

Samarqand davlat universiteti

Mexanika-matematika fakulteti
4-kurs talabasi

Quvondiqova Mehrinisoning

«Pillapoyali trayektoriya bo'ylab
elastik sharning harakati masalasini yechish» mavzuidagi

Malakaviy bitiruv ishi

Ilmiy rahbar: Buronov X.

Samarqand - 2018

PILLAPOYALI TRAYEKTORIYA BO'YLAB ELASTIK SHARNING HARAKATI MASALASINI YECHISH

M U N D A R I J A

Kirish.....	3
-------------	---

1-BOB. MODDIY NUQTANING ERKIN HARAKATI

1.1. Moddiy nuqtaning qarshiliksiz muhitdagi erkin tushishi	5
1.2. Gorizontga burchak ostiga otilgan jismning qarshiliksiz muhitdagi harakati	6

2-BOB. SHARCHA HARAKATINI MAPLE TILIDA DASTURLASH

2.1. Maple-tili bo'yicha boshlang'ich tushunchalar	11
2.2. Maple-tilining asosiy elementlari	12
2.3. Maple dasturida sharchaning pillapoya bo'ylab harakati misolida dasturlash	16
2.4. Zinalarga urilish paytidagi tezlik yo'qotilishini e'tiborga olish	22
Xulosa	30
Adabiyotlar	31

KIRISH

Masalaning qo'yilishi. Pillapoyali trayektoriya bo'ylab elastik sharning harakati masalasining matematik modeli fizika-matematika va dasturlash nuqtai nazaridan quriladi, bunda tezlikning yo'qotilishi jarayoni matematik paketlar yordamida tuziladi. Masalani yechish algoritmi tuziladi, hisob dasturi matematik paketlarda yaratiladi. Natijalar taqqoslanadi va tegishli xulosalar chiqariladi.

Mavzuning dolzarbligi. Informatika mexanika va matematika fanlarining o'zaro aloqasi chuqur va anchayin rivojlangan. Bu aloqa fizika-matematika yo'nalishida tahsil olayotgan guruhlarda ayniqsa seziladi. Bunday o'quvchi talabalarga dars berish davomida o'qituvchi matematika fizika va informatikadan yetarlicha bilim va ko'nikmaga ega bo'lishi kerak. Fanlararo munosabatlarni keng qo'llash o'quvchi talabalarda aniq natijalarni olishga bo'lgan ishtiyoqni oshirishga yordam berib, ularda dasturlash asoslarini shakllantiradi.

Oxirgi yillar davomida ko'pgina chet davlatlarda Maple matematik paketini o'rganish ushbu ta'lim yo'nalishlari o'quv rejalariga kiritilgan. Mamlakatimizda ham keng miqyosdagi dasturlash grafikasi imkoniyatiga ega ushbu paket oxirgi yillarda keng qo'llanilmoqda. Bu paketning o'ziga xos jihatlari borki, hatto dasturlash bo'yicha nomutaxassis ham ushbu dasturda bimalol ishlashi mumkin. Lekin ko'pgina hollarda o'quvchi paketning ba'zi buyruqlari va alohida proseduralari bilangina ishlab, mantiqiy belgilar, tarmoqlanish strukturasi va siklik strukturalardan foydalanmaydi. Bunday jarayonlarni bilish bo'lg'usi o'qituvchilarda eng sodda dasturlovchi mutaxassisligini ham shakllantiradi.

Bitiruv ishining obykti fanlararo uzviylikni Maple dasturi yordamida o'rnatish hisoblanadi.

Ishning maqsad va vazifalari. Bitiruv ishining predmeti matematik modellashtirish va dasturlashga qiziqishni fanlararo uzviylikni amalga oshirish hisoblanadi.

Bitiruv ishining maqsadi elastik sharning pillapoyali trayektoriya bo'ylab harakatining matematik modelini yaratish, Maple dasturi imkoniyatlarini fanlararo munosabatlarida aniqlashdan iborat.

Bitiruv ishida yechilishi kerak bo'lgan masalalar:

1. Maple dasturining o'quv-metodik adabiyotlari tahlilini o'tkazish davomida masalani yechishda kerak bo'ladigan imkoniyatlarini aniqlash;
2. Bitta masalani yechish: pog'onalari soni, kengligi va balandligi aniq bo'lgan pillapoya berilgan. Uning yuqori zinasidan boshlang'ich tezlik bilan sharcha dumalashni boshlaydi. Sharcha harakati bir zinadan ikkinchi zinaga tushayotgan paytda absolyut elastik deb olingan holda modellastirilsin.
3. Maple dasturi vositasida sharcha harakatining animasiyasi dasturi tuzilsin.

Ilmiy-tadqiqot metodlari. Malakaviy bitiruv ishida qarayotgan mexanik sistemalarning harakat differensial tenglamalarini tuzishda nazariy mexanika kursida o'rganilgan moddiy nuqtalar sistemasi dinamikasining asosiy tenglamasi qo'llaniladi. Hosil bo'lgan differensial tenglamalar chiziqli tenglamalar bo'lganligi uchun ulardan foydalanib pillapoyada erkin tushayotgan sharchaning harakatlari aniqlanadi.

Ishning ilmiy va amaliy ahamiyati. Malakaviy bitiruv ishida olingan natijalar mexanik sistemalarni saqlaydigan qurilmalar qo'llaniladigan texnikaning har bir sohasida mehnat qilayotgan injener-texniklar, matematika, mexanika, amaliy matematika, fizika mutaxassisliklari talabalari uchun foydali bo'ladi.

Ishning tuzilishi. Bitiruv malakaviy ishi kirish, ikki bob – birinchi bobda ikki paragraf, ikkinchi bobda to'rtta paragraf, xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iborat bo'lib, kirish qismida ishning mohiyati, qo'yilgan masala, masalani yechish usullari, ahamiyati qisqacha yoritilgan. Birinchi bobning birinchi paragrafida moddiy nuqtaning erkin tushish qonunlari keltirilgan, ikkinchi

paragrafida og'ma tushayotgan moddiy nuqtaning harakatlari tenglamalari keltirilgan. Ikkinchi bobning birinchi paragrafida Maple matematik paketi haqida qisqacha ma'lumotlar keltirilgan. Ikkinchi paragrafda Maple matematik paketining asosiy elementlari, iboralari keltirilgan. Uchinchi paragrafida sharchaning pillapoya bo'ylab harakatlanayotgan sharchaning Maple matematik paketida dasturi tuzilishi keltirilgan. To'rtinchi paragrafida zarba natijasida yo'qotilgan tezliklarni e'tiborga olgan holdagi dasturi keltirilgan.

Olingan natijalarning qisqacha mazmuni. Malakaviy bitiruv ishida pillapoya bo'ylab harakatlanayotgan sharchaning harakatlari tadqiq etilgan. Bunda harakatlarini ifodalash uchun Maple dasturi vositasida harakatlari o'rganilgan.

