sirini aniqlash, jamiyatning rivojlanish qonunlarini egallash va boshqalarga xalaqit etmaydi. Ular asosida o'rganilayotgan hodisa va jarayonlarning modeli yaratiladi. Model ularning xususiyatlarini mumkin qadar to'laroq akslandirishi zarur.

Modelning taqribiylik xarakteri turli ko'rinishda nomayon bo'lishi mumkin. Masalan, tajriba o'tkazish mobaynida foydalaniladigan asboblarning aniqligi olinayotgan natijaning aniqligiga ta'sir etadi.

Modellashtirish- bilish ob'ektlari (fizik hodisa va jarayonlar) ni ularning modellari yordamida tadqiq qilish mavjud predmet va hodisalarning modellarini yasash va o'rganishdir.

Modellash uslubidan hozirgi zamon fanida keng foydaniqmoqda. U ilmiy tadqiqot jarayonini yengillashtiradi, ba'zi hollarda esa murakkab ob'ektlarni o'rganishning yagona vositasiga aylanadi. Mavhum ob'ekt, olisda joylashgan ob'ektlar, juda kichik hajmdagi ob'ektlarin o'rganishda modellashtirishning ahamiyati katta. Modellashtirish uslubidan fizika, astronomiya, biologiya, iqtisod fanlarida ob'ektning faqat ma'lum xususiyat va munosabatlarini aniqlashda foydalaniladi.

Zamonaviy ma'lumotlar bazasi sa'lumotlar tuzulmasidan tashqari shu tuzulmalarni boshqara olish vositalarni o'z ichiga oladi. Muloqotli grafik qurilmalarida modellashtirishning ba'zi bir aspektlari grafik tizim vositalari yordamida, boshqalari algoritmik tarzda darzda o'zi orqali amalga oshiriladi va ikki holatda ham muloqotli grafik qurilmalari orqali boshqariladi. Keng qo'llanilayotgan amaliy dasturning 80% i hodisalarni modellashtirishning komponentlari bilan va faqat 20% i kirish, chiqish hamda shakllarni qayta ishlash elementlari bilan to'ldirilgan. Eng so'nggi ilmiy ma'lumotlarini va ilg'or muhandislik yechimlarini qo'llash orqali buyumni takomillashtirish dastur ta'minotini sistematik ravishda mukammallashtirish kerakligini ko'rsatadi. Konkret predmet sohasiga bog'liq bo'lmagan invariant komponentlar, konseptual ajratilgan sistemalar bunday

o'zgarishlarga ko'nikuvchan bo'ladi. Grafik muloqat tizimlari shunday sistemalarning asosiy bazaviy modullari hisoblanadi. Bunday bazaviy modullar asosida geometrik modellash va geometrik hisoblashlar yotgan invariant quyi tizimlaridir. Geometrik hisoblashlar bazaviy dastur ta'minoti tayyorlash jarayoning boshqaruvini avtomatlashtirish, buyumli loyihalash shu jumladan muloqatni loyihalash rejimining barcha bosqich rejimida geometrik modellashning asosi hisoblanadi.

Matematik modellar tirik organizmlarning tuzilishi, o'zaro aloqasi, vazifasiga oid qonuniyatlarning matematik va mantiqiy-matematik tavsifidan iborat bo'lib, tajriba ma'lumotlariga ko'ra yoki mantiqiy asosda tuziladi, so'ngra tajriba yo'li bilan tekshirib ko'riladi.

Biologik hodisalarning matematik modellarini kompyuterda o'rganish tekshirilayotgan biologik jarayonning o'zgarish xarakterini oldindan bilish imkonini beradi. Shuni ta'kidlash kerakki, bunday jarayonlarni real xayotda tajriba yo'li bilan tashkil qilish va o'tkazish ba'zan juda qiyin kechadi. Matematik va matematik-mantiqiy modelning yaratilishi, takomillashishi va ulardan foydalanish matematik hamda nazariy biologiyaning rivojlanishiga qulay sharoit tug'diradi.

Matematik modellashtirish aniq fanlardagi turli amaliy masalalarini yechishda muvaffaqiyat bilan qo'llanib kelinmoqda. Matematik modellashtirish uslubi masalani xarakterlaydigan u yoki bu kattalikni miqdor jihatdan ifodalash, so'ngra bog'liqligini o'rganish imkoniyatini beradi.

Uslub asosida matematik model tushunchasi yotadi.

Modellashtirish bosqichlari

Umumiy holda matematik modellashtirish jarayoni quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi.

1) Muammoni qo'yilishi va uni tahlil qilish

Maqsadning qo'yilishi modellashtirishda muhim o'rin egallaydi. Bunda o'rganiladigan ob'ektni matematik modellashtirish zarurligi, dolzarbligi, iqtisodiy jihatdan o'zini oklashi, modellashtirish imkoniyatlari kabilar hisobga olinadi. Aniq qo'yilgan maqsad asosiy elementlar va ular orasidagi bog'lanish tarkibi va miqdoriy xarakteristikasini aniqlaydi. Bu bosqichda ma'lumotlar to'planadi va taxlil kilinadi. Taxlil uchun tanlangan ma'lumotlarning tugriligi va modellashtirishning so'nggi natijalariga bog'lik. To'plangan ma'lumotlar absolyut miqdorlarda va yagona ulchov birliklariga ifodalanishi kerak. Bu bosqichda modellashtiriladigan ob'ekt va uni abstraksiyalashning muxim tomonlari va xossalari belgilanadi. Ob'ektning strukturasi va elementlari orasidagi asosiy boglanishlar, uning uzgarishi va rivojlanishi buyicha gipotezalarni shakllantirish masalalari o'rganiladi.

2) Matematik modellar qurish

Bu bosqichda qo'yilgan muammolar konkret matematik bog'lanishlar va munosabatlar, ya'ni funksiyalar, tengsizlik va xokazolar shaklida ifodalanadi.

Matematik modellar qurish jaraeni matematika va tanlangan soha bo'yicha ilmiy bilimlarning o'zaro uyg'unlashuvidan iborat. Bunda matematik modelni yaxshi o'rganilgan matematik masalalar sinfiga tegishli bo'lishi uchun xarakat qilinadi. Ba'zan shunday ham bo'ladiki, qo'yilgan masalani modellashtirish oldindan ma'lum bo'lmagan matematik strukturalarga olib kelishi xam mumkin. XX asr o'rtalaridan boshlab, turli fanlar va ularning amaliyoti ehtiyojlaridan kelib chiqib, matematik dasturlash, o'yinlar nazariyasi, funksional analiz, o'isoblash matematikasi kabi fanlari ham o'z rivojini topdi.

3) Modelni matematik tahlil qilish

Bu bosqichda tadqiqotlarning matematik usullari qo'llaniladi. Tuzilgan modellarning yechimga egaligi isbotlanadi. Agar qurilgan matematik modelning

yechimga ega emasligi isbot kilinsa, u holda qurilgan matematik model rad kilinadi. Natijada masalaning qo'yilishi yoki matematik modelning boshqacha ko'rinishlari tadqiq etiladi.

Murakkab masalalar qiyinchiliklar bilan analitik tadqiqotlarga keltiriladi. Agar ularni analitik usullarga keltirib bo'lmasa, u holda masalani sonli usullaridan foydalanib yechiladi.

4) Dastlabki ma'lumotlarni tayyorlash

Modellashtirishda ma'lumotlar tizimiga muhim talablar ko'yiladi. Shu bilan birgalikda, ma'lumotlarni olish uchun real imkoniyatlar amaliy maqsadlarga mo'ljallangan modellarni tanlash uchun ma'lum chegaralar qo'yadi. Ma'lumotlarni tayyorlash jarayonida ehtimollar nazariyasi, matematika, statistika, nazariy statistika usullaridan keng ko'lamda foydalaniladi.

5) Sonli yechimlar

Bu bosqich kuyilgan masalani sonli yechish uchun algoritmlar, kompyuter uchun dasturlar tuzish va bevosita xisoblashlar utkazish uchun muljallangan. Odatda matematik modellarda hisob-kitob ishlari ko'p variantli xarakterga ega. Zamonaviy kompyuterlarning paydo bo'lishi bu ishlarni yengillashtiradi. Sonli usullar yordamida kilingan tadqiqotlar analitik tadqiqotlarni to'ldiradi..

6) Sonli natijalar tahlili va uning tadbiqlari

Bu bosqichda modellashtirish natijalarining to'g'riligi va to'laligi haqidagi savollargi javob olinadi. Nazariy xulosalar va model yordamida bevosita olingan sonli natijalar o'zaro taqqoslanadi. Shunga qarab, qo'yilgan masala va modellarning yutuq yoki kamchiliklari aniqlanadi.

Matematik model aniqlangandan so'ng, unda ishtirok etayotgan faktorlarning natijaviy belgiga ta'sirining mukammalligi baholanadi. Agar model va unga kiritilgan barcha faktorlar talab etilgan ehtimol bilan ahamiyatli bo'lsa, u adekvat model deyiladi. Adekvat model bo'lmagan holda uning ko'rinishi o'zgartiriladi.

Kompyuterli modellashtirishning metodologiyasi

Umuman olganda, kompyuterli modellashtirishning metodologiyasida quyidagi yo'nalishlarni ajratish mumkin:

1. Geometrik yo'nalishdagi tajribalarni tashkillashtirish koordinatalar tekisligida amalga oshiriladi. Kompyuter geometrik ob'ektlarning xossalarini urganish va matematik farazlarni tekshirishda modellarni qurish va ularni tadqiq etish vositasi sifatida ishlatiladi.

2. Ikkinchi yo'nalish turli xil Xarakatlarni modellashtirish bilan bog'liq. Kompyuter modellari orqali turli xil Xarakatli masalalarni yechish mumkin. Bu ro'y beradigan jarayonlarning mo'xiyatini chuqurroq va kengroq Xis qilishga, olingan natijalarni xaqiqiy baXolash va kompyuterda modellashtirish imkoniyatlari xaqidagi tasavvurlarning kengayishiga olib keladi.

