

Kafedra: «ET va YTEHT»

**Mavzu: ELEKTR TRANSPORTI ELEKTRMEXANIK MAJMUALARI
DINAMIKA VA CHIDAMLILIKNI OSHIRISHNI MATEMATIK
MODELLASHTIRISHDA UMUMIY HOLAT**

Tuzuvchi : Xromova G.A

ELEKTR TRANSPORTI ELEKTRMEKANIK MAJMUALARI DINAMIKA VA CHIDAMLILIKNI OSHIRISHNI MATEMATIK MODELLASHTIRISHDA UMUMIY HOLAT

Ma'ruza rejasi:

- 3.1. Modellash tirishning mo'ljallanishi va maqsadlari.**
- 3.2. Modellash tirishning asosiy mezonlari.**
- 3.3. Modellash tirish texnologiyasi.**
- 3.4. Modellash tirish yangi texnologiyasi.**
- 3.5. Modellash tirish masalalarini yechishning asosiy usullari.**
- 3.6. Chiziqli tenglamalar tizimini yechish.**
- 3.7. Nochiziqli tenglamalar tizimini yechish.**
- 3.8. MathCAD tizimida 2D va 3D grafiklarini qurish va formatlashtirish yo'llari.**

Kompyuterlarning asosiy ishlatish sohalaridan biri bu fizika, ximiya, biologiya hamda fan va texnikaning boshqa sohalarida matematik modellash tirishdir. Matematik modellash tirish asosida turli masalalarni yyyechishning sonli usullari yotadi. Ushbu bobda turli fizik, biologik va iqtisodiy hodisalarni Mathcad 14 tizimi, shuningdek boshqa qurilmalar asosida modellash tirish bo'yicha qator misollar keltirilgan.

3.1. Modellash tirishning mo'ljallanishi va maqsadlari

Modellash tirish – tadqiq qilinayotgan ob'yektni (original) uning shartli obrazi, tavsifi yoki boshqa ob'yekt (model) bilan almashtirish va original hususiyatlarini o'rganish yo'li bilan model hususiyatlarini o'rganishdir. Modellar va modellash tirish bilan kundalik hayotda har kuni to'qnash kelimiz. Bolalik davrida bolani o'yinchoqlar qurshab oladi: mashinalar, qo'g'irchoqlar va boshqalar – ya'ni mavjud predmetlarning alohida hususiyatlarini takrorlovchi modellar. O'yin davomida bola ular haqidagi muhim bilimlarga ega bo'ladi. Fikrlash davomida inson modellarning turlari bo'lmish kognetiv (hayoliy) modellardan iborat atrof-muhit ob'yektlari bilan mashg'ul bo'ladi.

Modellash tirishdan olinadigan amaliy foyda quyidagi ikki asosiy shart bajarilganda olinishi mumkin:

model originalga mutanosib bo'lishi kerak, ya'ni u original tavsiflarini tadqiqotchini qiziqtirayotgan yyyetarli darajada ifodalashi kerak;

model qandaydir signallar yoki model tavsiflarini fizik o'lchash bilan bog'liq muammolarni bartaraf etishi kerak.

Modellashtirish ikki asosiy maqsadlar bilan amalga oshirilishi mumkin:

hodisalar mexanizmini o'rganish uchun (o'rganish maqsadi);

ob'yektni boshqarish uchun, ya'ni model bo'yicha boshqariladigan eng maqbul ta'sirlarni ishlab chiqish uchun.

Ikkila xolda ham model ob'yektning qiziqtirayotgan signal yoki tavsiflarini aniqlash va bashorat qilish uchun yaratiladi.

3.2. Modellashtirishning asosiy mezonlari

Modellashtirish bir nechta asosiy mezonlarga asoslanadi. Ularni ko'rib chiqamiz.

Axborot yetarliligi mezon. Tadqiq qilinayotgan ob'yekt haqida ma'lumot mavjud bo'lmasa uning modelini qurish mumkin emas. Ikkinchi tomondan ob'yekt haqidagi ma'lumot to'liq bo'lsa, uning modelini tuzishdan ma'no yo'q. Ob'yekt haqidagi ma'lumotlarning qandaydir ma'lum miqdori mavjudki, shu xolda uning adekvat modeli qurilishi mumkin.

Amalga oshirilishi mumkinligi mezon. Yaratilayotgan model belgilangan tadqiqot maqsadiga noldan sezilarli darajada farq bilan erishish imkonini berishi kerak.

Modellarning ko'pligi mezon. Bu muhim mezon hisoblanadi. So'z yaratilayotgan model eng avvalo real tizimning tadqiqotchini qiziqtirayotgan xususiyatlarini aks ettirishi lozimligi haqida bormoqda. Mos ravishda, istalgan modeldan foydalanilganda voqe'likning ayrim tomonlarigina o'rganiladi. To'liqroq tadqiqot uchun tadqiq qilinayotgan ob'yektni turli tomonlardan va turli darajadagi detallatirish orqali ko'rib chiqish imkonini beruvchi qator modellardan foydalaniladi.

Agregatlashtirish mezon. Ko'p xollarda murakkab tizimni agregatlar (kichik tizimlar) dan tarkib topgan tizim sifatida tasvirlash mumkin. Ularni matematik ifodalash uchun ayrim standart matematik sxemalar yaroqli bo'lishi mumkin.