1-BOB. MODDIY NUQTANING ERKIN HARAKATI

1.1. Moddiy nuqtaning qarshiliksiz muhitdagi erkin tushishi

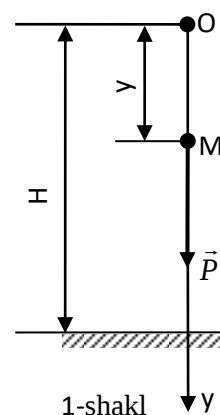
Og'irligi P ga teng moddiy nuqtaning Yer sirtidan (gorizontal tekislikdan) H balandlikdan qarshiliksiz muhitda erkin tushishini qaraymiz. Nuqtaning boshlang'ich holatini koordinatalar boshi deb olib, y o'qini vertikal pastga yo'naltiramiz (1-shakl).

Agar nuqtaning boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lsa, u holda boshlang'ich shartlar quyidagicha bo'ladi:

$$t = 0; y_0 = 0, \dot{y}_0 = 0, \quad (1.1)$$

Bu to'g'ri chiziqli harakatning differensial tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$m\ddot{y} = p = mg \Rightarrow \ddot{y} = g,$$



bu yerda g – erkin tushish tezlanishi.

Yuqoridagi tenglamani ikki marta integrallaymiz:

$$y = gt + C_1, \quad y = g \frac{t^2}{2} + C_1 t + C_2 \quad (1.2)$$

Bu tenglamalarga (1.1) boshlang'ich shartlarni qo'yib, C_1 va C_2 larni topamiz, ya'ni $C_1 = 0$, $C_2 = 0$.

C_1 va C_2 larni topilgan qiymatlarini (1.2) tenglamarga qo'yamiz:

$$\dot{y} = gt', \quad (1.3)$$

$$Y = gt^2 / 2 \quad (1.4)$$

Moddiy nuqtaning (1.3) va (1.4) tenglamalar bilan aniqlangan erkin tushish qonunini birinchi bo'lib Galiley tajriba yo'li bilan topgan. Nuqtaning harakat vaqti t_H ga teng bo'lsin, ya'ni $t = t_H$ bo'lsin. U holda (1.3) va (1.4) tenglamalardan:

$$t_H = \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad v_H = \sqrt{2gH} \quad (1.5)$$

1.2. Gorizontga burchak ostiga otilgan jismning qarshiliksiz muhitdagi harakati

Gorizontga biror α burchak ostida $\vec{v}_0$ boshlang'ich tezlik bilan otilgan jismning qarshiliksiz muhitdagi harakatini qaraymiz.

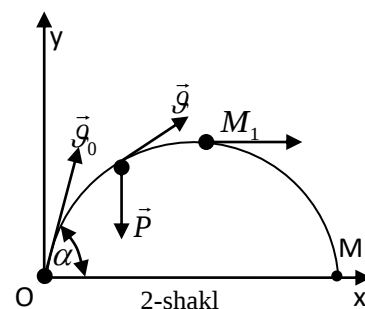
Koordinata boshini nuqtaning boshlang'ich holatiga joylashtirib, x o'qini gorizont bo'ylab o'ng tomonga, y o'qini vertikal bo'ylab yuqoriga yo'naltiramiz (2-shakl). Nuqta Oxy vertikal tekislikda harakatlanadi.

Boshlang'ich shartlar quyidagicha bo'ladi:

$$t = 0; \quad x_0 = 0, \quad y_0 = 0,$$

$$\dot{x}_0 = v_{0x} = v_0 \cos \alpha, \quad (2.1)$$

$$\dot{y}_0 = v_{0y} = v_0 \sin \alpha.$$



Moddiy nuqta bir jinsli og'irlik kuchlari maydonida harakatlanadi. Nuqtaning harakat differensial tenglamalarini, (1.2) tenglamalarni tuzamiz

$$m\ddot{x} = \sum_{(i)} F_{ix} = 0, \quad m\ddot{y} = \sum_i F_{iy} = -P = -mg$$

Bu tenglamalarning ikkala tomonini m ga bo'lib, quyidagi tenglamalarni hosil qilamiz:

$$\ddot{x} = 0, \quad \ddot{y} = -g. \quad (2.2)$$

tenglamalarni vaqt bo'yicha ikki marta integrallaymiz:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= C_1, & \dot{y} &= -gt + C_2; \\ x &= C_1t + C_3, & y &= -\frac{gt^2}{2} + C_2t + C_4.\end{aligned}\quad (2.3)$$

(2.1) boshlang'ich shartlarni (2.3) tenglamalarga qo'yib, $C_i (i=1,2,3,4.)$ o'zgarmaslarni topamiz, ya'ni

$$C_1 = v_0 \cos \alpha, \quad C_2 = v_0 \sin \alpha, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0.$$

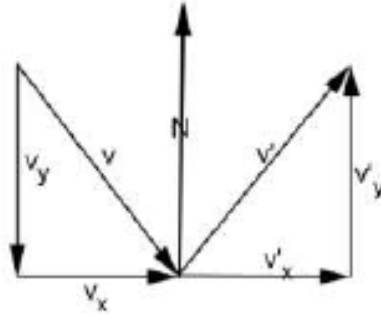
Natijada:

$$\dot{x} = v_0 \cos \alpha, \quad x = v_0 t \cos \alpha; \quad (2.4)$$

$$\dot{y} = v_0 \sin \alpha - gt, \quad y = v_0 t \sin \alpha - gt^2 / 2. \quad (2.5)$$

(2.4) tenglamalardan ko'rinib turibdiki, nuqta tezligining x o'qidagi proyeksiyasi o'zgarmas, ko'chish esa chiziqli qonun bilan, ya'ni tekis harakat qonuni bilan o'zgarar ekan. (2.5) tenglamalardan shuni aytish mumkinki, nuqta tezligining y o'qidagi proyeksiyasi chiziqli qonun bilan x ko'chishi esa tekis o'zgaruvchi harakat qonuni bilan sodir bolar ekan. Jism yuqoriga harakatlanganda uning tezligi bilan erkin tushishi tezlanishi qarama-qarshi yo'nalganligi uchun harakat sekinlanuvchan, pastga qarab harakatlaganda nuqta tezligi va erkin tushishi tezlanishi bir xil yo'nalganligi uchun harakat tezlanuvchan bo'ladi.

$$x = v_0 t \cos \alpha, \quad y = v_0 t \sin \alpha - gt^2 / 2.$$



Tenglamalardan vaqt t ni yo'qotib, traektoriya tenglamasini topamiz:

$$y = xtg\alpha - gx^2 / (2v_0^2 \cos^2 \alpha). \quad (2.6)$$

(2.6) tenglamadan ko'rinib turibdiki, nuqtaning harakat trayektoriyasi shoxlari pastga qaragan paraboladan iborat bo'kar ekan.