3. Uchinchi yo'nalish — kompyuter ekranida funksiya grafiklarini modellashtirish — kasbiy kompyuter tizimlarida keng qo'llaniladi. Masalan, Logo dasturi funksiya grafiklari, tenglama va tenglamalar tizimini yechish va ularning natijalarini olish imkoniyatlarini beradi. Eng muhimi shundaki, kompyuterda modellashtirish texnologiyasidan foydalanish xaqiqiy anglashda, bilish jarayonini amalga oshirishda yangi bosqich rolini o'ynaydi.

Ma'lumotlar modellari shakli qanday bo'lishidan qat'iy nazar quyidagi talablarni bajarishi kerak:

1. Soddalik. Ma'lumotlar modeli kam sondagi bog'lanishli tuzilish turlariga ega bo'lishi lozim.

2. Yaqqollik. Ma'lumotlar modeli vizual (ko'zga ko'rinadigan, tasvirlanadigan) bo'lishi kerak.

3. Qismlarga bo'linishi. Ma'lumotlar modeli ma'lumotlar omborida oddiy O'rin almashtirish imkoniyatiga ega bo'lishi lozim.

4. O'rin almashtirish. Ma'lumotlar modeli o'ziga o'xshash modellar bilan almashtirilish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak.

5. Erkinlik. Ma'lumotlar modeli aniq bo'lakchalarnigina o'z ichiga olmasligi lozim.

Yuqoridi ko'rsatilgan talablar Xam yaratiladigan modellarning idealligini ta'minlay olmaydi. Chunki modellashtirishda xaqiqiy ob'ektning ba'zi bir muXim xususiyatlarigina ishtirok etadi xolos.

Matematik modellashtirish anik fanlardagi turli amaliy masalalarini yechishda muvaffakiyat bilan qo'llanib kelinmokda. Matematik modellashtirish uslubi masalani xarakterlaydigan u yoki bu kattalikni miqdor jihatdan ifodalash, so'ngra bog'likligini urganish imkoniyatini beradi.

Yechiladigan masalalarni o'rganish uning matematik modelini tuzishdan boshlanadi, ya'ni uning asosiy o'ziga xos xususiyatlari ajratiladi va ular o'rtasida matematik munosabat o'rnatiladi. Matematik model tuzilgach, ya'ni masala matematik ko'rinishda ifodalangach, uni ma'lum matematik usullar bilan tahlil qilish mumkin. Matematik model tuzish bilan biz o'rta maktab fizika kursida tanishganmiz. Bunda dastlab o'rganilayotgan fizik hodisaning mohiyati, belgilari, ishlatilayotgan ko'rsatkichlari, so'zlar yordamida batafsil ifoda etiladi. Keyin fizik qonunlar asosida kerakli matematik tenglamalar keltirilib chiqariladi. Bu tenglamalar o'rganilayotgan fizik jarayon, hodisalarning matematik modelidir.

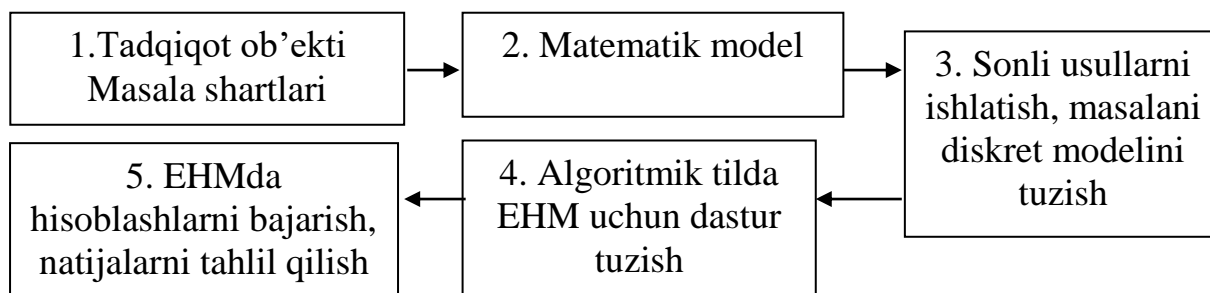
Matematik model hech qachon qaralayotgan ob'ektning xususiyatlarini aynan, to'la o'zida mujassam qilmaydi. U har xil faraz va cheklanishlar asosida tuzilgani uchun taqribiy harakterga ega demak, uning asosida olinayotgan natijalar ham taqribiy bo'ladi.

Modelning aniqligi, natijalarning ishonchlilik darajasini baholash masalasi matematik modellashtirishning asosiy masalalaridan biridir.

Matematik model har xil vositalar yordamida berilishi mumkin. Bu vositalar funksional analiz elementlarini ishlatib differensial va integral tenglamalar tuzishdan to hisoblash algoritmi va EHM dasturlarini yozishgacha bo'lgan bosqichlarni o'z ichiga oladi. Har bir bosqich yakuniy natijaga o'ziga xos ta'sir ko'rsatadi va ulardagi yo'l qo'yiladigan xatoliklar oldingi bosqichlardagi xatoliklar bilan ham belgilanadi.

Ob'ektning matematik modelini tuzish, uni EHMda bajariladigan hisoblashlar asosida tahlil qilish "hisoblash tajribasi" deyiladi.

Hisoblash tajribasining umumiy sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm

Birinchi bosqichda masalaning aniq qo'yilishi, berilgan va izlanuvchi miqdorlar, ob'ektning matematik model tuzish uchun ishlatish lozim bo'lgan boshqa xususiyatlari tasvirlanadi.

Ikkinchi bosqichda fizik, mexanik, ximiyaviy va boshqa qonuniyatlar asosida matematik model tuziladi. U asosan algebraik chiziqsiz, differensial, integral va boshqa turdagi tenglamalardan iborat bo'ladi. Ularni tizimda o'rganilayotgan jarayonga ta'sir ko'rsatuvchi omillarning barchasini bir vaqtning o'zida hisobga olib bo'lmaydi, chunki matematik model juda murakkablashib ketadi. Shuning uchun, model tuzishda eng kuchli ta'sir etuvchi asosiy omillargina hisobga olinadi.

Uchinchi bosqichda masalaning matematik modeli tuzilgach, mos tenglamalar yechilishi va kerakli ko'rsatkichlar aniqlanishi lozim. Masalan, matematik model differensial tenglama bilan tasvirlangan bo'lsa, sonli usullar yordamida u chekli sondagi nuqtalarda aniqlangan chekli-ayirmali tenglamalar bilan almashtiriladi.

To'rtinchi bosqichda sonli usullar yordamida aniqlangan algoritm asosida biror - bir algoritmik tilda EHM da ishlatish uchun dastur tuziladi. Masalan, u umumiy xususiyatga ega bo'lishi kerak, ya'ni matematik modelda ifodalangan masala parametrlarining yetarlicha katta sohada o'zgaruvchi qiymatlarida dastur yaxshi natija berishi kerak.

Oxirgi bosqichda dastur EHMga qo'yiladi va olingan sonli natijalar chuqur tahlil qilinib baholanadi.

Natijalarga qarab mutaxassis tahlil qilinayotgan jarayon to'g'risida xulosalar chiqaradi, uning amalga oshishiga ma'lum maqsad asosida ta'sir ko'rsatadi, boshqarish vositalarini ishlab chiqadi, tavsiyalar beradi. Ko'plab variantlar asosida bajariluvchi hisoblash tajribalari yordamida loyihachi u yoki bu belgiga ko'ra barcha variantlar ichidan eng ma'qulini tanlashi mumkin.

1990 yillardan boshlab zamonaviy ShEHM larning ishlab chiqilishi, ilmiy va o'quv jarayonlariga kirib kelishi ma'lum bir yutuqlardan tashqari ba'zi noqulayliklarni ham yuzaga keltirdi. Bu noqulaylik shaxsiy kompyuterlardan ilmiy, texnik va ijodiy masalalarni yechishda foydalanuvchilar uchun ancha sezilarli bo'ldi. Bunga asosiy sabab shaxsiy kompyuterlarda yuqorida eslatib o'tilgan katta EHMLar uchun yaratilgan tabiiy masalalarni yechish uchun mo'ljallangan dasturlar kutubxonasini mavjud emasligidir. Shuning uchun hozirda ana shu kamchilikni bartaraf qilish yo'lida turli xil izlanishlar olib borilmoqda. Shulardan biri sifatida ma'lum bir sinf masalalarini yechishga mo'ljallangan amaliy dasturlar bog'lamlarini yaratishni ko'rsatish mumkin.

Sonli usullarga qo'yiladigan talablar

Matematik modeldagi tenglamalarni har xil sonli usullar bilan yechish mumkin. Lekin hamma usullar ham kerakli aniqlikdagi yechimni beravermaydi. Ayniqsa masala hozirgi zamon EHMLarida yechilganda hisoblash algoritmi turli, o'ziga xos shartlarni bajarishi kerak. Sonli usullarga qo'yiladigan talablar ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga sonli usullar qo'llanishi natijasida hosil qilingan diskret(uzuq-uzuq)masalaning matematik modeldagi dastlabki masalaga mos kelish shartlari kiradi.

Sonli usullarning yaqinlashishi, diskret masalalarda saqlanish qonunlarining bajarilishi, turg'unlik, korrektilik kabi talablar birinchi guruhga kiradi. Shulardan ayrimlarini qarab o'tamiz.

Matematik modeldagi parametrlarning dastlabki qiymatlaridagi xatolikni bartaraf etish mumkin bo'lmagan xatolik ekanligini yuqorida ko'rsatgan edik. Bu xatolikni masala yechimiga ko'rsatadigan ta'sir darajasini bilish katta

ahamiyatga ega. Sonli usullarning bunday sezuvchanligini (ta'sirchanligini) turg'unlik degan tushuncha yordamida tekshirish mumkin.

