O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA –MATEMATIKA FAKULTETI

MATEMATIKA KAFEDRASI

ODDIY DIFFERENSIAL TENGLAMALAR *fanidan*

Ma'ruzalar matni

BUXORO-2018

Fanning ishchi dasturi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2017 yil “28”iyundagi “434” –sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan “Oddiy differantsial tenglamalar” fani dasturi asosida tayyorlangan.

Fan dasturi Oliy va o'rta maxsus kasb-hunar ta'lim yo'nalishlari bo'yicha O'quv-uslubiy birlashmalar faoliyatini Muvofiqlashtiruvchi Kengashining 2017 yil “27” iyundagi «5» - sonli majlisi bayoni bilan tasdiqlangan.

Tuzuvchi:
Sh.B.Merajova - Buxoro davlat universiteti “Matematika” kafedrasi katta o'qituvchisi.

Taqrizchilar:
H.R.Rasulov - Buxoro davlat universiteti “Matematika” kafedrasi dotsenti, fizika -matematika fanlari nomzodi.

N.H.Mamatova - Buxoro davlat universiteti “Matematika” kafedrasi dotsenti, fizika -matematika fanlari nomzodi.

ODDIY DIFFERENSIAL TENGLAMALARIDAN MA’RUZALAR MATNI
I-BOB BIRINCHI TARTIBLI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR
1-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Kirish. Differensial tenglamalarga keltiriladigan masalalar. Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglamalar, yechim tushunchasi, xususiy va umumiy yechim, integral chiziq, Koshi masalasi.Egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasini tuzish” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

1-ma’ruza	**Kirish. Differensial tenglamalarga keltiriladigan masalalar. Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli Differensial tenglamalar, yechim tushunchasi, xususiy va umumiy yechim, integral chiziq, Koshi masalasi.Egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasini tuzish**.
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Kirish. 2.Differensial tenglamalar haqida tushunchalar 3.Yechim tushunchasi, umumuiy yechim, integral chiziq, Koshi masalasi. 4.Egri chiziqlar oilasi,differensial tenglamalarga olib keladigan masalalar.
Asosiy tushuncha va atamalar	Differensial tenglama, differensial tenglamaning tartibi, xususiy hosilali differensial tenglama, egri chiziqlar oilasi, yechim, umumiy yechim, umumiy integral, integral chiziq, izoklina. Koshi masalasi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik

rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Kirish. Differensial tenglamalarga keltiriladigan masalalar. Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglamalar, yechim tushunchasi, xususiy va umumiy yechim, integral chiziq, Koshi masalasi.Egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasini tuzish" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2.Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi (1.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor savollar o'tkaziladi: 1)Differensial tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi? 2)Differensial tenglamani tartibini ayting? 3)Differensial tenglamaning umumiy yechimi, xususiy va maxsus yechimlarini ayting? Mavzu, mazmuning muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material beriladi(1.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(1.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini m'alum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak?	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar.

	3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi roli hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. Differensial tenglama deb nimaga aytiladi? 6. Differensial tenglama tartibi qanday aniqlanadi? 7. Yunalishlar maydoni qanday aniqlanadi va izoklinalar yordamida differensial tenglamaning integral chiziqlari qanday chiziladi? 8. Differensial tenglamaning integral chizig'i deb nimaga aytiladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(1.3-1.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(1.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