Endi jismning uchish uzoqligini, eng katta ko'tarilish balandligini va uchish vaqtini topamiz:

Nuqta yerga tushganda x o'qini ustida, ya'ni M nuqtada bo'ladi va $y_M = 0$. Buni (2.5) tenglamalarini ikkinchisiga qo'yib hosil bo'lgan.

$$v_0 t \sin \alpha - gt^2 / 2 = 0$$

tenglamadan t ni topamiz. $t_1 = 0$, $t_M = 2v_0 \sin \alpha / g$. $t_1 = 0$, nuqtaning boshlang'ich holatiga, t_M nuqtaning yerga tushgan holatiga mos keladi. t_M ning topilgan qiymatini (2.4) tenglamalarni ikkinchisiga qo'yib, uchish masofasini topamiz:

$$L = x_M = v_0 \cos \alpha \cdot 2v_0 \sin \alpha / 2 = \frac{v_0^2}{2} \sin 2\alpha. \quad (2.7)$$

(2.7) formuladan ko'rinib turibdiki, nuqtaning uchish uzoqligi v_0 boshlang'ich tezlik o'zgarmaganda otish buchagi α dan bog'liq bo'lar ekan.

Nuqtaning eng katta uchish uzoqligi $\sin 2\alpha = 1$ holiga mos keladi, bundan $\alpha = 45^\circ$. Demak, gorizontga 45° burchak ostida otilganda eng katta uzoqlikka uchar ekan.

Endi nuqtaning ko'tarilish balandligini topamiz. Nuqta eng katta balandlikka ko'tarilganda, ya'ni M_1 holatda tezlikning y o'qdagi proeksiyasi nolga teng bo'ladi ya'ni

$$v_{1y} = \dot{Y}_1 = v_0 \sin \alpha - gt_1 = 0,$$

bundan:

$$t_1 = v_0 \sin \alpha / g.$$

t_1 ning bu qiymatini (2.5) tenglamalarni ikkinchisiga qo'yib, nuqtaning ko'tarilish balandligini topamiz:

$$H = Y_1 = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha$$

Nuqtaning eng katta ko'tarilish balandligi $\sin \alpha = 1$ ga mos keladi, bundan $\alpha = 90^\circ$. Demak, otish burchagi $\alpha = 90^\circ$ bo'lganda v_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jism eng katta balandlikka ko'tarilar ekan.

Ma'lumki, sharchaning keyingi harakati davomida u pillapoyaning navbatdagi zinasiga tushib, siklik ravishda yana ushbu qoidalar asosida harakatlanadi.

(2.7) ko'rinishida olingan yechimlar maktab darsliklarida ham mavjud. Bu tenglamalar kompyuter modelini dasturlash uchun kerakli bo'lgan dastlabki formulalar hisoblanadi.

(2.7) tenglamalar boshlang'ich (x_0, y_0) shartlar asosida harakatni boshlagan sharchaning harakatini ifodalaydi. Sharcha keyingi pog'onaga urilganidan keyin sharchaga zinaning reaksiya kuchi ta'sir etadi va sharchaning harakati yangi qonun

bo'yicha amalga oshadi. Har bir keyingi zarbadan keyin sharcha harakati uchun boshlang'ich shartlar o'zgaradi.

Faraz qilamiz, j – pog'onada sharcha tezligining proyeksiyasi

$$v_{yj} = g(t_j - t_{j-1}) - v_{yj-1}$$

bo'lib, y bo'ylab harakat qonuni

$$y_j = -\frac{g}{2}(t_j - t_{j-1})^2 + v_{yj-1}(t_j - t_{j-1}) + (n - j)b$$

ekanligini hosil qilamiz.

Zinalarga urilishidan tezlikning yo'qotilishi.

Absolyut elastik zarba uchun zinaga urilgan sharcha qanday balandlikdan tushgan bo'lsa, shuncha balandlikka ko'tariladi. Lekin haqiqatda bunday bo'lmaydi. Zarba natijasida sharchaning tezligi yo'qoladi. Bu yo'qotishni e'tiborga olish uchun sharcha tezligini zarbadan keyingi tiklash koeffitsiyenti s ga ko'paytiramiz. Bu zarba nazariyasining asosiy gipotezasi hisoblanadi.

2-BOB. SHARCHA HARAKATINI MAPLE TILIDA DASTURLASH

2.1. Maple-tili bo'yicha boshlang'ich tushunchalar

Maple paketi matematik jihatdan to'g'ri qo'yilgan, unchalik murakkab dasturlashlarni talab etmasdan ko'pgina masalalarni yechish imkonini beradi. Bunda yechilayotgan masalalarni yechilishining ketma-ketligini bilish ba'zan yetarli bo'lib, bu ketma-ketliklarning ko'pchiligi uchun Maple paketi tayyor yechimlarga egaligi masalaning yechilishini soddalashtiradi. Shu bilan birga Maple paketi juda katta prosedura va funksiyalarga ega, bular qatoriga integrallash, differensial tenglamalar yechish v.h. Lekin bu Maple paketi umuman programmalashtirishni talab etmaydi degan ma'noni anglatmaydi.

Universal programmalardan farqli ravishda Maple da programmalashtirish alohida dasturlovchi bo'lishlikni talab etmaydi. Maple dasturi bir chaqiruvdan ancha murakkab masalalarni ham yechish imkonini beradi, bular qatoriga ifodaning ekstremumini topish, hosila va integrallarni topish, algebraik va differensial tenglamalar sistemasini yechish, murakkab funksiyalarning grafiklarini yasash kabi masalalar kiradi.

Lekin murakkab ishlar (odatda dasturlashda yechiladigan) uchun mavjud Maple tilining dasturlaridan foydalangan holda Maple tilining bor kuchidan foydalanish imkonini yaratadi. Shuning uchun bitiruv ishining keyingi sahifalarida Maple paketida ko'p ishlatiladigan ba'zi elementlarni keltirib o'tamiz.

Maple dasturi amaliy sohalarda vujudga keladigan matematik xarakterdagi masalalarni yoritish uchun yetarlicha rivojlantirilgan imkoniyatlarga ega. Bu tilning o'ziga xos jihatlaridan biri matematik ilovalarning asosiy qismini o'z ichiga olishidir. Maple tili tradision matematikaning asosiy amallarini ishlatgan holda istalgan aniqlikdagi hisoblarni ham, ifodalarni shakl almashtirishlarni ham bajara oladi.

2.2. Maple-tilining asosiy elementlari

Maple tilini shartli ravishda to'rtta asosiy tuzuvchilarga ajratish mumkin: **alfavit, leksema, sintaksis va semantika** [1].

Ularning ikkita oxirgisi tilning mohiyatini tashkil etadi. Sintaksis dasturlash tilida mavjud bo'lgan iboralar vositasida aniq tartibga ega to'g'ri gaplarni tuzish imkonini beradi. Agar tilda tuzilgan iborada sistaktik xato mavjud bo'lsa, “^” ko'rinishidagi belgi chiqib, xato bor joyga murojaat qiladi.