Agar quyidagi shartlar bajarilsa, masala korrekt qo'yilgan deyiladi: 1) yechim mavjud; 2) yagona; 3) turg'un. Ko'rsatilgan shartlardan birortasi bajarilmasa, masala korrekt qo'yilmagan deyiladi. Bunday masalalarga sonli usullarni qo'llash foydasizdir, chunki bunda yetarli darajadagi shartlarni qanoatlantiruvchi sifatli yechimni olish imkoniyati yo'qdir. Shuni ham aytish kerakki, ayrim korrekt qo'yilmagan masalalarni yechish usullari ham yaratilgan. Bu usullar dastlabki qo'yilgan masalani yechishga asoslangandir. Yordamchi masalada qo'shimcha α parametr qatnashadi. Shunday yo'l bilan dastlabki masala regulyarlashtiriladi. Agar $\alpha \rightarrow 0$ bo'lsa, yordamchi masalaning yechimi dastlabki masalaning yechimiga intilishi kerak.

Yuqoridagiga o'xshash sonli usullarning korrektilik tushunchasi kiritilgan. Agar masaladagi parametrlarning barcha qiymatlarida sonli yechim mavjud, yagona va turg'un bo'lsa, u korrekt deyiladi.

Sonli usullar bilan topilgan yechim masalaning xaqiqiy yechimiga yaqin bo'lishi kerak. Buni sonli usullarning yaqinlashishi tushunchasi yordamida tahlil qilishimiz mumkin. Diskretlashgan masalalar misolida yaqinlashish tushunchasini quyidagicha berishimiz mumkin. Agar diskretlashtirilgan masalaning yechimi diskretlashtirish parametri nolga intilganda dastlabki uzluksiz masalaning yechimiga intilsa, sonli usul yaqinlashadi deyiladi.

Sonli usullar ichida eng ko'p ishlatiladiganlari ayirmali usullardir. Bu usullar yordamida uzluksiz matematik modellardan diskret modellar hosil qilinadi. Buning uchun masala qaralayotgan soha diskret nuqtalar majmuasi - to'r bilan almashtiriladi, tenglamadagi, chegaraviy va boshlang'ich shartlardagi xossalardan chekli ayirmalarga o'tiladi. Natijada to'rning tugun nuqtalarida aniqlangan funksiyalarga nisbatan algebraik tenglamalar sistemasi hosil qilinadi. Ma'lumki, matematik modellar asosida yotuvchi tenglamalar aksariyat hollarda fizika, mexanikadagi saqlanish qonunlari asosida tuziladi. Bu qonunlar matematik modeldagi tenglamalar diskret tenglamalar - chekli ayirmali sxemalar bilan

almashtirilganda ham bajarilishi kerak. Bunday chekli ayirmali sxemalarga konservativ sxemalar deyiladi. Konservativ sxemalar tenglamalar yechimini fizik nuqtai nazardan to'g'ri olish imkoniyatini beradi. Shuning uchun chekli ayirmali sxemalarning konservativlik sharti masalalar yechishda boshqa shartlar qatori tekshirilishi kerak.

Sonli usullarga qo'yiladigan talablarning ikkinchi guruhini diskret modelni EHMda o'tkazish imkoniyatlari tashkil qiladi. Sonli usullar shunday algoritmlarga olib kelishi kerakki, EHMning xotira qurilmasi ular uchun yetarli bo'lishi kerak va hisob-kitob vaqti iloji boricha kam bo'lishi kerak.

Sonli usullarga qo'yiladigan talablarning ikkinchi guruhini diskret modelni EHMda o'tkazish imkoniyatlari tashkil qiladi. Sonli usullar shunday algoritmlarga olib kelishi kerakki, EHMning xotira qurilmasi ular uchun yetarli bo'lishi kerak. Hisoblash algoritmlari yetarli samaradorlikka ega bo'lishi kerak. Algoritmdagi arifmetik va mantiqiy amallar soni iloji boricha kam bo'lib, u EHMning xotira qurilmasida kam hajmni egallashi kerak.

1.2. Sonli differentsiallashtirish. Umumiy mulohazalar.

Ko'p amaliy masalalarda funktsiya hosilalarini ayrim nuqtalarda taqribiy hisoblashga to'g'ri keladi. Bu masala sonli differentsiallashtirish masalasi deyiladi. Funktsiyaning analitik ko'rinishi noma'lum bo'lib uning ayrim nuqtalaridagi qiymatlari ma'lum bo'lsa, masalan, tajribadan topilgan bo'lsa, u holda uning hosilasi sonli differentsiallashtirish yo'li bilan topiladi. Umuman aytganda, funktsiyaning sonli differentsiallashtirish masalasi doimo bir qiymatli ravishda echilavermaydi. Masalan, $f(x)$ funktsiyaning $x=x_0$ nuqtadagi hosilasini topish uchun $h>0$ ni olib,

$$f'(x_0) = \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h} \quad (1.2.1)$$

yoki

$$f'(x_0) = \frac{f(x_0) - f(x_0 - h)}{h} \quad (1.2.2)$$

yoki

$$f'(x_0) = \frac{f(x_0 + h) - f(x_0 - h)}{2h} \quad (1.2.3)$$

kabi olishimiz mumkin. Ko'pincha (1.2.1) o'ng hosila, (1.2.2) chap hosila va (1.2.3) markaziy hosila deyiladi.

DIFFERENTIAL TENGLAMALAR

Agar tenglamada noma'lum funktsiya hosila yoki differentsial ostida qatnashsa, bunday tenglama differentsial tenglama deyiladi.

Agar differentsial tenglamada noma'lum funktsiya faqat bir o'zgaruvchiga bog'liq bo'lsa, bunday tenglama oddiy differentsial tenglama deyiladi. Masalan:

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{3}(1 - 2y); \quad y' = \frac{x^4}{2}; \quad \frac{dy}{dt} = t^2 - 1; \quad \sqrt{2} \frac{d^2y}{dx^2} = x^2 + 1; \quad xdy = 3dx$$

Agar differentsial tenglamadagi noma'lum funktsiya ikki yoki undan ortiq o'zgaruvchilarga bog'liq bo'lsa, bunday tenglama xususiy hosilali differentsial tenglama deyiladi. Masalan:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = f(x, y, z)$$

Differentsial tenglamaning tartibi deb, shu tenglamada qatnashuvchi hosilaning (differentsialning) eng yuqori tartibiga aytiladi. Masalan:

$$\frac{dz}{dx} = 5(z-1); \quad (u')^3 = x^2 + 2$$

birinchi tartibli tenglamalar,

$$\frac{\partial^4 u}{\partial x^4} = 5\left(\frac{\partial^3 u}{\partial y^3} + \frac{\partial^3 u}{\partial z^3}\right), \quad \frac{d^4 T}{dt^4} = 1 - (l' + 2)$$

esa 4-tartibli differentsial tenglamalardir.

Mavzularda faqat oddiy differentsial tenglamalarni ko`rib chiqamiz. n – tartibli oddiy differentsial tenglamaning umumiy ko`rinishi quyidagicha:

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0 \quad (1.2.4)$$

bu erda x – erkli o`zgaruvchi; y – noma`lum funktsiya, $y', y'', \dots, y^{(n)}$ - noma`lum funktsiyaning hosilalari.

(1.2.4) ni ko`p hollarda quyidagi ko`rinishda yozish mumkin:

$$y^{(n)} = f(x, y, y', y'', \dots, y^{(n-1)}) \quad (1.2.5)$$

(1.2.5) ning echimi (yoki integrali) deb uni qanoatlantiruvchi shunday $y = \varphi(x)$ funktsiyaga aytiladiki, $\varphi(x)$ ni (1.2.5) ga qo`yganda u ayniyatga aylanadi.

Oddiy differentsial tenglama echimining grafigi uning integral egri chizig'i deyiladi.

n -tartibli differentsial tenglamaning echimida n ta erkli o`zgarmas son qatnashadi. Bu o`zgarmas sonlarni o`z ichiga olgan echim umumiy echim deyiladi. Umumiy echimning grafik ko`rinishi integral egri chiziqlar dastasini ifodalaydi. Umumiy echimda qatnashuvchi erkli o`zgarmaslarning aniq son qiymatlari ma`lum bo`lsa umumiy echimdan xususiy echimni ajratib olish mumkin.

Umumiy echimga kiruvchi erkli o`zgarmaslar masalaning boshlang'ich shartlaridan aniqlanadi. Bunda masala quyidagicha qo`yiladi: (1.2.4) differentsial tenglamaning shunday echimi $y = \varphi(x)$ ni topish kerakki, bu echim erkli o`zgaruvchi x ning berilgan qiymati $x=x_0$ da quyidagi qo`shimcha shartlarni qanoatlantirsin:

$$x = x_0 \text{ da } y = y_0, \quad y' = y'_0, \quad y'' = y''_0, \dots, y^{(n-1)} = y_0^{(n-1)} \quad (1.2.6)$$

(1.2.6) shartlar boshlang'ich shartlar deyiladi, $x_0, y_0, y'_0, y''_0, \dots, y_0^{(n-1)}$ - sonlar esa echimning boshlang'ich qiymatlari deyiladi. Boshlang'ich shartlar (1.2.6) yordamida umumiy echimdan xususiy echimni ajratib olinadi.

1.3. Koshi masalasi

$y^{(n)} = f(x, y, y', y'', \dots, y^{(n-1)})$ differentsial tenglamaning echimini $x = x_0 \text{ da } y = y_0, \quad y' = y'_0, \quad y'' = y''_0, \dots, y^{(n-1)} = y_0^{(n-1)}$ boshlang'ich shartlar asosida topishga **Koshi masalasi** deyiladi. Birinchi tartibli differentsial tenglama ($n=1$) uchun Koshi masalasi quyidagichadir: boshlang'ich shart $x=x_0$ da $y=y_0$ ni qanoatlantiruvchi $y' = f(x, y)$ differentsial tenglamaning echimi topilsin. Birinchi tartibli differentsial uchun Koshi masalasining geometrik ma'nosi shundaki, umumiy echimdan (egri chiziqlar dastasidan) kordinatalari $x=x_0, y=y_0$ bo'lgan nuqtadan o'tuvchi integral egri chiziq ajratib olinadi.