Parametrlashtirish mezon. Ushbu mezon model parametrlari noma'lum bo'lgan ma'lum tizim ko'rinishida qurilganligini anglatadi.

3.3. Modellashtirish texnologiyasi

Har bir aniq model uchun yuqorida keltirilgan mezonlarni qo'llash darajasi turlicha bo'lishi mumkin. Bu nafaqat tadqiqotchining hohishiga, balki uni modellashtirish texnologiyasiga rioya qilishiga ham bog'liq, har qanday texnologiya esa amallarning ma'lum ketma-ketligini talab etadi.

Hozirgi kunda *modellashtirish texnologiyasining* eng keng tarqalgani *kompleks modellashtirishdir*, bunda hisoblash texnikasi vositalaridan

foydalanilgan xoldagi matematik modellashtirish tushuniladi. Kompleks modellashtirishning mos texnologiyalari quyidagi amallarni bajarishni ko'zda tutadi:

- modellashtirish maqsadini aniqlash;
- konseptual modelni ishlab chiqish;
- modelni shakllantirish;
- modelni dasturiy amalga oshirish;
- model bilan tajribalarni rejalashtirish;
- tajriba rejasini amalga oshirish;
- modellashtirish natijalarini tahlili va izohi.

Modellashtirish texnologiyalarining ikkita keng sinflari mavjud. Birinchisi – *imitatsion modellashtirish* – modellashtirish ob'yektining qabul qilingan joizliklar doirasidagi o'zgarishlarni ifodalovchi parametrlarni hisoblashga asoslangan. Odatda asosiy joizliklardan biri ob'yektning tarkibi va modellashtirilayotgan hodisalarning o'tish shartlari o'zgarmasligi hisoblanadi. Ikkinchi sinf – *vaziyatli modellashtirish* – modellashtirish davomida hodisalarni o'zgartirish mumkinligiga asoslangan. U modellashtirishning alohida usullarini talab qiladi va Mathcad tizimida uni to'liq amalga oshirish imkoniyati mavjud emasligi sababli mazkur darslikda ko'rib chiqilmaydi.

Dinamika va chidamlilikni oshirishni matematik modellashtirish usullarining roli muhim hisoblanadi. Tashish hajmining to'xtovsiz oshishi bilan elektr transporti harakat tarkibining harakat tezligi va og'irligi ham osha bordi. Bu esa o'z navbatida elektr transporti vositalarining hafsizligini va benuqson ishlashini ta'minlashda ayrim muammolar tug'ilishiga olib qeldi. Jumladan, elektr transporti vositalarining mexanik qismlariga qo'yiladigan talablar o'sdi. Odatda bunday hollarda elektromexanika magistrantlaridan elektr harakatlanuvchi tarkib bajaradigan ishlar ahamiyatini, dinamik xarakterini, mexanik qismlarning ishdan chiqish sabablarini va ularni dinamik hisob-kitob qilish usullarini chuqur bilish talab qilinadi. Shuning uchun bu fanda ETM mexanik qismlariga qo'yiladigan zamonaviy texnologiyalar hakida tushincha, «elektr harakatlanuvchi tarkib (ekipaj) – yo'l» mexanik tuzilishining fizik (avvalom bor dinamik) xususiyatlarini, jarayonlar, dinamika va mustahkamlikka oid hisob-qitob usullari, ETM tuzilishining zamonaviy holati va uni rivojlashtirish tahlil qilish, umumlashtirilgan elektr mashinalarning matematik modeli, har-xil koordinatalar tizimlarida umumlashtirilgan elektr mashinalarning tenglamalari, ideallashtirilgan uch fazali mashinalarning matematik modeli, nochiziqli parametrli elektr mashinalarning matematik modelini, elektr harakat tarkibi jihozlariga ta'sir etuvchi faktorlarni aniqlashni ilmiy asoslashni, dinamik ta'sirlar natijasida yuzaga keladigan kuchlar ta'siridan himoyalashni, yo'lga, mexanik qismlarga va ularga ta'sir qiluvchi dinamik

kuchlar miqdorini kamaytirish va ularni hisoblashni, elektr transportining elementlari chidamliligini oshirish ustida sinovlar o'tkazish va ularni modellashtirishni, elektr transporti mustahkamligiga oid dinamik hisoblashlarni, elektr transporti tarkibini takomillashtirish, loyihalash va yaratish jarayonlarida yangi texnologiyalarni qo'llashni, elektr transportidagi kismalar dinamikasiga va chidamliligini oshirishni matematik modellashtirishga oid amaliy topshiriqlar uchun algoritm va matematik modellar tuzishning ilmiy asoslashni, «Interperator + kompilyator + MathCad» usullaridan foydalanishda lozim bo'lgan dasturlarni yaratish va ular yordamida elektr harakat tarkibi elementlari dinamikasi va ular chidamliligini oshirishni matematik modellashtirishni bilish lozim.

Tashish jarayonining intensivlashuvi natijasida (elektr transporti harakat tarkibining og'irligi va harakat tezligini ortishi) uning havfsiz va soz ishlashini ta'minlash muammolari sezilarli murakkablashdi, yer usti transport tizimlarining elektromexanik qismlariga talablar ortdi. Bunday sharoitda elektromexanik-magistrantlar tomonidan harakat tarkibining ish xususiyatlarini, yuklanish xarakteri, elektromexanik qismlar asosiy uzellarining ishdan chiqishi sabablarini chuqur tushunish, elektr transporti elektrotexnik kompleksini matematik modellashtirish usullarini virtual texnologiyalarni keng qo'llagan holda egallash, dinamik va mustahkamlikka hisoblashlarni EHM (MATHCAD) dan foydalanib bajarish usullarini o'rganish alohida ahamiyat kasb etadi.