Sintaksisdan farqli ravishda semantika algoritm jihatidan ularning qayta ishlatilishini aniqlaydi. Masalan,

“W:=57*sin(19.99);”

yozuvini qayta ishlash jarayonida W ga 57 va sinus funksiyasining ma'lum qiymatini ko'paytirishdan hosil bo'ladigan son beriladi.

Semantik xatolarga misol qilib quyidagi ifodaning yozilishini keltirishimiz mumkin: “A/B*C”, ifoda dastur tomonidan “(A*C)/B” kabi o'qiladi, lekin bir qarashda nomutaxassis uni “A/(B*C)” ko'rinishida ko'ramiz.

Maple tilining sintaksisi asosiy elementlardan iborat bo'lib, grammatik xatosiz iboralarni yozish imkonini yaratadi. Tilning asosiy elementlari quyidagilardan iborat:

Lotin alifbosining harflari (A .. ÷ ÷Z; a .. ÷ ÷z; 52 ta);

O'nli raqamlar (0 .. 9; 10 ta);

Maxsus belgilar (` ! @ # \$ % ^ & * () _ + { } : “ < > ? | - = [] ; ‘ , . / \ ; 32ta);

Kirill alifbosining harflari (A .. Ya; a . . ya;..64ta).

Maple dasturining sintaksisining asosiy elementlari quyidagi jadvallarda keltirilgan:

Jadval 1

Kalit so'zlar: anglatadigan ma'nosi:

if, then, else, elif, fi tilning shartli iboralari

if-for, from, in, by, to, while, do, od sikl bajarilishining konstruksiyaviy iboralari

proc, local, global, option, description, end tilning proseduralarni bajarish ifodalari

read, save ifodalarni o'qish va saqlash funksilari

done, quit, stop ishni yakunlash funksiyalari

union, minus, intersect to'plamlar ustida amallar

and, or, not tilning mantiqiy operatorlari

Mod modulni hisoblash operatori

Dasturlash tilining operatorlari uch turga bo'linadi: binar, unar va nular. Tilda mavjud unar operatorlar 2 jadvalda keltirilgan.

Jadval 2

Unar operator: operatorning ma'nosi:

\$ ketma-ketlikning prefiks operatori

+, - prefiks plyus, minus

{!|factorial} faktorial (postfiks operator)

. o'nli birlik nuqtasi(prefiks ili postfiks)

%<butun> belgi operatori

not mantiqiy inkorning prefiks operatori

&<qator> ishlatiladigan prefiks operatori

Tilda ruxsat etilgan binar operatorlari 3 jadvalda keltirilgan.

Jadval 3

Operator Ma'nosi: Operator ma'nosi:

+ + qo'shish < < dan kichik

- ayirish <= kichik yoki teng

* ko'paytirish > katta

/ bo'lish >= katta yoki teng

{**|^} daraja = teng

:= ta'minlash <> teng emas

Uchta nular operatorlar – bular %, %% va %%% (bitta, ikkita, uchta prosent belgilari) Maple tilining maxsus identifikatorlari bo'lib, ta'minlanayotgan qiymat sifatida mos ravishda oxirgi, bitta oldingi va ikkita oldingi hisoblangan natijalarni oladi.

Quyidagi ibora nular operatorlarining ishlatilishini namoyish etadi:

> AG:= 59: AV:= 64: AS:= 39: (%%+3*%+%%%-2); $\Rightarrow$ 238

> P:= proc() args; nargs; %, %% end proc: P(59, 64, 39, 17, 10, 44);

$\Rightarrow$ 6, 59, 64, 39, 17, 10, 44

Odatda nular operatorlar interaktiv ish jarayonida qo'llanilib, uchta oldingi amalga murojaat etish imkonini yaratadi.

Maple dasturida qo'llaniladigan tinish belgilari 4 jadvalda keltirilgan:

Jadval 4

: va ; - Maple tilida iboralarning tugashini anglatadi;

() – ifodalardagi hadlarni guruhlash, funksiya/prosedura amallarida argumentlarini kiritish imkonini beradi;

<> - foydalanuvchi tomonidan ifodalarni guruhlash uchun ishlatiladi;

{ } – berilgan to'plam elementlari strukturasini aniqlash;

[] – berilgan ro'yxatning strukturasini aniqlash va indekslangan ifodalardan elementlarni tanlash;

` ` , - hisoblashlar bajarilmaydigan ifodalarni ajratish;

Grafik bog'lanishlarning animasiya vositalari.

Hozirgi zamonaviy video-vositalarda amalga oshirilayotgan harakat effektlarini amalga oshirish uchun animasiya vositalari ishlatiladi.

Modulli *animate*-funksiyasi oddiy formatlash kodiga ega:

animate(<Funksiya>, <X-diapazon>, <A-diapazon> {, <Opsiya> })

bunda funksiya grafigi va bir nechta funksiyalar grafiklari bevosita animasiyalanayotgan obyekt hisoblanadi.

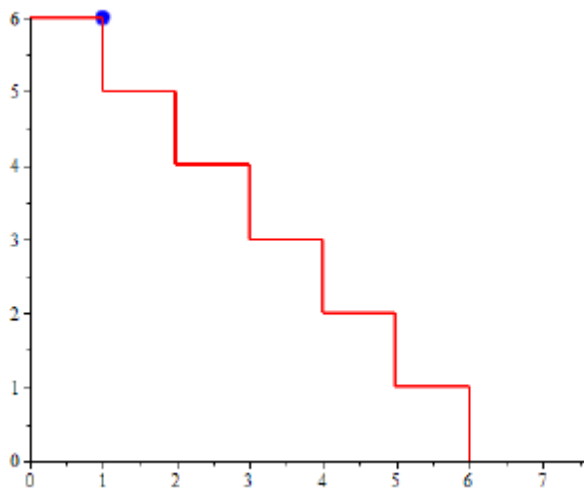
$F(X, A)$ funksiyasi ikki haqiqiy argumentli funksiya, X argument yetakchi argument, A argument animasiya argumenti. Funksiya vertikal Y argumentni inkor etmaydi.

Birinchi argument sifatida bir yoki bir nechta funksiyalarni kiritish mumkin (ular parametrik ko'rinishida ham berilishi mumkin).

$F(x, t)$ animasiyalanayotgan funksiya uchun $t = a..b$ oraliq teng bo'laklarga bo'linadi o'zgaruvchining ushbu bo'linish nuqtalarida "rasmga tushiriladi", va $F(x, tk)$ larning qiymatlari hisoblanadi. Bu freymlarning ketma-ket almashishi animasiya asosini tashkil etadi.

2.3. Maple dasturida sharchaning pillapoya bo'ylab harakati misolida dasturlash

Masala: Zinalarining balandligi va eni bir xil b ga teng bo'lgan pillapoyali zina berilgan bo'lsin. Pillapoyaning yuqorigi zinasidan boshlang'ich v_0 texlik bilan sharcha harakatlana boshlaydi. Sharchaning zinalarga urilish zarbasini absolyut elastik deb olib, sharcha harakatining modeli tuzilsin. Sharcha harakatining animasiyasi qurilsin.