Agar $f(x, y)$ biror $R_{|a,b|} = \{ |x - x_0| < a; |y - y_0| < b \}$ sohada uzluksiz bo'lib, shu sohada Lipshits sharti $|f(x, \bar{y}) - f(x, y)| \leq N |\bar{y} - y|$ bajarilsa, u holda Koshi masalasi $y(x_0)=y_0$ shartni bajaruvchi yagona echimga egadir (bunda N – Lipshits doimiysi).

Differentsial tenglamalarning aniq echimini topish juda kamdan – kam hollardagina mumkin bo'ladi. Amaliyotda uchraydigan ko'pdan – ko'p masalalarda aniq echimni topishning iloji bo'lmaydi. Shuning uchun differentsial tenglamalarni echishda taqribiy usullar muhim rol o'ynaydi. Bu usullar echimlar quy tarzda ifodalanishlariga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadilar:

1. Analitik usullar. Bu taqribiy usullarda echim analitik (formula) ko'rinishda chiqadi.
2. Grafik usullar. Bu hollarda echimlar grafik ko'rinishlarda ifodalanadi.
3. Sonli usullar. Bunda echim jadval ko'rinishida olinadi.

Hisoblash matematikasida mazkur uch guruhga kiruvchi bir qancha usullar ishlab chiqilgan. Bu usullarning bir-birlariga nisbatan muayyan kamchiliklari va ustunliklari mavjud. Muhandislik masalalarini echishda shularni hisobga olgan holda u yoki bu usulni tanlab olish lozim bo`ladi.

Koshi masalasi:

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y)$$

differentzial tenglamaning $[a, b]$ kesmada aniqlangan va

$$y(x_0) = y_0 \quad (1.3.1)$$

boshlang'ich shartlarni kanoatlantiruvchi taqribiy echimi topilsin.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= f_1(x, y, z) \\ \frac{dz}{dx} &= f_2(x, y, z) \end{aligned} \right\},$$

$$y(x_0) = y_0, z(x_0) = z_0,$$

taqribiy qiymatlar $y(x_i) \approx y_i, z(x_i) \approx z_i$ lar uchun yaqinlashishlar quyidagi formulalar bo`yicha topiladi.

$$\left\{ \begin{aligned} y_{i+1} &= y_i + \Delta y_i, \Delta y_i = hf(x_i, y_i, z_i) \\ z_{i+1} &= z_i + \Delta z_i, \Delta z_i = hf(x_i, y_i, z_i) \end{aligned} \right\} \quad \text{bunda } i=0, 1, 2, \dots, n$$

Haqiqatdan shu shartni bajarilishini (1.3.1) masala aniq yechimini sinash funksiyasi yordamida qurish bilan tekshirish mumkin.

1.4. Ketma-ket yaqinlashish usuli (Pikar algoritmi)

Pikar algoritmi analitik usullardan bo`lib amaliy masalalarni echishda qo`llaniladi.

Faraz qilaylik,

$$y' = f(x, y) \quad (1.4.1)$$

differential tenglamaning o'ng tomoni $\{|x - x_0| \leq a; |y - y_0| \leq b\}$ to'rtburchakda uzluksiz va y bo'yicha uzluksiz xususiy hosilaga ega bo'lsin. (1.4.1) tenglamaning $x=x_0$ da

$$y(x_0) = y_0 \quad (1.4.2)$$

boshlang'ich shartni qanoatlantiruvchi echimi topilsin.

(1.4.2) dan $y' = \frac{dy}{dx} = f(x, y); \quad dy = f(x, y)dx$ bu ifodaning ikkala tomonini x_0 dan

x gacha integrallasak,

$$\int_{x_0}^x dy = \int_{x_0}^x f(x, y)dx$$

Bundan (1.4.2) hisobga olinsa,

$$y(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y)dx \quad (1.4.3)$$

(1.4.3) da noma'lum funktsiya integral ifodasi ostida qatnashganligi tufayli u *integral tenglama* deb ataladi. (1.4.3) da $f(x, y)$ funktsiyadagi y o'rniga uning ma'lum qiymati y_0 ni qo'yib birinchi yaqinlashish bo'yicha echimni topamiz:

$$y_1(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_0)dx \quad (1.4.4)$$

Endi (1.4.3) dagi $f(x, y)$ funktsiyadagi y o'rniga uning ma'lum qiymati y_1 ni qo'ysak, ikkinchi yaqinlashish bo'yicha echim $y_2(x)$ ni topamiz:

$$y_2(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_1)dx \quad (1.4.5)$$

Ushbu jarayonni davom ettirsak,

$$\left\{ \begin{array}{l} y_3(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_2)dx \\ \dots\dots\dots \\ y_n(x) = y_0 + \int_{x_0}^x f(x, y_{n-1})dx \end{array} \right. \quad (1.4.6)$$

Shunday qilib, quyidagi funktsiyalar ketma – ketligi $\{y_i(x)\}$ ni tashkil qildik:

$$y_1(x), y_2(x), y_3(x), \dots, y_n(x) \quad (1.4.7)$$

(1.4.7) yaqinlashuvchi yoki o'zoqlashuvchi bo'lishi mumkin. Quyidagi teoremani isbotsiz keltiramiz:

Teorema. Agar $(x_0; y_0)$ nuqta atrofida $f(x,y)$ funktsiyaning uzluksiz va chegaralangan xususiy hosilasi $f'_y(x,y)$ mavjud bo'lsa, u holda $\{y_i(x)\}$ ketma – ketlik $y' = f(x,y)$ tenglamaning echimi bo'lgan va $y(x_0)=y_0$ shartni qanoatlantiruvchi $y(x)$ funktsiyaga yaqinlashadi.

Demak, differentsial tenglamalarni echishda ushbu teoremaning shartlari bajarilsa (ya'ni (1.4.7) yaqinlashuvchi bo'lsa), Pikar usulini qo'llash mumkin. Agar (1.4.7) o'zoqlashuvchi bo'lsa, bu usulning ma'nosi bo'lmaydi.

Misol. Ketma – ket yaqinlashish usuli bilan (Pikar usuli) $y' = \frac{dy}{dx} = x + y$ differentsial tenglamaning $x=0$ da $y=1$ shartni qanoatlantiruvchi xususiy echimi topilsin.

Echish. $\frac{dy}{dx} = x + y$ bundan $x=0$ da $y=1$ ekanligini hisobga olsak,

$$y = 1 + \int_0^x (x + y) dx$$

(1.4.4) ga asosan,

$$y_1 = 1 + \int_0^x (x + 1) dx = 1 + x + \frac{x^2}{2}$$

(1.4.5) ga asosan,

$$y_2 = 1 + \int_0^x (x + 1 + x + \frac{x^2}{2}) dx = 1 + x + x^2 + \frac{x^3}{6}$$

y_3 va y_4 ni hisoblaymiz:

$$y_3 = 1 + \int_0^x (x + 1 + x + x^2 + \frac{x^3}{6}) dx = 1 + x + x^2 + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{24}$$

$$y_4 = 1 + \int_0^x (x + 1 + x + x^2 + \frac{x^4}{24}) dx = 1 + x + x^2 + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{12} + \frac{x^5}{120}$$

Berilgan tenglamaning aniq echimi:

$$y = 2e^x - x - 1 = 1 + x + x^2 + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{12} + \frac{x^5}{60} + \frac{x^6}{360} + \dots$$

Bundan ko`rinadigan taqribiy echimlar y_3 va y_4 aniq echimdan faqat oxirgi hadlari bilan farq qiladilar.

II BOB. ODDIY DIFFERENTIAL TENGLAMALARNI TAQRIBIY ECHISH USULLARI.

2.1 Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalarni chekli ayirmalari usuli bilan taqribiy yechish

Masalani yechish:

Hosilaga nisbatan yechilgan quyidagi birinchi tartibli differensial tenglama

$$y' = f(x, y) \quad (2.1.1)$$

va uning boshlang'ich sharti

$$y(x_0) = y_0 \quad (2.1.2)$$

berilgan bo'lsin.

Bu yerda x o'zgaruvchi $[a:b]$ oraliqda kesmani x_i nuqtalar yordamida teng uzoqlikdagi kesmalarga bo'lib chiqamiz, ya'ni oddiy tekis to'r olamiz:

$$w_h = \{x_i = ih, i = 1, 2, 3, \dots, N-1\}$$

Kesmalarning uzunliklari h bo'lsin, ya'ni

$$h = x_1 - x_0 = x_2 - x_1 = \dots = x_n - x_{n-1}$$

$$\text{Demak, } h = \frac{b-a}{n} = \frac{x_n - x_0}{n}$$

Berilgan masalani chekli ayirmali masala ko`rinishiga keltirish uchun quyidagi chekli ayirmali sxemadan foydalanishimiz mumkin:

$$y \equiv \frac{y_{i+1} + y_i}{h} \quad \text{- o'ng chekli ayirmali sxema.}$$

Qo`yilgan masalaga mos chekli ayirmali masalani yozamiz:

$$\frac{y_{i+1} - y_i}{h} = f_i \quad i = 0, 1, 2, \dots, N-1; \quad y(x_0) = y_0 \quad (2.1.3)$$

Bu yerda $f_i = f(x_i, y_i)$

Biz foydalangan chekli ayirmali sxemada (2.1.3) qo`yilgan masala (2.1.1 ni $O(h)$) aniqlikda approksimatsiyalaydi. (2.1.3) dan ko`rinib turibdiki, bizsa N ta tenglamalar tizimi hosil bo`ladi :

$$y_{i+1} = y_i = hf_i \quad i = 0, 1, \dots, N-1; \quad y(x_0) = y_0$$

Yuqoridagi keltirib chiqarilgan rekurrent formula (2.1.1) masalani yechimini SHEHM larda hisoblash algoritmidan iborat bo`ladi. Bunday algoritm yordamida (2.1.1) masalani $O(h)$ aniqlikdagi x_0, x_1, \dots, x_n nuqtalarda taqribiy yechimini topish mumkin. Haqiqatdan, shu shartni bajarilishini (2.1.1) masala aniq yechimini sinash funksiyasi yordamida ko`rish bilan tekshirish mumkin. Sinov funksiyasi tariqasida S.Akbarova, A.Qodirov, „Differensial tenglamalardan masalalar to`plami” №264 $xy' - 2y = 2x^4$ ni olishimiz mumkin. Ushbu tenglamani (2.1.1) masalaga qo`yib, quyidagilarga esa bo`lamiz:

$xy' - 2y = 2x^4$ ni o`zgarmasni variatsiyalash usulida har ikkala tomonni x ga bo`lib, ushbu tenglikka keltiramiz:

$y' - 2\frac{y}{x} = 2x^3$ va bu tenglamani chap tomonini 0 ga tenglab, bir jinsli ko`rinishga keltirib olamiz:

$$y' - 2\frac{y}{x} = 0$$

$$\frac{dy}{dx} - \frac{2y}{x} = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2y}{x}$$

$$\ln y = 2\ln x + \ln c = \ln x^2 + \ln c = \ln cx^2$$

$$\ln y = \ln cx^2$$

$y_{b.j.} = cx^2$ bir jinsli qism yechildi.