3.4. Modellashtirish yangi texnologiyasi

Kompyuterlarning asosiy ishlatish sohalaridan biri bu fizika, ximiya, biologiya hamda fan va texnikaning boshqa sohalarida matematik modellashtirishdir. Matematik modellashtirish asosida turli masalalarni yechishning sonli usullari yotadi.

Har bir aniq model uchun yuqorida keltirilgan mezonlarni qo'llash darajasi turlicha bo'lishi mumkin. Bu nafaqat tadqiqotchining hohishiga, balki uni modellashtirish texnologiyasiga rioya qilishiga ham bog'liq, har qanday texnologiya esa amallarning ma'lum ketma-ketligini talab etadi.

Hozirgi kunda *modellashtirish texnologiyasining* eng keng tarqalgani *kompleks modellashtirishdir*, bunda hisoblash texnikasi vositalaridan foydalanilgan xoldagi matematik modellashtirish tushuniladi. Kompleks modellashtirishning mos texnologiyalari quyidagi amallarni bajarishni ko'zda tutadi:

- modellashtirish maqsadini aniqlash;
- konseptual modelni ishlab chiqish;
- modelni shakllantirish;
- modelni dasturiy amalga oshirish;

model bilan tajribalarni rejalashtirish;
tajriba rejasini amalga oshirish;
modellashtirish natijalarini tahlili va izohi.

Modellashtirish texnologiyalarining ikkita keng sinflari mavjud. Birinchisi – *imitatsion modellashtirish* – modellashtirish ob'yektining qabul qilingan joizliklar doirasidagi o'zgarishlarni ifodalovchi parametrlarni hisoblashga asoslangan. Odatda asosiy joizliklardan biri ob'yektning tarkibi va modellashtirilayotgan hodisalarning o'tish shartlari o'zgarmasligi hisoblanadi. Ikkinchi sinf – *vaziyatli modellashtirish* – modellashtirish davomida hodisalarni o'zgartirish mumkinligiga asoslangan. U modellashtirishning alohida usullarini talab qiladi va Mathcad tizimida uni to'liq amalga oshirish imkoniyati mavjud emasligi sababli mazkur darslikda ko'rib chiqilmaydi.

Ayrim xollarda matematik model tenglamalar yordamida ifodalanadi, ular modellashtirilayotgan hodisa va tizimning fizik mohiyatini ko'rib chiqish davomida kelib chiqadi. Biroq ko'pincha modellashtirilayotgan ob'yektlar va tizimlar ifodasi formal xarakterli bo'lib, turli mohiyatli ko'plab hodisalar bir turdagi tenglamalar (algebraik, differensial va boshqa) yordamida ifodalanishiga asoslanadi. Bu xolda *formal* modellar haqida fikr yuritiladi.

Bundan tashqari, hodisalar, tizimlar va ularning modellari nostatsionar va statsionar bo'lishi mumkin. *Nostatsionar modellar* parametrlarini vaqtga bog'liqligi bilan tavsiflanadi. *Statsionar modellarda* bunday bog'liqlik yo'q. Tabiiyki, nostandart hodisalarni modellashtirish statsionar hodisalarni modellashtirishdan ancha murakkab.

Modellar ulardan foydalanish muvaffaqiyatli bo'lishiga ta'sir etuvchi qator xususiyatlarga ega. Ulardan eng muhimlariga to'xtalamiz.

Adekvatlik – modelning tadqiq qilinayotgan real ob'yektga muvofiqlik darajasi. U hech qachon to'liq bo'lmaydi. Amaliyotda model tadqiqot maqsadlariga qoniqarli aniqlikda erishish imkonini bersa, u adekvat hisoblanadi.

Oddiylik (murakkablik) – modelning yana bir tavsifidir. Model ob'yektning qanchalik ko'p xossalarini ifodalasa, u shunchalik murakkab bo'ladi. Model murakkab bo'lgan har qanday xollarda ham uning adekvatligi yuqori bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun tadqiqotning kerakli natijalariga erishish imkonini beruvchi eng sodda modelni topishga harakat qilish lozim.

Potensiallik (bashorat qilish mumkinligi) – modelni tadqiq qilinayotgan ob'yekt haqida yangi bilimlar berishi, uning o'zgarishi va xususiyatlarini bashorat qilish qobiliyatidir.

3.5. Modellashtirish masalalarini yechishning asosiy usullari

Model va tajribalar rejasini dasturiy amalga oshirish bosqichida modellashtirish masalalarini yyyechish usullarini tanlash lozim. Burda usullarning uchta asosiy guruhlaridan foydalaniladi:

grafik – grafiklarni qurish va tahlil qilishga asoslangan baholovchi tahminiyl usullar;

analitik – analitik ifodalar (tor doiradagi masalalarni yyechish uchun yaroqli) ko`rinishida olingan yyechimlar;

sonli – turli sonli usullarni qo`llashga asoslangan murakkab matematik masalalarni yyechish.