1-rasm. Vertikal o'q $-(Oy)$, gorizontal o'q $-(Ox)$

Dasturlashdan oldin sharchaning oldingi paragraflarda ifodalangan erkin harakat tenglamalariga e'tibor berish kerak.

Dasturlash nuqtai nazaridan modellashtirish

Parametrlarining dastlabki qiymatlari: g – erkin tushish tezlanishi; b – zinalarning balandligi va kengligi; n – zinalar soni.

$g:=10;$

$b:=1;$

$n:=6;$

Dastlabki tezliklarning proyeksiyalari

$v_{0y}:=1.5; v_{0x}:=1.5;$

Massivlarni kiritamiz: $TM[j]$ – $j-1$ zinadan j zinagacha harakat vaqti; $XM[j]$ – sharchaning j zinada Ox o'q bo'ylab harakatlanishi koordinatasi.

$v_{1y}[j]$ – sharcha tezligining Oy o'qiga proyeksiyasi bo'lib, j ning har bir qiymati uchun ikki qiymatli funktsiya.

$TM[0]:=0; v_{1y}[0]:=v_{0y}; YM[0](t):=(-g*t^2/2+v_{0y}*t+n*b);$

Yuqori zina uchun $j=0$.

$> with(ArrayTools):$

$TM:=array(0..n-1):$

$XM:=array(1..n):$

$YM:=array(0..n-1):$

$YM[0](t):=(-g*t^2/2+v_{0y}*t+n*b);$

$TM[0]:=0;$

$v_{1y}:=array(0..n-1);$

$v_{1y}[0] := v_{0y};$

$st := \text{array}(1..n);$

Siklik ibora *while_do*, ni qo'llaymiz, bu ibora berilgan ifodani bir necha marta qayta bajarish uchun qo'llaniladi (*j* sikl o'zgaruvchisi bo'lib xizmat qiladi), uning o'zgaruvchisi 0 dan *n-1* gacha qabul qiymatlar qiladi. Bizning masalamizda bu ibora quyidagi formatga ega bo'ladi:

for j from 1 to n-1 do P end do;

bunda *P* –amallar ketma-ketligi.

Sharchaga ta'sir etayotgan og'irlik kuchi vertikal pastga yo'nalganligini e'tiborga olsak, gorizonta *Ox* o'qi bo'ylab esa hiech qanday kuch ta'sir etmayotganligini e'tiborga olsak, *Ox* o'qi bo'ylab harakat *t* vaqtning istalgan qiymatlari uchun

$$x = v_{0x} t + b$$

qonun bo'yicha o'zgaradi. Gorizonta tekislikka urilgan paytda tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'ladi. Shuning uchun tezlik vektorining birinchi koordinatasi o'zgarmaydi, ikkinchi koordinatasi esa ishorasini qarama-qarshisiga o'zgartiradi. Ya'ni,

$TM[j] := \text{evalf}(\max((st[j][1]), (st[j][2])));$

va topilgan qiymatlarni *TM[j]* massiviga beramiz. Sharchaning *Ox* o'qi bo'ylab ko'chishi *XM[j]* ni topamiz.

Keyingi zinaga sharchaning tushish tushmasligini aniqlash uchun *if* iborasini qo'llaymiz. Bu iboraning formati qaralayotgan masala uchun quyidagicha yoziladi:

*if (XM[j] <= ((j+1)*b)) then <P1> elif <LU2> then <PP2> end if {;|:} ,*

bunda *P1* – amallar ketma-ketligi:

agar $XM[j] \leq (j+1)$

shart bajarilsa, u holda qaytayotgan sharcha quyidagicha tezlikning vertikal tuzuvchisiga ega bo'ladi

$v_{1y}[j] := (g*(TM[j]-TM[j-1]) - v_{1y}[j-1]);$

va Oy o'qi bo'ylab quyidagi harakat qonuni asosida harakatlanadi

$YM[j] := \text{unapply}((-g*(t-TM[j])^2/2 + v_{1y}[j]*(t-TM[j]) + (n-j)*b, t));$

Aks holda tezlik ifodasida o'ng tomon – ishora bilan olinadi.

Sikl yakunlanganidan keyin $TM[j]$ massiv quriladi, bu sonlar va $YM[j](t)$ massiv qiymatlari – har bir $j, j=1..n-1$ nomerlar uchun hisoblanadi.

> for j from 1 to n-1 do

> $st[j] := \text{solve}(YM[j-1](t) - (nj)*b = 0, t);$

$TM[j] := \text{evalf}(\max((st[j][1]), (st[j][2])));$

> $XM[j] := \text{evalf}(\text{subs}(t=TM[j], v_{0x}*t+b));$

> if $(XM[j] \leq (j+1)*b)$ then

> $v_{1y}[j] := (g*(TM[j]-TM[j-1]) - v_{1y}[j-1]);$

$YM[j] := \text{unapply}((-g*(t-TM[j])^2/2 + v_{1y}[j]*(t-TM[j]) + (n-j)*b, t));$

> elif $((j+1)*b) < (XM[j])$ then

> $v_{1y}[j] := -g*(TM[j]-TM[j-1]) + v_{1y}[j-1];$

$YM[j] := \text{unapply}((-g*(t-TM[j])^2/2 + v_{1y}[j]*(t-TM[j]) + (n-j)*b, t));$

> end if;

> end do;

$> f_2 := YM[2](t);$

$f_1 := YM[1](t);$

$f_3 := YM[3](t);$

$vr_0 := v_1y[0];$

$vr_1 := v_1y[1];$

$vr_2 := v_1y[2];$

$f_4 := YM[4](t);$

$f_5 := YM[5](t);$

$t_con := solve(YM[n-1](t)=0, t);$

$t_c := max((t_con[1]), (t_con[2]));$

$> m_0(t) := YM[0](t);$

$m_1 := TM[1];$

$m_2 := TM[2];$

$m_3 := TM[3];$

$m_4 := TM[4];$

$m_5 := TM[5];$

- topilgan funksiyalarning nomlari o'zgartirildi. Bundan tashqari sharchaning yer sirtiga tushish vaqti t_con – topiladi, bunda

$YM[n-1](t)=0.$

Tegishli vaqt oraliqlarining ko'p o'zgaruvchili funksiyalarini quyidagi prosedura bilan aniqlaymiz:

```

piecewise(t_0 <= t and t < t_1, f_1(t), t_1 <= t and t < t_2, f_2(t), ...);
> fan(t):=piecewise(0<=t and t<=m_1 ,YM[0](t),m_1<t and t <= m_2 ,f_1,
m_2 < t and t <=m_3,f_2, m_3 <t and t <=m_4, f_3, m_4 <t and t
<=m_5,f_4,m_5
<t and t <=t_c,f_5);