$yc(x)x^2$ ni tenglamaga qo'yamiz:

$$y' = c'(x)x^2 + c(x)2x$$

$$c'(x)x^2 + c(x)2x - 2\frac{c(x)x^2}{x} = 2x^3$$

$$c'(x)x^2 + 2c(x)x - 2c(x)x = 2x^3$$

$$c'(x) = 2x$$

$$c(x) = x^2$$

$$y_{\text{birjinsli.bo'lmagan}} = x^4$$

$$y_{\text{umumiy}} = y_{\text{bir jinsli}} + y_{\text{birjinsli bo'lmagan}}$$

$$y = cx^2 + x^4$$

$$f(x) = cx^2 + x^4; \quad x_0 = 1, y_0 = 2.$$

$$y(1) = 2$$

$$f(1) = c + 1 = 2$$

$$c = 1$$

2.2. Eyler usuli

Yuqorida ko`rilgan usullar taqribiy analitik usullar bo`lib, bu hollarda echimlar analitik (formula) ko`rinishlarida olindi. Bu usullar bilan topilgan echimning aniqlik darajasi haqida fikr yuritish birmuncha murakkab bo`ladi. Masalan, ketma – ket differentsiallashtirish usulini qo`llaganda qatorning juda ko`p hadlarini hisoblashga to`g`ri keladi va ko`p hollarda bu qatorning umumiy hadini aniqlab bo`lmaydi. Pikar algoritmini qo`llaganimizda esa, juda ko`p murakab integrallarni hisoblashga to`g`ri keladi va ko`p hollarda integral ostidagi funktsiyalar elementar funktsiyalar orqali ifodalanmaydi. Amaliy masalalarni echishda echimlarni formula ko`rinishida emas, balki jadval ko`rinishida olish qulay bo`ladi. Differentsial tenglamalarni raqamli usullar bilan echganda echimlar jadval ko`rinishida olinadi. Amaliy masalalarni echishda ko`p qo`llaniladigan Eyler va Runge – Kutta usullarini ko`rib chiqamiz.

Eyler usuli. Quyidagi

$$y' = f(x, y) \quad (2.2.1)$$

birinchi tartibli differentsial tenglamaning $[a, b]$ kesmada boshlang'ich shart $x = x_0$ bo`lgan hol uchun $y = y_0$ ni qanoatlantiruvchi echimi topilishi lozim bo`lsin. $[a, b]$ kesmani $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ nuqtalar bilan n ta teng bo`lakchalarga ajratamiz; bunda

$$x_i = x_0 + ih \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n), \quad h = \frac{b - a}{n} \text{ - qadam.}$$

(2.2.1) tenglamani $[a,b]$ kesmaga tegishli bo'lgan biror $[x_k, x_{k+1}]$ kesmada integrallasak,

$$\int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x, y) dx = \int_{x_k}^{x_{k+1}} y' dx = y(x) \Big|_{x_k}^{x_{k+1}} = y(x_{k+1}) - y(x_k) = y_{k+1} - y_k$$

ya'ni,

$$y_{k+1} = y_k + \int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x, y) dx \quad (2.2.2)$$

Bu erda integral ostidagi funktsiyani $x=x_k$ nuqtada boshlang'ich o'zgarmas qiymatiga teng deb qabul qilinsa, quyidagini hosil qilamiz:

$$\int_{x_k}^{x_{k+1}} f(x, y) dx = f(x_k, y_k) \cdot x \Big|_{x_k}^{x_{k+1}} = f(x_k, y_k) \cdot (x_{k+1} - x_k) = y_k' \cdot h$$

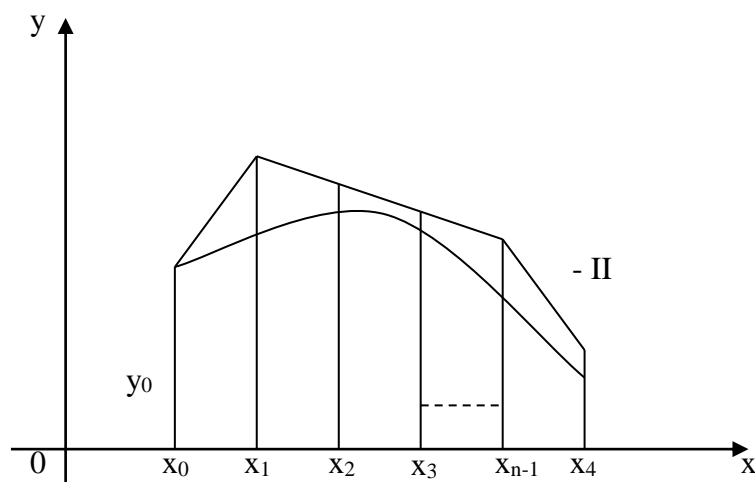
U holda (2.2.2) dan

$$y_{k+1} = y_k + y_k' h \quad (2.2.3)$$

$y_{k+1} - y_k = \Delta y_k$ ya'ni $y_k' h = \Delta y_k$ deb belgilasak,

$$y_{k+1} = y_k + \Delta y_k \quad (2.2.4)$$

Ushbu jarayonni $[a,b]$ ga tegishli bo'lgan har bir kesmacha uchun takrorlab, (2.2.1) ning echimini ifodalovchi jadvalini to'zimiz. Eyer usulining geometrik ma'nosi shundayki, bunda (2.2.1) ning echimini ifodalovchi integral egri chiziq siniq (II) chiziq bilan almashtiriladi (2 - rasm).



2 – rasm

Quyidagi tizim

$$\begin{cases} y' = f_1(x, y, z) \\ z' = f_2(x, y, z) \end{cases} \quad (2.2.5)$$

uchun

$$x=x_0 \text{ da } y=y_0, z=z_0 \quad (2.2.6)$$

boshlang'ich shart berilgan. (2.2.5) ning taqribiy echimlari quyidagi formulalar orqali topiladi:

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_i, \quad z_{i+1} = z_i + \Delta z_i$$

bu erda

$$\Delta y_i = hf_1(x_i, y_i, z_i); \quad \Delta z_i = hf_2(x_i, y_i, z_i) \quad (i = 0, 1, 2, \dots)$$

Misol. Eylar usuli yordamida $y' = y - \frac{2x}{y}$ differentsial tenglamaning

[0,1] kesmada olingan va $u(0)=1$ boshlang'ich shartni qanotlantiruvchi $u(x)$ echimining taqribiy qiymatlarini $h=0,2$ qadam bilan toping.

Echish:

$$f(x, y) = y - \frac{2x}{y}; \quad a = 0, \quad b = 1, \quad x_0 = 0, \quad y_0 = 1, \quad h = 0,2$$

Quyidagi hisoblash jadvalini to'zamisiz.

1- qator .

$$i=0, \quad x_0 = 0, \quad y_0 = 1,0000$$

$$f(x_0, y_0) = y_0 - \frac{2x_0}{y_0} = 1 - \frac{2 \cdot 0}{1} = 1,0000$$

$$\Delta y_0 = hf(x_0, y_0) = 0,2 \cdot 1 = 0,2000$$

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_i, \quad i = 0; \quad y_1 = y_0 + \Delta y_0 = 1 + 0,2 = 1,2000$$

2-qator.

$$i=1, \quad x_1 = 0 + 0,2 = 0,2; \quad y_1 = 1,2000;$$

$$f(x_1, y_1) = y_1 - \frac{2x_1}{y_1} = 1,2 - \frac{2 * 0,2}{1,2} = 0,8667$$

$$\Delta y_1 = hf(x_1, y_1) = 0,2 * 0,8667 = 0,1733$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_1 = 1,2 + 0,1733 = 1,3733$$

va xakazo $i=2,3,4,5$ lar uchun hisoblanadi.

I	x_i	y_i	$f(x_i, y_i) = y_i - \frac{2x_i}{y_i}$	$\Delta y_i = hf(x_i, y_i)$
0	0,1	1,0000	1,0000	0,200
1	0,2	1,2000	0,8667	0,1733
2	0,4	1,3733	0,7908	0,1582
3	0,6	1,5315	0,7480	0,1496
4	0,8	1,6811	0,7293	0,1459
5	1,0	1,8270		

2.3. Runge-Kutta usuli

Runge - Kutta usuli ko'p jihatdan Eyley usuliga o'xshash, ammo aniqlik darajasi eyley usuliga nisbatan yuqori bo'lgan usullardan biridir.

Runge-Kutta usuli bilan amaliy masalalarni echish juda qulay. Chunki, bu usul orqali noma'lum funktsiyaning x_{i+1} dagi qiymatini topish uchun uning x_i dagi qiymati aniq bo'lishi etarlidir. Runge-Kutta usuli uning aniqlash darajasiga ko'ra bir necha turlarga bo'linadi. Shulardan amaliyotda eng ko'p qo'llaniladigani to'rtinchi daraja aniqlikdagi Runge-Kutta usulidir.