Analitik yyechimni olishga kam xollarda erishiladi va ko`pincha misol chiziqli yaqinlashuvdagi soddalashtirilgan ko`rinishida bo`lganda olinadi. Yyechimning asosiy vositasi EHMda hisobiy tajribalar orqali amalga oshiriladigan algoritmik yondashuvdir. Olinadigan yyechim doimo qandaydir hatolikka ega. Ma'lumki, yaqinlashgan  $x$  va aniq  $x_U$  qiymatlar farqi ko`rinishidagi absolyut

$$\varepsilon = x - x_U$$

va nisbiy xatoliklar mavjud

$$\Delta = \varepsilon G'x_U.$$

Yyechimdagi xatoliklarni mavjudligi qator sabablarga bog`liq. Ularning asosiylari quyidagilar:

Matematik model real hodisaning taxminiy tavsifidir (model xatoligi).

Boshlang`ich shartlar, odatda, xatoliklarga ega, chunki ular tajriba (o`lchash) lar natijasi yoki yordamchi maslalar yyechimlaridir (ma'lumotlar xatoligi).

Masalalarni yechishda ishlatiladigan usullar aksariyat xollarda yaqinlashgan usullardir (uslubiy xatolik).

EHMga boshlang`ich shartlar kiritilayotganda, amallar bajarilishida yaxlitlashlar mavjudligi (hisobiy xatolik).

1 va 2 bandlarda keltirilgan xatoliklarni yyechimning ushbu bosqichida bartaraf etib bo`lmaydi, ularni kamaytirish uchun matematik, ayrim xollarda esa konseptual modelni qurishga qaytish va masala shartlarini aniqlashtiruvchi qo`shimcha tajribalar o`tkazishga to`g`ri keladi.

Hisoblash masalasini asoslanganligini baholash – hisoblash usulini tanlash va matematik modelni qurishdagi yana bir zarur talabdir.

Hisoblash masalasi to`g`ri qo`yilgan bo`lsin. Masalaning nazariy barqarorligi uning yyechimi imkon qadar kichik xatolik bilan aniqlanishini bildiradi, faqat kiritilayotgan ma'lumotlar yyetarli darajada kichik xatolikka ega bo`lishi kafolatlanishi lozim. Biroq amalda ularning aniqligi cheklangan ( $\varepsilon_M$  q  $2^{-PQ1}$  qiymatdan ancha katta bo`lgan kattalik bilan, ε_M – mashina aniqligi, p – tartibi, yaxlitlash kesish yo`li bilan amalga oshiriladi).

Kiritilayotgan ma'lumotlarning kichik, lekin yakuniy xatoliklari yyechimga qanday ta'sir ko`rsatadi? Natija qanchalik farqlanadi? Bunga

masalaning *asoslanganligi* tushunchasi, ya'ni hisoblash masalasini kiritish ma'lumotlari xatoliklarining kichikligiga sezgirligi javob beradi.

Agar kiritilayotgan ma'lumotlar xatoligi kichikligi yyechim xatoliklari kichikligiga olib kelsa masala *yaxshi asoslangan*, agar xatoliklar farqi katta bo'lsa, *yomon asoslangan* hisoblanadi. Ko'pincha asoslanganlik darajasini miqdoriy bahosi – *asoslanganlik soni* tushunchasini kiritish mumkin. Uni yyechim xatoligini uni keltirib chiqargan kiritilayotgan ma'lumotlar xatoligiga nisbatan ehtimoliy ortishi koeffitsienti ko'rinishida keltirish mumkin: agar ushbu xatoliklar teng bo'lmasa absolyut asoslanganlik soni

$$\Delta(y^*) \leq v_{\Delta} \cdot \Delta(x^*)$$

yoki nisbiy asoslanganlik soni (xatoliklar o'rniga ularning chegaralari keltirilishi ham mumkin)

$$\delta(y^*) \leq v_{\delta} \cdot \delta(x^*)$$

Yomon asoslangan masalalar uchun $v_{\delta} \gg 1$ (barqaror emaslik $v_{\delta} \rightarrow \infty$).

v_{δ} ning qanday qiymatlarida masala yomon asoslangan deb hisoblash mumkin? Bu yyechim aniqligiga qo'yilgan talablar va boshlang'ich shartlarning aniqligini ta'minlash darajasiga bog'liq.

Agar 0,1 % aniqlikda yyechim olish talab etilayotgan va kiritilayotgan ma'lumotlar 0,02 % aniqlikda bo'lsa, u xolda v_{δ} q 10 da ham asoslanganlik yomon hisoblanadi.

Biroq agar boshlang'ich shartlar $\delta(x^*) \leq 0,0001$ % xatolik bilan berilgan bo'lsa, v_{δ} q 10^3 da masala yaxshi asoslangan bo'ladi ($\delta(y^*)$ q 0,1 %).