1.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

“Kirish. Differensial tenglamalarga keltiriladigan masalalar. Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglamalar, yechim tushunchasi, xususiy va umumiy yechim, integral chiziq, Koshi masalasi.Egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasini tuzish” mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Differensial tenglamalar fizika, mexanika, differensial geometriya, variyasion hisob, issiqlik texnikasi, elektrotexnika, kimyo, biologiya va iqtisod kabi fanlarda keng qullaniladi.
Bu fanlarda uchraydigan ko’plab jarayonlar differensial tenglamalar yordamida tavsiflanadi.Shu tenglamalarni o’rganish bilan tegishli jarayonlar haqida biror ma’lumotga, tasavvurga ega bo’lamiz.
Usha differensial tenglamalar, o’rganilayotgan jarayonning matematik modelidan iborat bo’ladi.Bu model qancha mukammal bo’lsa,differensial tenglamalarni o’rganish natijasida olingan ma’lumotlar jarayonlarni shuncha to’la tavsiflaydi.Shuni aytib utish kerakim, tabiatda uchraydigan turli jarayonlar bir xil differensial tenglamalar bilan tavsiflanishi mumkin.

Ta’rif. Differensial tenglama deb, erkli uzgaruvchi x, noma’lum funksiya y va uning hosilalari orasidagi bog’lanishdan iborat bo’lgan tenglamaga aytiladi.

U simvolik ravishda

$$F(x, y, y', y'', \ldots, y^{(n)}) = 0 \quad (1)$$

ko’rinishda yoziladi.

Bunda F ko’rilayotgan sohada o’z argumentlarining uzluksiz funksiyasidir.(1) tenglamada erkli uzgaruvchi, noma’lum funksiya va hosilalardan bir nechtasi qatnashmasligi mumkin. Lekin u differensial tenglama bo’lsa, u holda hosilalardan hech bo’lmaganda bittasi qatnashishi shart.

Differensial tenglama tarkibiga kirgan hosilalarning eng Yuqori tartibiga, differensial tenglamaning tartibi deyiladi.

Masalan (1) tenglama, n-chi tartibli differensial tenglamadir.

Agar tenlamadagi noma’lum funksiya faqat bitta erkli o’zgaruvchiga bog’liq bo’lsa, bunday tenglamaga oddiy differensial tenglama deyiladi (ODT).

Agar tenglamadagi noma’lum funksiya bir nechta erkli o’zgaruvchiga bog’liq bo’lsa, tenglamada har-bir erkli o’zgaruvchilar bo’yicha olingan xususiy hosilalar qatnashishi mumkin. Bunday differensial tenglamalarga xususiy hosilali differensial tenglama deyiladi.
Masalan $u(x, y)$ funksiya ikkita x, y agrumentga bog’liq bo’lsin.
U holda

$$F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \frac{\partial u}{\partial y}, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) = 0 \qquad (2)$$

tenglamaga ikkinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama deyiladi.

$$F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \frac{\partial u}{\partial y}\right) = 0 \qquad (3)$$

ga esa birnichi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama deyiladi.
Birinchi tartibli ODT ning umumiy ko’rinishi

$$F(x, y, y') = 0 \qquad (4)$$

dan iborat.

Agar bu tenglamani y' ga nisbatan yechish mumkin bo’lsa ya’ni

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y) \text{ yoki } y' = f(x, y) \qquad (5)$$

Tenglama hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglama deyiladi.

Bunda $f(x,y)$ funksiya R^2 tekislikning (sonlar tekisligi $R^2=\{(a,b); a\in R,\quad b\in R\}$ R - haqiqiy sonlar to'plami) G sohasida aniqlangan bo'lsin. Agar J (ochiq, yopiq yoki yarim ochiq) intervalda aniqlangan $y=\varphi(x)$
funksiya uchun quyidagi uchta shart:

1. $(x,\varphi(x))\in G, \qquad GCR^2, \qquad x\in J$
2. $\varphi(x)\in C^1(J)$
3. $\varphi'(x)\equiv f(x,\varphi(x)), \qquad x\in J$

bajarilsa, u holda bu funksiya J integralda (5) tenglamaning yechimi deyiladi.
Agar

$$y=\psi(x,c) \qquad (6)$$

(6) funksiya, (5) tenglamani qanoatlantirsa, unga tenglamaning umumiy yechimi deyiladi. Bunda $c-$ ixtiyoriy o'zgarmas son (parametr) Ba'zi vaqtlarda umumiy yechim oshkormas

$$F(x,y,c)=0 \qquad (7)$$

ravishda berilishi mumkin (6) yechimga, tenglamaning umumiy integrali deyiladi.