Birinchi tartibli $y=f(x,y)$ differentsial tenglama uchun $x=x_i$ ($i=0,1,2,\dots,n$) $y=y_i$ ma'lum bo'lsin. Bu erda y_i boshlang'ich shart ma'nosida bo'lmasligi ham mumkin. Noma'lum funktsiya y ning $x=x_{i+1}$ dagi qiymati $y_{i+1}=y_{i+1}(x)$ ni topish uchun quyidagi ketma-ket hisoblash jarayonini amalga oshirmoq lozim bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} x_{i+1} &= x_i + h, & y_{i+1} &= y_i + \Delta y_i, \\ \Delta y_i &= \frac{1}{6} [Q_1^{(i)} + 2Q_2^{(i)} + 2Q_3^{(i)} + Q_4^{(i)}], \end{aligned} \right\} \quad (2.3.1)$$

bu erda

$$\begin{aligned}
 Q_1^{(i)} &= hf(x_i, y_i), \\
 Q_2^{(i)} &= hf\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{Q_1^{(i)}}{2}\right), \\
 Q_3^{(i)} &= hf\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{Q_2^{(i)}}{2}\right), \\
 Q_4^{(i)} &= hf(x_i + h, y_i + Q_3^{(i)}),
 \end{aligned}
 \tag{2.3.2}$$

$i=0,1,2,\dots,n-1$, $h = \frac{b-a}{n}$ - integrallash qadami.

Tenglamaning echimi qidirilayotgan $[a,b]$ kesma $x_i = x_0 + ih$ ($i=0,1,2,\dots,n$) nuqtalar bilan o`zaro teng n ta bo`lakka bo`lingan. i ning ha bir qiymati uchun (2.3.1) va (2.3.2) dagi amallarni bajaramiz va noma`lum funktsiya y ning qiymatlarini (tenglamaning echimini) quyidagi formuladan topamiz:

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_i \quad (i = 0,1,2,\dots,n) \tag{2.3.3}$$

Misol: Runge-Kutta usuli bilan $y' = x + \cos\left(\frac{y}{\sqrt{5}}\right)$ tenglamaning $[1,8; 2,8]$

kesmada aniqlangan va $u(1,8)=2,6$ boshlang'ich shartni qanoatlantiruvchi echimini $h=0,1$ qadam bilan hisoblang.

Echish:

$$f(x,y)=x+\cos\left(\frac{y}{\sqrt{5}}\right); x_0 = 1,8; y_0 = 2,6,$$

$$h = 0,1; a = 1,8; b = 2,8; h = \frac{b-a}{n} = 0,1; n = 10,$$

$$i = 0; x_0 = 1,8; y_0 = 2,6,$$

$$Q_1^{(0)} = hf(x_0, y_0) = 0,1 \left[x_0 + \cos\left(\frac{y_0}{\sqrt{5}}\right) \right] = 0,2196,$$

$$Q_2^0 = hf\left(x_0 + \frac{h}{2}, y_0 + \frac{Q_1^{(0)}}{2}\right) = 0,1 * f(1,85; 2,7098) = 0,2012,$$

$$Q_3^{(0)} = hf(x_0 + \frac{h}{2}, y_0 + \frac{Q_2^{(0)}}{2}) = 0,1 * f(1,85; 2,7006) = 0,2205,$$

$$Q_4^{(0)} = hf(x_0 + h, y_0 + Q_3^{(0)}) = 0,1 * f(1,9; 2,6099) = 0,2927,$$

$$y_1 = y_0 + \frac{1}{6}[Q_1^{(0)} + 2Q_2^{(0)} + Q_4^{(0)}] = 2,0259,$$

$$i = 1; x_1 = 1,9; y_1 = 2,0259; y_2 = 3,0408$$

va hokazo.

Qiymatlar jadvali

<i>i</i>	0	1	2	3	4	5
<i>x_i</i>	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
<i>y_i</i>	2,6	2,0259	3,0408	3,2519	3,4861	3,4861
<i>I</i>	6	7	8	9	10	
<i>x_i</i>	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	
<i>y_i</i>	3,9260	4,1478	4,3700	4,5971	4,9172	

2.4. C# dasturi va uning imkoniyatlari

Dasturlash tillarida buyruqlar va amallar ma'lum kodlar (raqamlar) bilan ifodalangan bo'lib, ular ShK qurilmalari adreslari bilan bevosita ishlashga mo'ljallangan va mashina tili deb ham yuritiladi. Dasturlash tillarida ko'rsatmalar inson tiliga yaqin bo'lgan so'zlar va dastur tuzish uchun juda qulay.

Axborot texnologiyalarining jadal sur'atlar bilan rivojlanishi, Internet ning paydo bo'lishi, yangidan yangi va ma'lum maqsadlarga mo'ljallangan Dasturlash tillari va muhitlari yaratildi va yaratilmoqda. Ularga misol sifatida dBase, KARAT, LISP, FoxPro, Simula, HTML, Java, Java Script, Delphi, Visual Basic, C++, C# kabi tillar va dasturlash muhitlarini keltirish mumkin. Hozirgi kunga kelib ob'ektga yo'naltirilgan va vizual dasturlash texnologiyalari keng tarqalmoqda.

C# universal dasturlash tili bo'lib, xar xil darajadagi masalalar uchun yechim topish mumkin. C# tilining asosiy tushunchalaridan biri bu klasslardir. Klass bu –

foydalanuvchi tomonidan yaratilgan (ifodalangan) til. C# tilida C va C++ tillarning deyarli barcha imkoniyatlari saqlangan. C va C++ tillarda tayyor xoldagi dasturlarga qayta o'zgarish kiritganda ham C# kompilyatori dastur matnidan xatoliklar topmaydi. Ya'ni dasturni xar ikkala tilda xam foydalanib tuzish mumkin.

Dasturlashda o'zgaruvchilardan foydalanmasdan dastur ishlash mumkin emas. O'zgaruvchilar o'zida qiymatlarni saqlaydi, bu qiymatlar vaqtinchalik operativ xotirada saqlanib turadi. O'zgaruvchilarning nomlari bo'ladi, nomlar lotin alifbosining **a** dan **z** gacha bo'lgan oraliqdagi harflar bilan belgilanadi. Bundan tashqari o'zgaruvchi nomlarini faqat bitta harf emas bir necha harflar ketma-ketligi bilan ya'ni so'zlar bilan belgilash mumkin.

Sonlar bilan harflar orqali belgilash mumkin, lekin harflardan oldin son kelishi mumkin emas. O'zgaruvchining asosiy turlari sonli o'zgaruvchi, satriy o'zgaruvchi, simvulli o'zgaruvchi, mantiqiy o'zgaruvchilar bo'lib bo'linadi. Sonli o'zgaruvchilarga faqat sonlar kiradi, 0, 5, -10, -5.6, 4995 va h. Satriy o'zgaruvchilarga esa satrlar kiradi. Simvulli o'zgaruvchilar qiymati faqat bitta simvoldan iborat bo'ladi. Mantiqiy o'zgaruvchilarga faqat ikkita qiymat beriladi rost, yolg'on ya'ni true, false.

C# tilida butun sonli o'zgaruvchilarda 8 ta tip ishlatiladi, ular quyidagi jadvalda berilgan.

Tip nomi	Baytlar soni	Qiymatlar diapazoni
sbyte	1	-129 dan 128 gacha
byte	1	0 dan 255 gacha
short	2	-32,768 dan 32,767 gacha
ushort	2	0 dan 65,535 gacha
int	4	-2,147,483,647 dan 2,147,483,647 gacha
uint	5	0 dan 4,294,967,295 gacha
long	8	-9,223,371,036,854,775,808 dan

		9,223,372,036,854,775,807 gacha
ulong	8	0 dan 18,446,744,073,709,551,615 gacha

Quyida esa C# tilida kasr sonli o'zgaruvchi tiplari keltirilgan.

Tip nomi	Baytlar soni	Qiymatlar diapazoni
float	4	+ - 1.5 * 10 ⁻⁴⁵ dan + - 3,4 * 10 ³⁸ gacha
double	8	+ - 5 * 10 ⁻³²⁴ dan + - 1.7 * 10 ³⁰⁸ gacha
decimal	12	+ - 1 * 10 ⁻¹⁰ dan + - 7.9 * 10 ²⁸ gacha

float tipidagi o'zgaruvchiga qiymat berganda qiymat oxiriga "f" belgisini qo'yish, decimal tipidagi o'zgaruvchiga qiymat berganda "m" belgisini qo'yish lozim.

Birinchi ifoda bu o'zgaruvchini e'lon qilish. Bu yerda count o'zgaruvchi nomi, int(integer) tipi va count o'zgaruvchisiga 1 soni qiymat qilib olinadi. int tipi da faqat butun sonlardan foydalaniladi. Keyingi qatorda " " belgilari orasiga olingan satr shu holiday chop qilinadi, count esa o'zgaruvchining qiymatini chop qiladi. Uchinchi esa "Satr" so'zini chop qiladi. Kod yozganda chekinishlardan foydalangan ma'qul. Chunki keyin kerakli qatorni, kerakli kodni topib olishda qulay bo'ladi, bir necha bo'sh qatorlarni qoldirib ketish, qator boshidan bo'sh joy qoldirib ketish tushuniladi. C# tilida chekinishlarga tabulyatsiya simvoli, probellar, bo'sh qatorlar kiradi.