Hisoblash usullari dasturiy amalga oshirish uchun qulay ko'rinishga qayta o'zgartiriladi. Sonli usullarning quyidagi sinflari farqlanadi:

- *ekvivalent qayta o'zgartirishlar usuli* – boshlang'ich masala bir xil yyechimli boshqa masala bilan almashtiriladi: $f(x)$ q 0 nochiqli tenglama ildizlarini aniqlash $F(x)$ q $(f(x))^2$ global minimum nuqtalarini izlashga keltiriladi;

approksimatsiyalash usullari – boshlang'ich masala yyechimi boshlang'ich masala yyechimiga yaqin bo'lgan masala bilan almashtiriladi;

yakuniy-farqli usullar, xosilalarni yakuniy farqlar bilan almashtirishga asoslangan, masalan

$$f'(x) \approx \frac{f(x+h) - f(x)}{h};$$

to'g'ri (aniq) usullar – yyechim cheklangan sonli elementar amallar (arifmetik va ildizdan chiqarish) natijasida olinishi mumkin. Ko'pchilik to'g'ri usullar yaxlitlash xatoliklariga sezgirligi sababli EHMda qo'llash uchun yaroqsiz;

iteratsion usullar – masala yyechimiga bosqichma-bosqich yaqinlashish usullari. Bunda yyechimga boshlang'ich yaqinlashuv beriladi, yaqinlashuvlarning iteratsion ketma-ketligi quriladi. Agar yaqinlashuv yyechimga olib kelsa, iteratsion jarayon maqbul hisoblanadi. Usul maqbul

boʻlgan koʻpchilik boshlangʻich yaqinlashuvlar usulning maqbullik sohasi deb nomlanadi;

statistik sinashlar (Monte-Karlo) usuli – tasodifiy kattaliklarni modellash va masala yechimlarini statistik baholashga asoslangan (katta tizimlarni modellash uchun).

Sonli usullar tipik matematik masalalar atrofida guruhlanadi: tahlil, algebra, optimallashtirish, differensial va integral tenglamalarni yechish, sintez masalalari. Yechimning ushbu bosqichi aniq sonli usullarni tanlash va asoslash, kompyuter texnikasi vositalari yordamida dasturiy amalga oshirilishi mumkin boʻlgan algoritmnini ishlab chiqish bilan yakunlanadi.

3.6.Chiziqli tenglamalar tizimini yechish

Agar qandaydir nomaʼlumlar (masalan M_1) uchun koeffitsiyentlardan tuzilgan matritsani va tenglamalar tizimining ozod hadlaridan (masalan V_1) tuzilgan matritsa-vektorni shakllantirish mumkin boʻlgan n ta chiziqli tenglamalardan iborat tizim berilgan boʻlsa, u holda oliy matematika qoidalariga koʻra agar aniqlovchi $|M_1| \neq 0$, berilgan tizimning yechimi esa quyidagi koʻrinishda aniqlanishi mumkin (masalan, F matritsa-vektori):

$$F := M_1^{-1} \cdot V_1; F = \begin{pmatrix} 0.541 \\ 0.376 \\ 0.287 \end{pmatrix}$$

n ta chiziqli tenglamalardan iborat tizimni hisoblash etarlicha oʻrganilgan masala boʻlganligi uchun MathCAD da maxsus $\text{lsolve}(A,B)$ funksiyasi kiritilgan boʻlib, u n ta chiziqli tenglamalardan iborat tizimni berilgan matritsa koeffitsiyenti va ozod hadlar vektorida tizim yechimining matritsa vektoriga qaytaradi:

$$\text{lsolve}(M_1, V_1) = \begin{pmatrix} 0.541 \\ 0.376 \\ 0.287 \end{pmatrix}$$

3.7.Nochoiziqli tenglamalar tizimini yechish

MathCAD tizimida nochoiziqli tenglamalar tizimlarini yechishda maxsus soʻz – **Given** direktivasi bilan ochiladigan va quyidagi strukturaga ega boʻlgan maxsus hisoblash blokidan foydalaniladi:

Boshlangʻich shartlar **Given**

Tenglamalar

Cheklovchi shartlar

Find, Minerr, Minimize va **Maximize** funksiyalariga ega ifodalar. Boshlang'ich shartlar aniqlanayotgan o'zgaruvchilarning boshlang'ich qiymatlarini aniqlaydi va **var := value** ko'rinishida beriladi. Agar o'zgaruvchilar bir nechta bo'lsa boshlang'ich shartlar uchun vektor ifodalanishdan foydalanish mumkin. Tenglamalar har bir tenglamaning chap va o'ng qismlari orasida qalin tenglik belgisi qo'yilgan ko'rinishda beriladi: **exrr _ left = exrr _ right**. Cheklovchi shartlar odatda tenglamalar tizimini hisoblashda qanoatlantiriladigan tenglik yoki tengsizlik ko'rinishida beriladi.

x := 1; u := 1; z :- 0

Given

x + y = 5 - 2 - z²;

u³ + 4z = 4; x - y + z = e^z;

$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} := \text{Find}(x, y, z);$

x = 3.755; u = 0.342; z = 0.672.

MathCAD da foydalaniladigan operatsiyalarning ko'pchiligi xususiy «tezkoriga» ega:

Ctrl + G oldinda kelayotgan lotin harfini uning grekcha ekvivalentiga almashtiradi; Ctr + R π belgisini qo'yadi; Ctr + Shift + Z ∞ belgisini qo'yadi; li(-li) mavhum birlikni hosil qiladi;

? birinchi tartibli xosila;

Ctrl + Shift + ? n- tartibli xosila;

\ kvadrat ildiz;

Ctrl + \ n-tartibli ildiz;

Ctrl + Enter qo'shish va o'tkazish.

3.8. MathCAD tizimida 2D va 3D grafiklarini qurish va formatlashtirish yo'llari

Ikki o'lchamli grafiklarga dekart va qutbiy koordinatalar tizimidagi grafiklar kiradi. Bir marta yaratilgan bir turdagi grafikni boshqa turdagi grafikka qayta o'zgartirib bo'lmaydi (uch o'lchamli grafiklardan farqli o'laroq).