Tenglamaninng umumiy $y=\psi(x,c)$ yechimi yoki umumiy $F(x,y,c)=0$ integrali, geometrik nuqtayi nazardan, bitta parametrga bog'liq bo'lgan egri chiziqlar oilasini ifodalaydi. Tekislikda har-bir yechim egri chiziqdan iborat. Unga tenglamaning integral chizig'i deyiladi. (5)tenglamani geometrik nuqtayi nazardan tekshiramiz.

x va y o'zgaruvchini tekislikdagi nuqtaning dekart koordinatalari uchun qabul qilsak, u holda $f(x,y)$ funksiya aniqlangan G sohaning har-bir x, y nuqtasiga (5) tenglama, G sohaning har-bir nuqtadan o'tuvchi integral chiziqqa o'tkazilgan urinmaning burchak koeffisiyentini ifodalaydi. Boshqacha aytganda $\frac{dy}{dx}$ qiymatini mos qo'yadi. $\frac{dy}{dx}$ ningqiymati, $y=\varphi(x)$ integral chizig'ining ixtiyoriy nuqtasiga o'tkazilgan urinmaning absissa o'qining musbat yo'nalishi bilan tashkil etgan burchakning tg ini bildiradi. Ya'ni har-bir nuqtada urinmaning yo'nalishini aniqlaydi.Biz yunalishlar maydoniga ega bo'lamiz.

Demak geometrik nuqtai nazardan birinchi tartibli differensial tenglamani yechish, shunday chiziqlarni topish kerakkim uning har-bir nuqtasiga o'tkazilgan urinmaning yo'nalishi, shu nuqtadagi yo'nalishlar maydoniga mos kelsin.

TA'RIF. Bir xil yo'nalish maydoniga ega bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rniga izoklina deyiladi.

Izoklinalarga ko'ra, differensial tenglamalarning integral chiziqlarni chizish mumkin.

Izoklinalar usuli.

Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglama berilgan bo'lsin.

$$\frac{dy}{dx}=f(x,y) \qquad (5)$$

Differensial tenglamaning integral chiziqlarini chizish uchun quyidagi ishlarni bajarish kerak.

1. Agar berilgan differensial tenglama hosilaga nisbatan yechilmagan bo'lsa, dastavval uni hosilaga nisbatan yechib olamiz.
2. Integral chiziqlarning chapdan ungga tomon harakat etganda, uning yunalishini aniqlaymiz;

$$\frac{dy}{dx}=f(x,y)>0$$

sharti bajarilgan sohada integral chiziqlar Yuqoriga qarab yunaladi.

$$\frac{dy}{dx}=f(x,y)<0$$

sharti bajariladigan sohada integral chiziqlar pastga qarab yo'naladi.

3. Differensial tenglamaning izoklinarlar oilasi tenglamasini tuzamiz.

$$f(x,y)=k \qquad (k=0;\quad \pm 1;\quad 2,....)$$

Bunda k-parametr.

Bu izoklinalar ichida eng ahamiyatlisi $k=0;\ k=\pm 1$ qiymatdagi izoklinadir. $k=0$ bo'lganda berilgan differensial tenglama

$$f(x,y)=0$$

ko'rinishni oladi.

Bu integral chiziqlarning maksimum va minimum yotadigin nuqtalarining geometrik o'rni bo'lib, bunda

$$\begin{cases} f(x,y)=0 \\ f'_x(x,y)>0 \end{cases}$$

sharti bajariladigan sohada integral chiziqlarining minimum nuqtalari yotadi.

$$\begin{cases} f(x,y)=0 \\ f'_x(x,y)<0 \end{cases}$$

sharti bajariladigan sohada integral chiziqlarning maksimum nuqtalari yotadi.