Qisqartirilgan operatorlar. Bu operatorlar dastur kodini yozish jarayonini tezlashtirish uchun qo'llaniladi. Bu operatorlar quyidagilar:

Operator	Tarifi
+=	qo'shish
- =	ayirish
*=	ko'paytirish

G'=	bo'lish
-----	---------

```
Int a = 1;
```

```
a += 3;
```

Bu kodda **a** ning qiymati 4 ga teng bo'ladi, chunki **a** ga 3 ni qo'shish ko'rsatilgan. **a = a +3** va **a += 3** ifodalari natijani bir xil chiqaradi. Qolgan operatorlar ham shunga o'xshash.^[12]

SHART OPERATORLARI

if..else operatori

if operatorining qo'llanilishi quyida ko'rsatilgan:

```
if (shart)
```

```
{
```

```
  kod
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
  kod
```

```
}
```

ko'rib turganingizdek birinchi bo'lib **if** operatori yoziladi, keyin qavs ichiga shart yoziladi. Shart mantiqiy ifoda ko'rinishida yoziladi. Shart yozilgandan keyin “{“ va “}” belgilari qo'yiladi, shartdagi ifoda qiymati **True**(rost) bo'lganida shu qavslar ichidagi kod ishlaydi, agar ifoda qiymati **False** (yolg'on) bo'lsa u holda to'g'ri o'tib ketadi yoki **else** operatori qo'yilgan bo'lsa **False** operatori qavslari ichidagi kod ishlaydi. Shart operatorlarini izma-iz qo'yish ham mumkin, buning uchun bir shart operatori qavslari ya'ni kod yoziluvchi joyga boshqa shart operatorini qo'yish kerak, bu yo'l bilan bir necha shart operatorlarini qo'yish mumkin.

Case operatori

Case operatori ham shart operatori bo'lib hisoblanadi, uning qo'llanilishi quyidagicha:

```
int a = 3;
```

```

switch (a)
{
case 1:
System.Console.WriteLine(a);
break;
case 2:
System.Console.WriteLine(a);
break;
case 3:
System.Console.WriteLine(a);
break;
default:
System.Console.WriteLine("Xato");
break;
}

```

Yuqorida ko'rinib turganingizdek **case** operatori **switch** kalit so'zidan boshlangan. Undan keyin kod **case** larga bo'lindan, bu **case** lar **switch** kalit so'zi ichida ya'ni "{ " va "}" belgilari orasida joylashadi. Har bir **case** ning qiymati berilgan, agar yuqorida **switch** dan keyingi qavs ichiga yozilgan o'zgaruvchi qiymati biron bir **case** ning qiymatiga teng bo'lsa u holda shu **case** ichidagi kod ishlaydi. Agar teng bo'lmasa u holda **default** ichidagi kod ishlaydi. **Case** o'z qiymatiga yega bo'ladi va shu **case** ga tegishli kodning tamomlanganligini bildirish uchun kod oxiriga **break** kalit so'zi qo'yiladi, **break;** defaultda ham ishlatiladi. **Case** qiymati yozilgandan keyin (:) ikki nuqta qo'yiladi.

SIKL OPERATORLARI

While

While operatori sikl operatori bo'lib hisoblandi, dasturlashda keng **operatori** qo'llaniladi. Operatorning qo'llanilishi quyida ko'rsatilgan:

```

while (shart)
{

```

kod

```
}
```

Operator **While** so'zidan boshlanadi, izidan qavslar ichiga shart qo'yiladi. Agar shu shart qiymati **true** bo'lsa u holda operator ichiga ya'ni "{“ va “}” belgilari orasidagi kod ishlaydi. Masalan:

```
int a = 0;
```

```
while (a<10)
```

```
{
```

```
a++;
```

```
System.Console.WriteLine(a);
```

```
}
```

Bu kod ishlaganda ekranda 1 dan 10 gacha bo'lgan sonlarni chop qiladi. Shart a 10 dan kichik bo'lsa deb qo'yilgan, birinchi siklda aq0 bo'ladi, shart o'rinli, operator kodi ishlaydi, a soniga birni qo'shadi(aQQ;) va ekranda 1 sonini chop qiladi, yana boshiga qaytadi, yana shart o'rinli chunki aq1, a<10 sharti o'rinli yana kod ishlaydi, shu ketishda sikl ishlayveradi, agar a soni 10 ga teng yoki 10 dan katta (a>q10) bo'lsa sikldan chiqib ketadi.

do (While operatori

do (While operatori sikl operatori, bu operator ham while operatoriga o'xshab ketadi, qo'llanilishi quyida ko'rsatilgan:

```
int a = 1;
```

```
do (
```

```
{
```

```
System.Console.WriteLine(a);
```

```
a++;
```

```
}
```

```
while (a<=10);
```

a o'zgaruvchisiga 1 qiymati beriladi va sikl birinchi marta ishlaydi, ekranda a o'zgaruvchisi qiymatini chop qiladi va a soniga birni qo'shadi. **While** qatoriga kelganda shart tekshiriladi, agar shart o'rinli bo'lsa u holda sikl qaytadan ishlaydi.

Birinchi sikldayoq shart o'rinlanmay qolganda ham sikl bir marta ishlab qoladi. Chunki shart koddan keyin yoziladi.

For operatori

For sikl operatori dasturlashda boshqa sikl operatorilariga qaraganda ko'p qo'llaniladi. Bu operatorning qo'llanilishi quyida ko'rsatilgan:

```
for (int i = 1; i <= 10; i++){ System.Console.WriteLine(i);}
```

Sikl **for** so'zidan boshlangan, keyin qavs ochilgan, qavs ichiga yoziluvchi kodlar (;) belgisi bilan ajratilgan uch bo'lakka bo'lingan, qavs ichida birinchi bo'lakka siklni boshlovchi o'zgaruvchi va qiymati qo'yiladi, keyin siklning oxirini bildiruvchi o'zgaruvchi qiymati beriladi, uchinchi bo'lakka sikl o'zgaruvchisining o'sish yoki kamayish ifodasi yoziladi. Undan keyin **for** operatoriga tegishli "{", "}" qavslari ochiladi. Bu qavslar ichiga sikl aylanganda o'rinlanuvchi kod yoziladi. Yuqoridagi kodda i o'zgaruvchisi **int** tipidagi o'zgaruvchi qilib e'lon qilingan va qiymatini 1 qilib olingan, sikl oxiri i 10 dan kichik yoki teng bo'lsa deb olingan, ifodada ko'rinib turibdiki har sikl aylanganda o'zgaruvchiga bir soni qo'shib boriladi.

Bu dastur ishlaganda ekranda 1 dan 10 gacha bo'lgan sonlarni chop qiladi.

For operatorini qo'yish uchun oldin **for** so'zi yoziladi iziga qavs qo'yiladi.

Break buyrug'i

Bu buyruq **do** (**while**, **while**, **for** operatorlarida siklni to'xtatish uchun qo'llaniladi. Agar sikl ishlayotgan paytda sikldan chiqib ketish kerak bo'lsa **break** buyrug'idan foydalaniladi. Masalan:

```
int a = 1;
do (
{
if (a==6)
{
break;
}
System.Console.WriteLine(a);
```

a++;

}

while (a<=10);

goto buyrug'i bir qatordan boshqa qatorga ya'ni Label ga o'tishda qo'llaniladi. Label ni qo'yish uchun uning nomini yozib oxiriga (:) ikki nuqta qo'yish lozim. Keyin shu Label nomini goto buyrug'idan keyin yozish kerak, shunda dastur Label qo'yilgan joydan boshlab ishlab ketadi.

2.5. Sonli differensiallash va differensial hisoblash uchun dasturlar tuzish

Eyler usulining ishchi algoritmi ishlab shiqish

Bizga quyidagi birinchi tartibli differensial tenglama(Koshi masalasi)ni

$$y' = f(x, y) \quad (2)$$

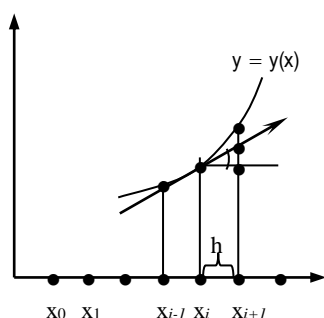
[a,b] oraliqdagi $y_0=y(x_0)$, $x_0=a$ boshlang'ich shartni qanoatlantiruvchi yechimini topish lozim bolsin.

Koshi masalasini Eyler usuli yordamida yechish uchun, dastlab differensial tenglamaning yechimi qidiriladigan [a,b] kesmani x_1, x_2, \dots, x_n tugun nuqtalar bilan bolaklarga bolamiz. Tugun nuqtalarning koordinatalari $x_{i+1}=a+(i+1)h$ ($i=0..n-1$) formula orqali aniqlanadi. Har bir tugunda $y(x_i)$ yechimning qiymatlarini chekli ayirmalar yordamida taqribiy y_i qiymatlar bilan almashtiriladi.

(2) differensial tenglamani x_i nuqta uchun yozib $y'(x_i) = f(x_i, y(x_i))$ olib, $y'(x_i) \approx \frac{y(x_{i+1}) - y(x_i)}{h}$ chekli ayirmali formuladan foydalanamiz va natijada quyidagi

Eyler formulasiga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} y(x_{i+1}) = y(x_i) + h \cdot f(x_i, y(x_i)) \\ x_{i+1} = x_i + h, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n \end{cases}$$



Ma'lumki, $y=f(x)$ funksiyaning $x=x_0$ nuqta atrofidagi Teylor qatoriga yoyilmasini quyidagicha yozish mumkin:

Ushbu cheksiz qatorning boshidagi ikkita qad bilan chegaralanib, birinchi tartibli hosila qatnashgan hadni

aniqlash natijasida quyidagi chekli ayirmali formulani hosil qilamiz:

$$y'(x_i) \approx \frac{y(x_{i+1}) - y(x_i)}{h} \quad (3)$$

Ushbu almashtirishning geometrik ma'nosini quyidagicha:

Hosilaning geometrik ma'nosiga ko'ra

$$y'(x_i) = \operatorname{tg}\beta = \frac{ED}{AD} = \frac{ED}{h}$$

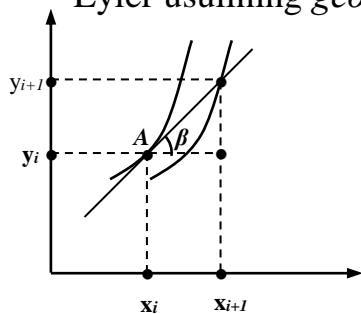
(3) dan $y'(x_i) \approx \frac{y_{i+1} - y_i}{h} = \frac{BD}{h} = \frac{ED}{h} + \frac{BE}{h} = y'(x_i) + \frac{BE}{h}$ Demak, chekli ayirmalar

formulasi hosilaning asl qiymatidan BE/h ga farq qiladi, ya'ni BE qancha kichik bo'lsa, chekli ayirma y' hosilaga shuncha yaqin bo'ladi. Rasmdan $h \rightarrow 0$ da $BE \rightarrow 0$ ekanini ko'rish mumkin. (2) va (3) dan $y'_i = f(x_i, y_i)$ ekanini hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$y'_{i+1} \approx y_{i+1} + h \cdot f(x_i, y_i) \quad (4)$$

Hosil qilingan (4) formula Eyler usulining asosiy ishchi formulasi bo'lib, uning yordamida tugun nuqtalarga mos bo'lgan differensial tenglamaning y_i xususiy yechimlarini topish mumkin. Yuqoridagi formuladan ko'rinib turibdiki, y_{i+1} yechimni topish uchun y_i yechimnigina bilish kifoya. Demak, Eyler usuli bir qadamli usullar jumlasiga kiradi.