MathCad tizimida 2D va 3D grafiklarini qurish uchun «tezkor:

@ dekart tizimidagi grafiklarni tuzish;

Ctrl + 7 qutbiy tizimdagi grafiklarni tuzish;

Ctrl + 2 yuza grafigini tuzish.

Dekart tizimidagi grafikni tuzish uchun Graph panelida X-Y Plot tugmachasi bosilib, X va Y o'qlari bo'yicha to'ldiruvchilar o'rniga ikki qator

ma'lumotlar kiritiladi. Richagli mexanizmlarning matematik modellarini tuzishda va ularning kinematik sxemalarini animatsiyalashda (vizuallashtirishda) asosan dekart tizimidagi grafiklar ishlatilganligi uchun ularni formatlashtirish usullari bilan batafsil tanishish lozim.

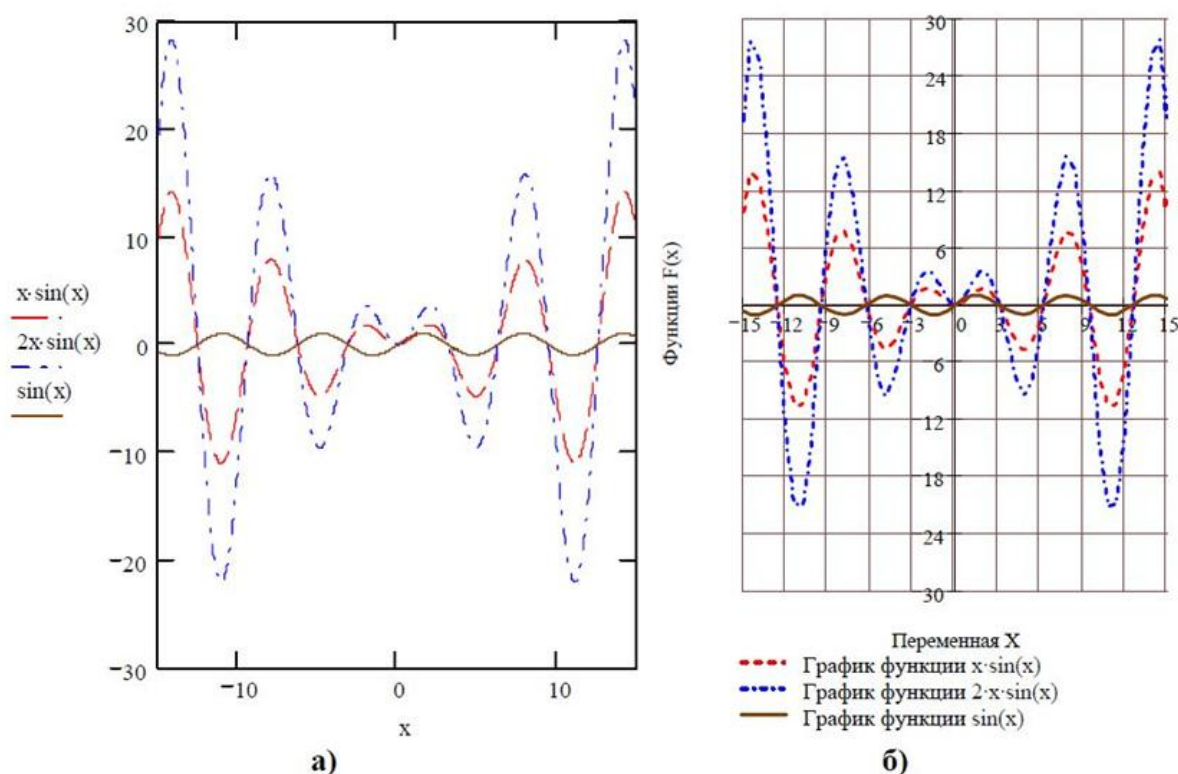
Dekart tizimidagi grafiklarni formatlashtirish uchun unda sichqonchaning chap tugmachasini ikki marta bosish kerak. Grafikni formatlashtirishni dialog oynasi 4 sahifaga ega:

X-Y Axes (X-Y o'qlar) – o'qlarni ifodalash parametrlarini kiritish;

Traces (Grafiklar) – o'qlarni ifodalash parametrlarini kiritish;

Labels (YOzuVlar) – o'qlardagi belgilar (yozuvlar) ifodalash parametrlarini kiritish; Defaults (Buyruqsiz bajariluvchi amallar) – parametrlarni buyruqsiz kiritish. Barcha formatlashtirish parametrlari faqat ajratilgan grafikka tegishli va zaruratga ko'ra o'zgartirilishi mumkin.

Formatlashtirilgan grafik qo'chirilganda uning barcha xossalari saqlanib qoladi. Har qanday grafik berilgan sohada joylashishi uchun koordinatalar o'qi bo'yicha o'zgarish chegaralari qat'iy belgilanishi lozimligini yodda tutish kerak. Bitta dekart tizimidagi grafikda bitta o'zgaruvchining uchta funksiyasini ifodalaymiz: (3.1- hegaralari qabul qilingan $x:=-15,-14.5..15$.