```

with(plottools) paketi yordamida koordinasi $[z,u]$ bo'lgan sharchaning modelini yaratamiz. Prosedura yordamida sharchaning o'lchami va rangini aniqlashtirish mumkin:

```

> with(plottools):ball:=proc(z, u) plots[pointplot]([[z, u]],color=blue,
symbol=solidcircle,symbolsize=20)
end proc:
> anim_1:=animate(ball, [v_0x*t+b, fan(t)] , t=0..t_c,scaling = constrained,
frames = 100):

```

Endi sharchaning animasion harakati quramiz. Vaqtga bog'liq quyidagi parametr animasiya parametri hisoblanadi

```

{v_0x*t+b, fan(t)}
> anim_1:=animate(ball,[v_0x*t+b,fan(t)],t=0..t_c,scaling = constrained, frames
=100):

```

Pillapoyani quramiz

```

> F:=array(0..n-1):for k from 0 by 1 to n-1 do F[k]:=(display(line([b*k,(nk)*
b],[b*(k+1),(n-k)*b],color=red),line([b*(k+1),(n-k)*b],[b*(k+1),(n-k-
1)*b],color=red))) end do:

```

Barcha grafik obyektlarni birlashtiramiz

```
> display({F[0],F[1],F[2],F[3],F[4],F[5],anim_1},scaling=constrained );
```

x ning y ga bog'liqlik grafigi quyidagicha:

```
> with(plots):plot([v_0x*t+b,piecewise(0<=t and t<=m_1 ,YM[0](t),m_1<t and t  
<= m_2 ,f_1, m_2 < t and t <=m_3,f_2, m_3 <t and t <=m_4, f_3, m_4 <t and t  
<=m_5,f_4,m_5 <t_c ,f_5),t=0..t_c]);
```

2.4. Zinalarga urilish paytidagi tezlik yo'qotilishini e'tiborga olish

Oldingi paragraflarda biz zarba natijasidagi tiklash koeffitsiyentini $s=1$ deb oldik, ya'ni zarbani absolyut elastik deb hisobladik. Bitiruv ishining ushbu paragrafida sharchaning zinaga urilishida tiklash koeffitsiyentini birdan kichik deb olamiz, ya'ni, zarbani absolyut elastik zarba emas deb olamiz.

```
> restart;
```

```
> with(plots):
```

```
with(plottools):
```

Parametrlarning dastlabki qiymatlarini kiritamiz: g - erkin tushish tezlanishi;
 b – zinaning balandligi va kengligi; n – zinalar soni: s – tiklash koeffitsiyenti.

```
> g:=10 ;
```

```
b:=1;
```

```
n:=6;
```

```
s:=0.85;
```

Tezlik proyeksiyalaring qiymatlari

> $v_{0y}=1.35$; $v_{0x}=1.2$;

Massivlarni kiritamiz:

$TM[j]$ – $j-1$ zinadan j zinaga tushish vaqti;

$XM[j]$ – sharchaning Ox koordinatasi, (sharcha j zinaga tushgandagi).

$v_{1y}[j]$ – sharchaning Oy o'qi bo'ylab olgan tezlik proyeksiyasi bo'lib, har bir j uchun ikki qiymatli funksiya.

$YM[j](t)$ – sharcha harakatining Oy o'qdagi proyeksiyasi bo'lib, istalgan j exey ikki qiymatli funksiya.

$TM[0]=0$; $v_{1y}[0]=v_{0y}$; $YM[0](t)=(-g*t^2/2+v_{0y}*t+n*b)$;

Eng yuqorigi zina uchun $j=0$.

> *with(ArrayTools):*

$TM:=array(0..n-1)$;

$XM:=array(1..n)$;

$YM:=array(0..n-1)$;

$YM[0](t)=(-g*t^2/2+v_{0y}*t+n*b)$;

$TM[0]=0$;

$v_{1y}:=array(0..n-1)$;

$v_{1y}[0]=v_{0y}$; $st:=array(1..n)$;

$v_x:=array(0..n-1)$;

$v_x[0]=v_{0x}$;

$X := \text{array}(0..n-1):$

$X[0](t) := (v_0 x * t + b);$

Siklik ibora *while_do*, ni qo'llaymiz, bu ibora berilgan ifodani bir necha marta qayta bajarish uchun qo'llaniladi (*j* sikl o'zgaruvchisi bo'lib xizmat qiladi), uning o'zgaruvchisi 0 dan *n-1* gacha qabul qiymatlar qiladi. Bizning masalamizda bu ibora quyidagi formatga ega bo'ladi:

for j from 1 to n-1 do P end do;

bunda P – amallar ketma-ketligi:

Sharchaga ta'sir etayotgan og'irlik kuchi vertikal pastga yo'nalganligini e'tiborga olsak, gorizonta Ox o'qi bo'ylab esa hiech qanday kuch ta'sir etmayotganligini e'tiborga olsak, Ox o'qi bo'ylab harakat *t* vaqtning istalgan qiymatlari uchun

$x = v_0 x * t + b$

qonun bo'yicha o'zgaradi. Gorizonta tekislikka urilgan paytda tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'ladi. Shuning uchun tezlik vektorining birinchi koordinatasi o'zgarmaydi, ikkinchi koordinatasi esa ishorasini qarama-qarshisiga o'zgartiradi. Ya'ni,

$TM[j] := \text{evalf}(\max((st[j][1]), (st[j][2])));$

va topilgan qiymatlar bilan quyidagi massivni ta'minlaymiz

$TM[j]$. Sharchaning Ox o'qi bo'ylab ko'chishini topamiz $XM[j]$.

Sharchaning keyingi zinaga tushish – tushmasligini aniqlash uchun quyidagi *if* formatidagi iborani qo'llaymiz:

if ($XM[j] \leq ((j+1)*b)$) *then* <P1> *elif* <LU2> *then* <PP2> *end if* {;|:} ,

bunda P1 – amallar ketma-ketligi:

agar $XM[j] \leq ((j+1)$ shart bajarilsa, sharcha zarbadan keyin quyidagi vertikal tezlikka ega bo'ladi

$v_{1y}[j] := (g \cdot (TM[j] - TM[j-1]) - v_{1y}[j-1])$; va Oy o'q bo'ylab quyidagi qonun bo'yicha harakatlanadi

$YM[j] := \text{unapply}((-g \cdot (t - TM[j])^2/2 + v_{1y}[j] \cdot (t - TM[j]) + (n-j) \cdot b, t));$

Aks holda tezlikning o'ng tomoni minus ishora bilan olinadi.

Sikl tugagandan keyin quyidagi massiv iuriladi $TM[j]$ – bu sonlar va $YM[j](t)$ – massiv $j, j=1..n-1$ larning har bir nomeri uchun funksiya hisoblanadi.