$k=-1$ bo'lsa, $f(x,y)=-1$ izoklinani hosil qilamiz.

Integral chiziqlar, bu izoklina bilan kesishgan nuqtalarida burchak koeffisiyenti –1 ga teng bo'lgan urinmalarga ega bo'ladi. Ya'ni ular o'zaro 135^0 burchak ostida kesishadi $k=1$ bo'lganda $f(x,y)=1$ izoklina tenglamasiga ega bo'lamiz.

Integral chiziqlari bu izoklina chizig'i bilan burchak koeffisiyenti $tg\varphi=1$ ya'ni 45^0 burchak ostida kesishadi. Integral chiziqlarni yanada aniqroq chizish uchun bukilish nuqtalarining geometrik o'rnini topamiz.

Ma'lumki bukilish nuqtalarining geometrik o'rni, ikkinchi tartibli hosilani nolga tenglashtirish yo'li bilan aniqlanadi.

(5) tenglamaga asosan y'' ni topamiz:

$$y''=\frac{\partial f}{\partial x}+\frac{\partial f}{\partial y}\frac{dy}{dx}=\frac{\partial f}{\partial x}+f(x,y)\frac{\partial f}{\partial y}=f'_x(x,y)+f(x,y)f''_y(x,y)$$

Bundan

$$f'_x(x,y)+f(x,y)f'_y(x,y)=0 \qquad (8)$$

(8) tenglama bilan aniqlanuvchi chiziq bukulish nuqtalarining geometrik o'rnini aniqlaydi.

Bunda $y''=f''_x+ff''_y>0$

shartini qanoatlantiruvchi sohada integral chiziqlari botiq $(\cup)$ bo'lib,

$$y''=f'_x+f\cdot f'_y<0$$

shartni kanotlantiruvchi sohada integral chiziqlari qavariq $(\cap)$ bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga asoslanib, berilgan differensial tenglamaning integral chiziqlarini chizish mumkin.

Misol . $y'=2x-y$ tenglamaning integral chiziqlarini, izoklina yordamida chizing.

Yechish. Integral chiziqlarining harakat yo'nalishlarini aniqlaymiz:

Agar $y'=2x-y>0$ bo'lsa, $y<2x$ bo'ladi.

Bu shartni qanoatlantiruvchi sohada integral chiziqlar Yuqoriga qarab yunaladilar. $(\uparrow)$

Agar $y'=2x-y<0$ bo'lsa, $y>2x$ bo'ladi.

Bu sohada integral chiziqlar pastga qarab yo'naladilar. $(\downarrow)$

Izoklinalar oilasining tenglamasini tuzamiz:

$y'=2x-y=k$ bundan $y=2x-k$.

k=0 bo'lsin. U holda

$y=2x$ ga ega bo'lamiz.

$$\begin{cases} f(x,y) = 2x - y = 0 \\ f_x'(x,y) = 2 > 0 \end{cases}$$

Bundan $y=2x$.

$y=2x$ to'g'richizig'ida integral chiziqlarning minimum nuqtalari yotadi.

Integral chiziqlar maksimum nuqtaga ega emas. Chunki x va y ning ko'rilayotgan sohadagi hamma qiymatlari uchun

$f_x'(x,y) = 2 > 0$

$k=1$ bo'lsin. U holda $y=2x-1$ ga ega bo'lamiz. Integral chiziqlar bu tug'ri chiziq bilan 45^0 burchak ostida kesishadilar.

$k=-1$ bo'lsin. U holda $y=2x+1$ ga ega bo'lamiz. Integral chiziqlar bu to'g'ri chiziq bilan 135^0 burchak ostida kesishadi.

$k=2$ bo'lsin. U holda $y=2x-2$ ga ega bo'lamiz. Bu berilgan tenglamani yechimi bo'ladi.

Haqiqatan ham

$y'=2$, $2 \equiv 2x - 2x + 2$

tenglamaning integral chiziqlari bu integral chiziq bilan kesishmaydi.