3.1-rasm. XY-grafigini qurish.

a – buyruqsiz bajarilish bo'yicha grafik; b – foydalanuvchining sozlashi asosidagi grafik

Bitta grafikda 16 tagacha turli bog'liqliklar keltirilishi mumkin. Grafikda yana bir egri chiziqni qurish uchun quyidagi amallar bajarilishi kerak:

Kiritish chiziqlari Y koordinata o'qidagi yozuvda turgan ifodani to'liq qamrab oladigan qilib joylashtirilsin.

«,» tugmachasi bosilsin.

Paydo bo'lgan to'ldiruvchiga ikkinchi egri chiziqqa tegishli ifodalar kiritilsin va sichqoncha tugmasi to'ldiruvchidan tashqari bo'lgan istalgan nuqtada bosilsin.

Shundan so'ng egri chiziq grafikda o'z aksini topadi.

Qutbiy grafikni qurish uchun Graph (Grafik) panelidagi Polar Plot tugmasini bosish kerak va to'ldiruvchilar o'rniga o'zgaruvchilar va funksiyalar nomi kiritiladi, ular qutbiy koordinatalar tizimida chizilgan bo'ladi.

Dekart tizimidagi grafikdagi kabi o'qlar bo'yicha ikkita vektor, vektorlar elementlari va turli birikmalardagi tartiblashtirilgan o'zgaruvchilar ajratilishi, shuningdek funksiya grafigini tezlik bilan qurilishi amalga oshirilishi mumkin.

O'zgaruvchining $\varphi := 0, 0.1\pi \dots 2\pi$ o'zgarish chegaralari berilgan holat uchun bitta grafikda bir o'zgaruvchining ikkita qutbiy funksiyalarini quramiz (3.2-rasm): $5-\cos(\varphi)$ va $5-\sin(2\varphi)$.

Dekart va qutbiy grafiklarda qo'shimcha chiziqlarni - markerlarni kiritish imkoniyati mavjud.

Marker bilan dekart tizimidagi grafikning koordinata o'qlari bo'yicha ayrim qiymatlariga belgi qo'yiladi. Marker son yoki o'zgaruvchilarga ega o'qqa perpendikulyar chiziqdan iborat. Markerni yaratish uchun quyidagilar talab etiladi:

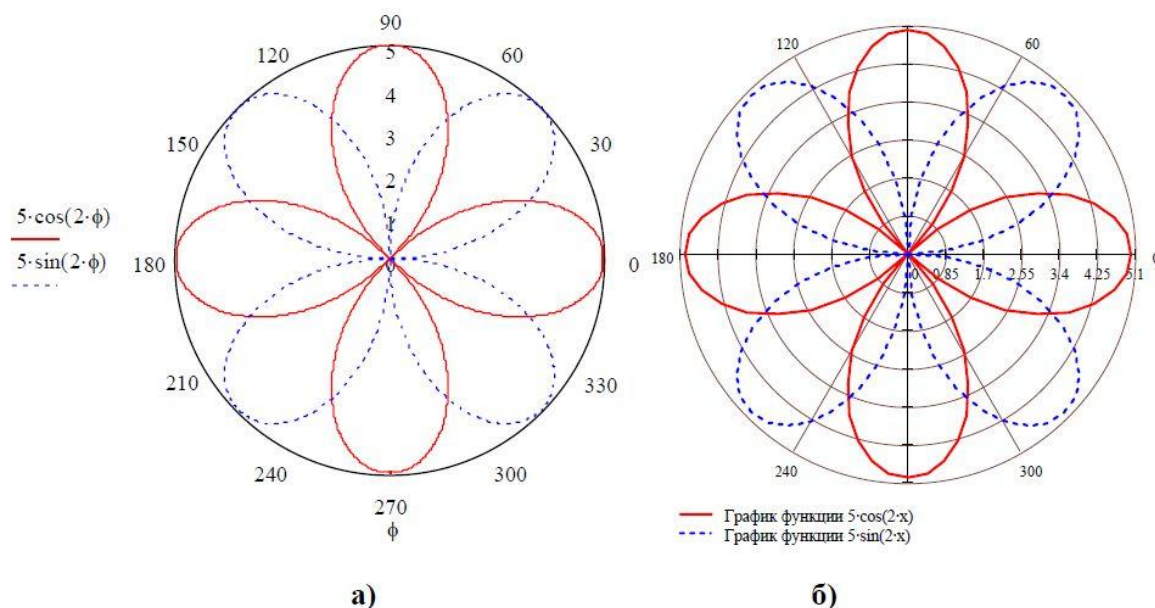
Grafik ustida tugmachani ikki qayta bosish.

X-Y Axes (X-Y o'qlar) ilovasiga Show Markers bayroqchasi o'rnatiladi (Markerlarni ko'rsatish).

3. Grafikda paydo bo'lgan to'ldiruvchiga son yoki qiymati o'qda marker bilan ifodalangan o'zgaruvchining nomi kiritiladi.

O'qlarning har birida ikkitadan marker o'rnatilishiga ruxsat etiladi. Agar ulardan faqat bittasi aniqlangan bo'lsa, u holda ikkinchisi ko'rinmaydi.

Qutbiy grafik markerlarining dekart tizimidagi grafiklar markerlaridan farqi shundaki, markerlar son yoki o'zgaruvchilar bilan ta'minlangan konsentrik aylanadan tarkib topgan. Ikkita marker o'rnatilishiga ruxsat etiladi.