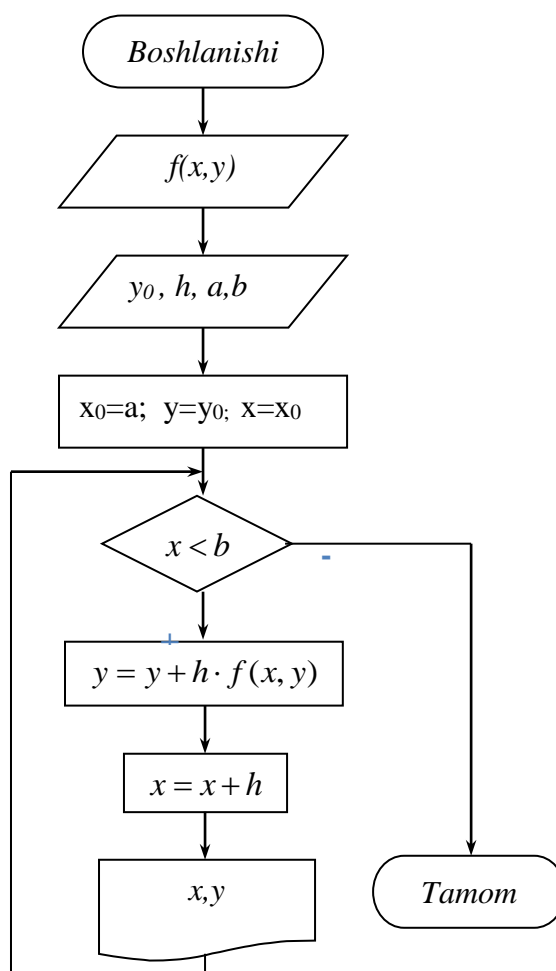
Eyler usulining *geometrik ma'nosini* quyidagicha:



A nuqta $x=x_i$ nuqtaga mos keluvchi yechim bo'lsin. Bu nuqtadan integral chiziqqa o'tkazilgan urinma x_{i+1} nuqtada boshqa integral chizig'ida y_{i+1} yechimni aniqlaydi.

Urinmaning og'maligi $\beta \cdot y'_i = f(x_i, y_i)$ hosila bilan aniqlanadi. Demak, Eyler usulidagi yo'l qo'yilgan asosiy xatolik yechimni bir integral chizig'idan boshqasiga o'tkazib yuborishi bilan xarakterlanadi.

Eyler usuliga mos algoitm blok-sxemasi



Runge-Kutta usulining ishchi algoritmi ishlab shiqish

Bir qadamli oshkor usullarning boshqa bir necha xillari sham majud bo'lib, ularning ichida amalda eng ko'p ishlatiladigani Runge-Kutta usuli shisoblanadi. Usul shartiga ko'ra shar bir yangi x_{i+1} tugun nuqtadagi y_{i+1} yechimni topish uchun $f(x,y)$ funksiyani 4 marta shar xil argumentlar uchun shisoblash kerak. Bu jihatdan Runge-Kutta usuli shisoblash uchun nisbatan ko'p vaqt talab qiladi. Lekin Eyler usulidan ko'ra aniqligi yuqori bo'lganligi uchun, undan amalda keng foydalaniladi.

Usulning ishchi formulasi quyidagicha yoziladi:

$$y_{i+1} = y_i + \frac{h}{6}(k_0 + 2k_1 + 2k_2 + k_3) \quad i = 0, 1, \dots$$

bu yerda $k_0 = f(x_i, y_i);$

$$k_1 = f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h}{2} \cdot k_0\right);$$

$$k_2 = f\left(x_i + \frac{h}{2}, y_i + \frac{h}{2} \cdot k_1\right);$$

$$k_3 = f(x_i + h, y_i + h \cdot k_2);$$

Demak, formulalardan ko'rinib turibdiki, Eyler usuli birinchi tartibli Runge-Kutta usuliga mos keladi.

Aniq yechimni analitik usulda hisoblash qulay bo'lishi uchun quyidagi tenglamani ko'rib chiqamiz.

$y' = \cos x$ tenglamani $[0,1]$ oraliqda $h=0.1$ qadam bilan $y(0)=1$ boshlang'ich shartni qanoatlantiruvchi yechimni topish kerak.

Yuqoridagi dasturlarga kerakli qiymatlarni kiritamiz. $x_0 = 0$; $y_0 = 1$;
 $f(x) = \cos x$; $a = 0$; $b = 1$; $h = 0.1$

$y' = \cos x$ uchun aniq yechim sifatida $y = \sin x + c$ ni olamiz. Boshlang'ich shartlarni qo'ysak, $1 = \sin 0 + c = 1$ Demak, $y = \sin x + 1$. Endi biz datur yordamida quyidagi natijaga ega bolamiz.

Olingan natijalarga mos qiymatlardan iborat jadval tuzamiz.

Nº	X:	Eyley usuli:	Runge-Kutta usuli:	Aniq yechim:
0	0	1	1	1
1	0,1	1,0995004165278	1,09908487737167	1,09983341664683
2	0,2	1,19750707431193	1,19634792474709	1,19866933079506
3	0,3	1,29304072322449	1,29081732190777	1,29552020666134
4	0,4	1,38514682262478	1,38154916186471	1,38941834230865
5	0,5	1,47290507881381	1,46763688206502	1,4794255386042
6	0,6	1,55543864030478	1,54822032246528	1,56464247339504
7	0,7	1,63192285903323	1,62249431996635	1,64421768723769
8	0,8	1,70159352996795	1,68971675333692	1,71735609089952
9	0,9	1,76375452679501	1,74921595824354	1,78332690962748
10	1	1,81778475738183	1,80039743829859	1,8414709848079

Natijalardan ko'rinib turibdiki, Runge-Kutta usulidan olingan natijalar Eyley usulidan olingan natijalarga ko'ra aniq yechimga ancha yaqindir.

X u l o s a

Mazkur bitiruv malakaviy ishidan asosiy maqsad – sonli differensiallash va differensial hisob, oddiy differensial tenglamalarni taqribiy yechish usullarini mukammal o'rganib, ular orqali turli xil dasturlar tuzishni takomillashtirib keyingi ish faolyatimga poydevor qurishdir.

Ushu bitiruv malakaviy ishda men oddiy differensial tenglamalarni taqribiy yechish usullarini o'rganishga harakat qildim. Algoritmalar, ulardan foydalanishni va ishlab chiqilgan algoritmalar yordamida dasturlar tuzishni o'rgandim.

Bu bitiruv malakaviy ishimni tayyorlash jarayonida men o'zim uchun bilgan bilmaganlarimni o'rgandim, va men o'rganishim kerak bo'lgan qirralari ko'pligini angladim. Endi kelajakda bu o'rganganlarim o'zinning mehnat faolyatimda juda katta samara beradi va asqotadi.

Bitiruv malakaviy ishida quyidagilar o'rganildi:

Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalarni mavjud bo'lgan yechish usullari va sonli yechish usullarini ishlab chiqish o'rganildi.

Ishlab chiqilgan usullarga asoslangan hisoblash algoritmini tuzildi.

Barcha tuzilgan algoritmalar uchun C# dasturlash tilida zamonaviy kompyuterlarga yaroqli dasturlar tuzuldi.

Tuzilgan dasturlar asosida hisoblash tajribalari o'tkazildi, ya'ni EHMda hisoblash ishlarini bajarib sonli natijalar olindi.

Olingan taqribiy yechimlarni xatoliklari nazariy xatoliklar bilan taqqoslab, shu taqqoslash asosida tahlil qilindi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

I. Asosiy manbalar

1. O'zbekiston Respublikasi "Ta'lim to'g'risidagi "gi qonuni, Marifat gazetasi 1997 yil 1-oktabr soni.
2. I.A.Karimov "Barkamol avlod - O'zbekiston taraqqiyotining poydevori" Toshkent Sharq nashriyoti 1999 yil.
3. O'zbekiston Respublikasi "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi " to'g'risidagi qonuni, " Xalq ta'limi jurnali" 1998 yil 2-soni.
4. M.H.Isroilov "Hisoblash metodlari" 1-qism. Toshkent. 1988 yil.
5. A.Boyzoqov, Sh.Qayumov "Hisoblash matematikasi asoslari". Toshkent 2000 yil.
6. Sh.A. Nazirov, M.M.Musayev, A.N.Nematov, R.V.Qobulov " Delphi tilida dasturlash asoslari " Toshkent G'.G'ulom nashriyoti 2008 yil.

II. Web-saytlar

1. WWW.Intuit.ru. Internet - Universitet informatsion texnologii. Moskva.
2. WWW.vilibray Kreenet.uz.
3. WWW.Intuit.ru
4. WWW.bank. Referatov.ru.
5. WWW.izone.com.uz.
6. www.dasturlash.uz
7. www.referat.uz