Endi bukilish nuqtalarining geometrik o'rnini aniqlaymiz.

Buning uchun berilgan tenglamadan

$y''=2-y'=2-2x+y=0$

bundan

$y=2x-2$

Bu bukilish nuqtalarining geometrik o'rni.

$y>2x-2$ shartni qanoatlantiruvchi sohada integral chiziqlari botiq,

$y<2x-2$

shartni qanoatlantiruvchi sohada integral chiziqlari qavariq bo'ladi.

Bu ma'lumotlarga ko'ra, integral chiziqlarni chizish mumkin.

Koshi masalasi.

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

tenglama uchun Koshi masalasi deb, $x=x_0$ bo'lganda $y(x_0) = y_0$ shartini qanoatlantiruvchi yechimni topishga aytiladi. Boshqacha aytganda, tenglamaning shunday yechimini topish kerakkim, $f(x_0, y_0)$ nuqtasidan o'tsin. Koshi masalasini yechish uchun, dastavval berilgan differensial tenglamaning umumiy yechimi $y = \varphi(x,c)$ topiladi so'ngra $x = x_0$ $y(x_0) = y_0$ boshlangich shartlar yordamida parametr c ning qiymati $c = c_0$ aniqlanadi.

$y = \varphi(x,c)$ yechimdagi c o'rniga c_0 qo'ysak Koshi shartini qanoatlantiruvchi

$y = \varphi(x,c_0)$ yechimga ega bo'lamiz.

Ta'rif. (5) differensial tenglamaning Koshi masalasini qanoatlantiruvchi $y=y(x)$ yechimi xususiy yechim deyiladi. Ya'ni, boshqacha qilib aytganda, barcha nuqtalarida yagonalik sharti bajaraladigan yechim xususiy yechim deyiladi.

Ta'rif. Barcha nuqtalarida yechimning yagonalik sharti buziladigan yechim maxsus yechim deyiladi. Boshqacha qilib aytganda, (5) differensial tenglamaning (6) munosabat o'z ichiga olmagan yechimlari maxsus yechimlar deb ataladi. Differensial tenglama nazariyasida differensial tenglamaning barcha yechimlarini topish asosiy masala hisoblanadi. Agar differensial tenglamaning yechimini elementlar funksiyalar va ularning integrallari yordamida yozish mumkin bo'lsa, u holda differensial tenglama kvadraturalarda integralandi deyiladi.

Differensial tenglamaga keltiriladigan ba'zi bir masalalarni qaraymiz.

Masala. 1. Bitta parametrga bog'liq bo'lgan egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasi tuzilsin.

Yechish.Ma'lumki bitta parametrga bog'liq bo'lgan egri chiziqlar oilasining umumiy tenglamasi

$$F(x, y, c) = 0 \quad (9)$$

dan iborat. Bunda c- parametr bo'lib, F funksiya $x,\ y(x)$ larga nisbatan uzluksiz differensialanuvchi funksiya (9) dan

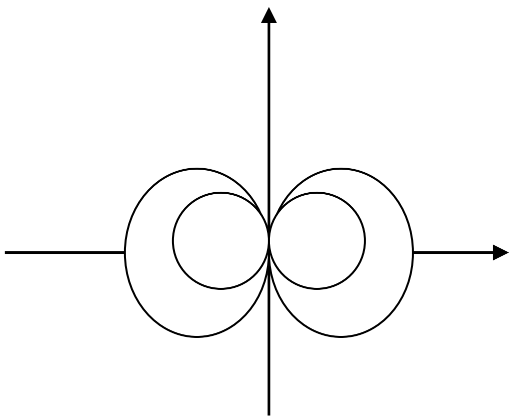
$$F_x^1 + F_y^1 \cdot y' = 0 \qquad (10)$$

hosilani olamiz. (9) va (10) dan parametr c ni yo'qotsak izlanayotgan $\phi(x, y, y') = 0$ differensial tenglamaga ega bo'lamiz.