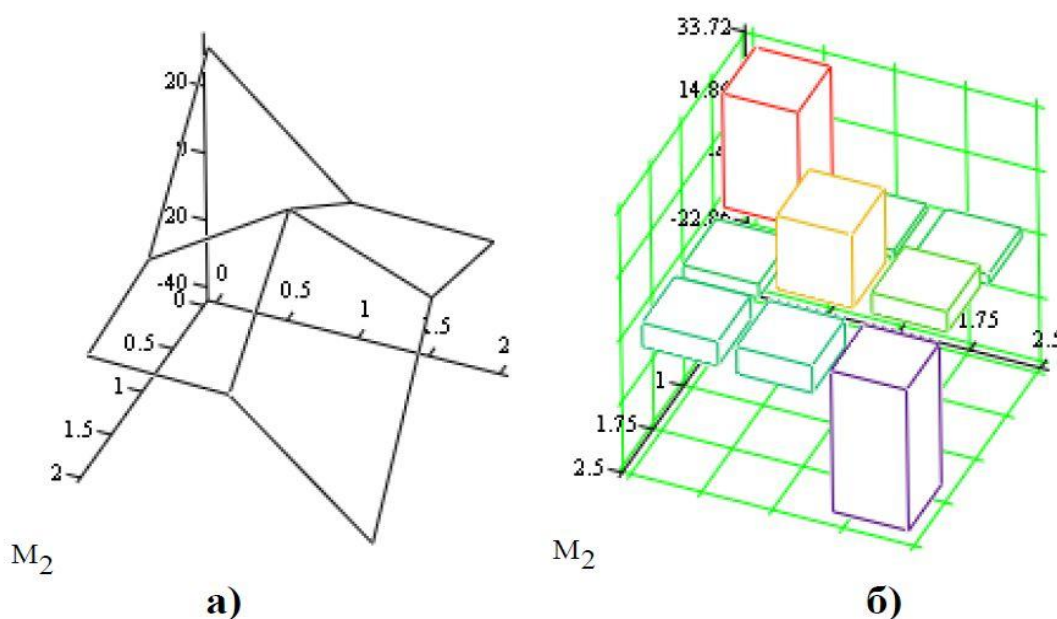


3.2-rasm. Qutbiy grafikni qurish

a – buyruqsiz bajarilish bo'yicha grafik; b – foydalanuvchining sozlashi asosidagi grafik

Uch o'lchamli grafik qurish uchun Graph (Grafik) panelidagi uch o'lchamli grafiklarning istalgan turi tasviri tushirilgan istalgan tugmachani bosish kerak. Natijada grafikning uchta o'q va chap pastki burchakda joylashgan yagona to'ldiruvchiga ega bo'sh sohasi hosil bo'ladi. Ushbu to'ldiruvchiga uch o'lchamli grafikni tezlik bilan qurish uchun ikki o'zgaruvchilar funksiyalarining nomi yoki tekislikda I ma'lumotlarning taqsimlanishini beruvchi matritsali o'zgaruvchining nomi kiritiladi.

Uch o'lchamli grafikda berilgan matritsalardan biri, masalan M_2 matritsa uchun ma'lumotlarning taqsimlanishini quramiz (3.3-rasm).



3.3-rasm. Uch o'lchovli grafikni qurish

a – buyruqsiz bajarilish bo'yicha grafik; b – foydalanuvchining sozlashi asosidagi grafik.

**“ELEKTR TRANSPORTI ELEKTRMEKANIK MAJMUALARI
DINAMIKA VA CHIDAMLILIKNI OSHIRISHNI MATEMATIK
MODELLASHTIRISH” fanidan ma’ruzaga
Taqriz**

Ma’ruzada modellashtirishning mo’ljallanishi va maqsadlari , modellashtirishning asosiy mezonlari , modellashtirish texnologiyasi , modellashtirish yangi texnologiyasi , modellashtirish masalalarini yechishning asosiy usullari , chiziqli tenglamalar tizimini yechish , nochiziqli tenglamalar tizimini yechish , MathCAD tizimida 2D va 3D grafiklarini qurish va formatlashtirish yo’llari mavzulari reja asosida yoritilgan. Ma’ruzada grafik ko’rinishida talabalar uchun tushunarli bo’lishi uchun MathCAD dasturida hisob kitoblar keltirilgan.

Modellashtirish – tadqiq qilinayotgan ob’yektni (original) uning shartli obrazi, tavsifi yoki boshqa ob’yekt (model) bilan almashtirish va original xususiyatlarini o’rganish yo’li bilan model xususiyatlarini o’rganishdir.

Modellashtirish bir nechta asosiy mezonlarga asoslanadi. Ularni ko’rib chiqamiz.

Axborot yetarliligi mezoni.

Amalga oshirilishi mumkinligi mezoni.

Modellarning ko’pligi mezoni.

Agregatlashtirish mezoni.

Parametrlashtirish mezoni.

Ma’ruzada bir necha modellashtirishning asosiy mezonlari yoritilib berilgan.

Bundan tashqari ma’ruzada modellashtirish texnologiyasi , modellashtirish yangi texnologiyasi , modellashtirish masalalarini yechishning asosiy usullari, chiziqli tenglamalar tizimini yechish , nochiziqli tenglamalar tizimini yechish va mathCAD tizimida 2D va 3D grafiklarini qurish va formatlashtirish yo’llari mukammal tarzda yoritilib berilgan.