> for j from 1 to n-1 do

> $st[j] := \text{solve}(YM[j-1](t) - (n_j) \cdot$

$b=0, t); TM[j] := \text{evalf}(\max((st[j][1]), (st[j][2])));$

> $XM[j] := \text{evalf}(\text{subs}(t=TM[j], X[j-1](t)));$

> if $(XM[j] \leq ((j+1) \cdot b))$ then

> $v_{1y}[j] := s \cdot (g \cdot (TM[j] - TM[j-1]) - v_{1y}[j-1]); v_x[j] := s \cdot v_x[j-1];$

$YM[j] := \text{unapply}((-g \cdot (t - TM[j])^2/2 + v_{1y}[j] \cdot (t - TM[j]) + (n-j) \cdot b, t));$

$X[j] := \text{unapply}(v_x[j] \cdot (t - TM[j]) + XM[j], t);$

> elif $((j+1) \cdot b) < (XM[j])$ then

> $v_{1y}[j] := -g \cdot (TM[j] - TM[j-1]) + v_{1y}[j-1]; v_x[j] := v_x[j-1];$

$YM[j] := \text{unapply}((-g \cdot (t - TM[j])^2/2 + v_{1y}[j] \cdot (t - TM[j]) + (n-j) \cdot b, t));$

$X[j] := \text{unapply}(v_x[j] \cdot (t - TM[j]) + XM[j], t);$

```

> end if;

> end do;

> f_2:=YM[2](t);f_1:=YM[1](t); f_3:=
YM[3](t);vr_0:=v_1y[0];vr_1:=v_1y[1];vr_2:=v_1y[2];f_4:= YM[4](t);f_5:=
YM[5](t);t_con:=solve(YM[n-1](t)=0,t); t_c:=max((t_con[1]),(t_con[2]));

> v_0:=v_x[0](t);v_1:=v_x[1](t);v_2:=v_x[2](t);v_3:=v_x[3](t);v_4:=
v_x[4](t);v_5:= v_x[5](t);

> m_1:= TM[1];m_2:=TM[2];m_3:=TM[3];m_4:=TM[4]; m_5:=TM[5];

> x_1:=X[1](t); x_2:=X[2](t);x_3:= X[3](t);x_4:= X[4](t);x_5:= X[5](t);

```

Sharchaning yerga tushish vaqti t_{con} – topildi, bunda $YM[n-1](t)=0$, yer sirti.

Vaqt intervallarini topish uchun:

```

piecewise(t_0 <= t and t < t_1, f_1(t), t_1 <= t and t < t_2, f_2(t), ...);

>X[0](t):=v_0x*t+b;YM[0](t):=(-g*t^2/2+v_0y*t+n*b);

fan(t):=piecewise(0<=t and t<=m_1 ,YM[0](t),m_1<t and t <= m_2 ,f_1, m_2 < t
and t <=m_3,f_2, m_3 <t and t <=m_4, f_3, m_4 <t and t <=m_5,f_4,m_5 <t and t
<=t_c,f_5);

> vn(t):=piecewise(0<=t and t<=m_1 ,v_0,m_1<t and t <= m_2 ,v_1, m_2 <
t and t <=m_3,v_2, m_3 <t and t <=m_4, v_3, m_4 <t and t <=m_5,v_4,m_5 <t
and t <=t_c,v_5);

```

```

> xn(t):=piecewise(0<=t and t<=m_1 ,X[0](t),m_1<t and t <= m_2 ,x_1,
m_2 < t and t <=m_3,x_2, m_3 <t and t <=m_4, x_3, m_4 <t and t
<=m_5,x_4,m_5 <t and t <=t_c,x_5);
> 6.49455292*5.470600088-
34.52910178;0.5324463750*5.470600088+2.680470022;

```

with(plottools) paketidan foydalanib, sharchaning modelini (o'lchami va rangi) yasaymiz.

```

>with(plottools): ball:=proc(z,u)
plots[pointplot]([z,u],color=blue,symbol=solidcircle,symbolsize=20) end proc:

```

Animasiyani kiritamiz

```

> anim_1:=animate(ball,[xn(t),fan(t)],t=0..t_c,scaling = constrained, frames
= 100):

```

Pillapoya rasmini chizamiz

```

> F:=array(0..n-1):for k from 0 by 1 to n-1 do F[k]:=(display(line([b*k,(nk)*
b],[b*(k+1),(n-k)*b],color=red),line([b*(k+1),(n-k)*b],[b*(k+1),(n-k-
1)*b],color=red))) end do:

```

Barcha grafik obyektlarni biriktiramiz.

```

> F1:=(display(seq(F[i],i= 0..n-1),scaling=constrained)):
> display({F1,anim_1},scaling=constrained,title=typeset(`n = `, n..`v_0x =
`,v_0x... `v_0y = `,v_0y...`s = `,s ), 'titlefont'=['TIMES', 16 ]);

```

Sharcha trayektoriyasi

$v_{0y}=1.35$; $v_{0x}=1.2$; $s:=0.85$

bo'lgan hol uchun.

```
with(plots):plot([xn(t),fan(t),t=0..t_c]);
```

Sharcha gorizontal tezligining vaqtga bog'lanish grafigi

$v_{0y}=1.35$; $v_{0x}=1.2$; $s:=0.85$ bo'lganda

```
> with(plots):plot(vn(t),t=0..t_c);
```

Sharcha vertikal tezligining vaqtga bog'lanish grafigi

$v_{0y}=1.35$; $v_{0x}=1.2$; $s:=0.85$ bo'lganda

```
> with(plots):plot(fan(t),t=0..t_c,title=typeset(`n = `, n..`v_0x = `,v_0x... `v_0y = `v_0y ), 'titlefont' = ['TIMES', 16 ]);
```

Sharcha gorizontal tezligining vaqtga bog'liqlik grafigi

$v_{0y}=1.35$; $v_{0x}=2$; $s:=0.85$ bo'lgan hol uchun

```
> with(plots):plot(vn(t),t=0..t_c);
```

Xulosa

1. Bitiruv ishida Maple matematik paketining mexanik masalalarni dasturlash orqali yechish uchun kerak bo'ladigan qisqacha ma'lumotlar keltirilgan;
2. Sharchaning pillapoyadan tushish masalasi uchun dastur tuzildi. Bunda ikki hol qaralgan: sharchaning zinaga urilishida zarbaning tiklash koeffitsiyenti 1 ga teng (absolyut elastik zarba) va tiklash koeffitsiyenti 1 dan kichik (elastik zarba);
3. Bitiruv ishida mexanika-matematika-informatika fanlararo munosabatlar o'rnatilgan.
4. Sharcha harakatining animasiyasi qurilgan.