Misol 2.Markazi absissa o'qida bo'lib, ordinata o'qiga urinuvchi aylanalar oilasining differensial tenglamasi tuzilsin.

u

x



Ma'lumki bunday aylanalar oilasining tenglamasi $(x-c)^2 + y^2 = c^2$ dan iboratdir, yoki ochib yozsak

$$F(x, y, c) \equiv x^2 - 2xc + y^2 - c^2 = 0 \qquad (11)$$

ga ega bo'lib, bundan

$$\begin{gathered} 2x - 2c + 2yy' = 0 \\ 2c = 2x + 2yy' \end{gathered} \qquad (12)$$

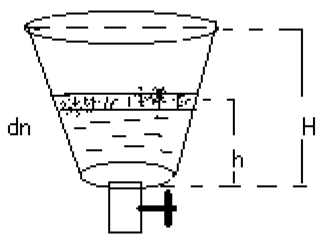
(11) va (12) dan

$$x^2 - x(2x + 2yy') + y^2 = 0$$

yoki $x^2 + 2xyy' - y^2 = 0$

Bu izlanayotgan differensial tenglamadir.Bu tenglamaning yechimi (11) dan iborat.

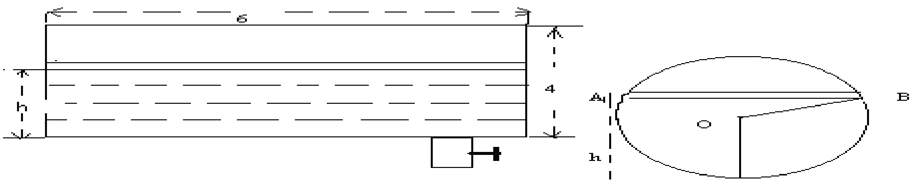
Masala3.Suyuqlikning idishdan oqib chiqishi uchun ketgan vaqtni aniqlash. Idishning ko'ndalang kesim yuzi S bo'lsin va u idishdagi suyuqlik balandligi h ning funksiya bo'lsin $S(h)$ Idish ichidagi suyuqlik idish ostida, ko'ndalang kesim yuzi ω bo'lgan jumrakdan oqib chiqadi. Bizga idish ichidagi suyuqlikning H dan h ga kelguncha ketgan vaqt $t$ni va suyuqlikning to'la



oqib chiqish uchun ketgan T vaqtni aniqlash talab etilsin.
Idishdagi suyuqlik miqdorning o'zgarish tezligi ϑ ham idishdagi suyuqlik balandiligi h-ning funksiya bo'lsin $\vartheta(h)$. dt vaqt ichida idishdan oqib chiqqan suyuqlik miqdori $d\vartheta$ silindir shaklida bo'lib, bu silindrning balandiligi $\vartheta(h)$ dt va asosi ω dan iborat bo'lgani uchun, oqib chiqqan suyuklik miqdori

$$d\vartheta = \vartheta(h)\cdot\omega dt \qquad (13)$$

dan iborat bo'ladi. Ikkinchi tomonidan bu oqib chiqqan suyuqlik miqdorini boshqacha ham hisoblash mumkin.



dtvaqt ichida idishdagi suyuklik satxi dh ga kamayadi.
U holda bu suyuqlik miqdori

$$d\vartheta = -S(h)dh \qquad (dh<0) \qquad (14)$$

dan iborat
(13) va (14) ga asosan

$$\omega\vartheta(h)dt = -S(h)dh$$

yoki

$$dt = -\frac{S(h)}{\omega\vartheta(h)}dh \qquad (15)$$

differensial tenglamaga ega bo'lamiz (15) ni integrallasak

$$t = -\int_H^h \frac{S(h)}{\omega\vartheta(h)}dh = \frac{1}{\omega}\int_h^H \frac{S(h)}{\vartheta(h)}dt$$