Adabiyotlar

1. Aladyev V.Z. Osnovi programmirovaniya v Maple. – Tallin: Mejdunarodnaya Akademiya Noosferi, - 2006. – 301s.
2. Aladyev V.Z. Sistemi kompyuternoy algebri: Maple: Iskusstvo programmirovaniya.-M.: Laboratoriya Bazovix Znaniy, 2006, 792 s.
3. Aladyev V.Z., Shishakov M.L. ARM matematika.- M.: Laboratoriya Bazovix Znaniy, 2000, 751 s.
4. Vvedeniye v matematicheskoye modelirovaniye: Ucheb. posobiye / Pod red. P.V.Trusova. – M.: Logos, 2005. - 440s.
5. Gataullin A.M., Zaripov F.Sh. Konstruirovaniye obrazovatel'nogo prosessa v shkole na osnove principa mejdissiplinarnix svyazey. Jurnal "Sovremenniyeye problemi nauki va obrazovaniya" № 4, 2013 god. URL: www.science-education.ru/110-9649
6. Govoruxin V. N., Sibulin V. G. Vvedeniye v Maple. Matematicheskiy paket dlya vsekh. — M.: Mir, 1997. — S. 208
7. Goloskokov D. P. Prakticheskoy kurs matematicheskoy fiziki v sisteme Maple. — SPb.: OOO «PrakKom», 2010, - 643s.
8. Goloskokov D. P. Uravneniya matematicheskoy fiziki. Resheniya zadach v sisteme Maple. Izd-vo: «Piter», 2004. 544s
9. Dyakonov V. P. Maple 9.5/10 v matematike, fizike va obrazovanii. — M.: SOLON=Press, 2006. — S. 720
10. Dyakonov V. P. Matematicheskaya sistema Maple V R3/R4/R5. — M.: SOLON=Press, 1998. — S. 400

11. Ignatyev Yu.G. Matematicheskoye modelirovaniye fundamentalnix obyektov va yavleniy v sisteme kompyuternoy matematiki Maple. Leksii dlya shkoli po matematicheskomu modelirovaniyu. – Kazan: Kazanskiy universitet, 2014, - 298s.
12. Kirsanov M.N. Maple 13 va Maplet. Resheniye zadach mexaniki. M.: Fizmatlit, 2010, 349 s.
13. Kirsanov M.N. Praktika programmirovaniya v sisteme Maple. M.: Izdatelskiy dom MEI. – 2011. -208s.
14. Matrosov A.V. Maple 6. Resheniye zadach visshey matematiki i mexaniki. – SPb.: BXV-Peterburg, 2001, - 528 s.
15. Salexova L.L, Zaripov F.Sh. " Matematicheskoye va didakticheskoye modelirovaniye kak osnova podgotovki uchiteley dvoynogo profilya (matematika va informatika)". Izda-vo KFU, 2012. 47str.. Elektron variant http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/05_A5m-000001.pdf
16. Samarskiy A. A., Mixaylov A. P. Matematicheskoye modelirovaniye: Idei. Metodi. Primeri. — 2-ye izd., ispr. — M.: Fizmatlit, 2001. — 320 s.
17. Tarasevich Yu. Matematicheskoye va kompyuternoye modelirovaniye. Vvodniy kurs. – M.: Yeditorial-URSS. – 2001. – 342s.

Internet manbalar:

1. http://www.lib.grsu.by/library/data/links/aladiev/Download/Arm_book.zip
2. <http://www.gureev2006.narod.ru/Modelirovanie.htm>
3. <http://znanium.com>
4. <https://ru.wikipedia.org>
5. http://www.exponenta.ru/soft/maple/maple.asp__

**Samarqand davlat universiteti mexanika-matematika fakulteti 4-kurs
talabasi Quvondiqova Mehrinisoning «Pillapoyali trayektoriya bo'ylab
elastik sharning harakati masalasini yechish» mavzuidagi malakaviy
bitiruv ishiga**

TAQRIZ

«Pillapoyali trayektoriya bo'ylab elastik sharning harakati masalasini yechish» mavzuidagi bitiruv malakaviy ishi kirish, ikki bob, xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iborat bo'lib, kirish qismida ishning mohiyati, qo'yilgan masala, masalani yechish usullari, ahamiyati qisqacha yoritilgan. Birinchi bobda moddiy nuqtaning erkin tushish qonunlari keltirilgan. Ikkinchi bobda Maple matematik paketi haqida qisqacha ma'lumotlar keltirilgan, sharchaning pillapoya bo'ylab harakatlanayotgan sharchaning Maple matematik paketida dasturi tuzilishi keltirilgan.

Malakaviy bitiruv ishida pillapoya bo'ylab harakatlanayotgan sharchaning harakatlari tadqiq etilgan. Bunda harakatlarini ifodalash uchun Maple dasturi vositasida harakatlari o'rganilgan. Malakaviy bitiruv ishidagi barcha chizmalar matematik dasturlar vositasida olingan.

Quvondiqova Mehrinisoning «Pillapoyali trayektoriya bo'ylab elastik sharning harakati masalasini yechish» mavzuli malakaviy bitiruv ishlariga qo'yilgan talablarga to'liq javob beradi va muvaffaqiyatli himoya qilganda unga bakalavr darajasini berish mumkin, deb hisoblayman.

Taqrizchi:

F.Nomozov

**Samarqand davlat universiteti mexanika-matematika fakulteti 4-kurs
talabasi Quvondiqova Mehrinisoning «Pillapoyali trayektoriya bo'ylab
elastik sharning harakati masalasini yechish» mavzuidagi malakaviy
bitiruv ishiga**

MULOHAZA

Quvondiqova Mehrinisoning «Pillapoyali trayektoriya bo'ylab elastik sharning harakati masalasini yechish» mavzuidagi malakaviy bitiruv ishida pillapoyali trayektoriya bo'ylab elastik sharning harakati masalasining matematik modeli fizika-matematika va dasturlash nuqtai nazaridan qurilgan, bunda tezlikning yo'qotilishi jarayoni matematik paketlar yordamida tuzilgan. Masalani yechish algoritmi tuzilgan, hisob dasturi matematik paketlarda yaratilgan.

Malakaviy bitiruv ishida olingan natijalardan quyidagicha xulosalar qilingan:

1. Maple dasturining o'quv-metodik adabiyotlari tahlilini o'tkazish davomida masalani yechishda kerak bo'ladigan imkoniyatlarini aniqlangan;
2. Sharcha harakati bir zinadan ikkinchi zinaga tushayotgan paytda absolyut elastik deb olingan holda modellashtirilgan.
3. Maple dasturi vositasida sharcha harakatining animasiyasi dasturi tuzilgan.

Quvondiqova Mehriniso ishni bajarish davomida o'zining yaxshi tomonlari bilan ajralib turdi, uning «Pillapoyali trayektoriya bo'ylab elastik sharning harakati masalasini yechish» mavzuli malakaviy bitiruv ishi bitiruv ishlariga qo'yilgan talablarga to'liq javob beradi va muvaffaqiyatli himoya qilinganda unga bakalavr darajasini berish mumkin, deb hisoblayman.

Nazariy va amaliy mexanika kafedrası

dotsenti:

X.M.Buranov.