$$T = \frac{1}{\omega}\int_h^H \frac{S(h)}{\vartheta(h)}dh$$

Agar idish ostidagi jumrakning ko'ndalang kesim yuzi kichik bo'lsa, Torichelli qonuniga asosan, idishdan suyuqlikning oqib chiqish tezligi

$$\vartheta(h) = \mu\sqrt{2gh}$$

formula bilan aniqlanadi.
Bunda μ - suyuqlikning yopishqoqligiga, idish formasiga va boshqalarga bog'liq bo'lib suv uchun μ =0,6 ga teng.
U holda Yuqoridagi formulalar.

$$t = \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}}\int_h^H \frac{S(h)}{\sqrt{h}}dh, \quad T = \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}}\int_0^H \frac{S(h)}{\sqrt{h}}dh$$

ko'rinishga keladi.
Misol 4. Gorizontal holdagi silindrik bakning uzunligi 6 metr, diametri 4 metr. Bu bak ichidagi suyuklik radiusi $\frac{1}{12}$ metrli jumrakdan necha minutda oqib chikadi.

$AB = b$ bo'lsin

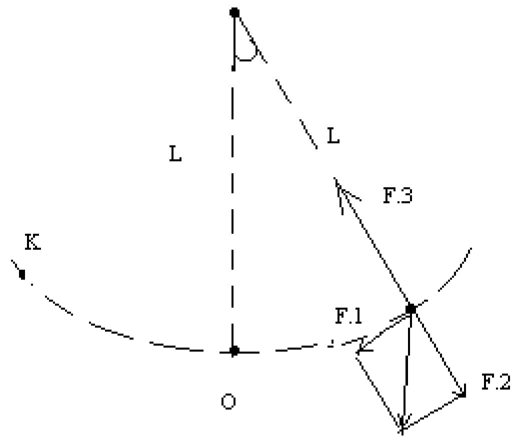
$$\left(\frac{b}{2}\right)^2 = 2^2 - (h-2)^2 \qquad \frac{b^2}{4} = 4 - h^2 + 4h - 4 = 4h - h^2$$

$$b = 2\sqrt{h}\sqrt{4-h} \qquad S(h) = 6\cdot b = 12\sqrt{h}\sqrt{4-h}$$

$$T = \frac{1}{0,6\cdot\left(\frac{1}{12}\right)^2\pi\sqrt{2g}}\int_0^4 \frac{12\sqrt{h}\sqrt{4-h}}{\sqrt{h}}dh = \frac{12^3}{0,6\pi\sqrt{2g}}\int_0^4\sqrt{4-h}dh = \frac{12^3}{0,6\pi\sqrt{2g}}\left[-\frac{2}{3}(4-h)^{3/2}\right]_0^4 =$$

$$= \frac{12^3\cdot 2\cdot 4^{3/2}}{3\cdot 0,6\pi\sqrt{2g}} \approx 1104\text{сек} \approx 18,4\text{мин}.$$

Masala 4.Matematik tebrangich (mayatnik) ning harakat tenglamasini keltirib chiqaring.
Vertikal tekislikda yotgan ℓ raduisli K aylana bo’ylab, og’irlik kuchi ta’siri ostida harakat qiluvchi m massaga ega bo’lgan P nuqta matematik tebrangichni tasvirlaydi.
Har bir momentda P nuqtaning o’rni $\varphi(t)$ burchak bilan to’la aniqlanadi.



Masalaning sharti bo’yicha P nuqta faqat og’irlik kuchi ta’siri ostida harakat qiladi. Ammo bu harakatda aylananing ro’li bor.

U R nuqtani aylana bo’ylab harakat qilishga majbur etadi. Ya’ni R nuqtaga aylananing ichki normali buyicha yo’nalgan F kuchi ta’sir etadi. Agar tortish kuchi mg ni ikkita tashkil etuvchiga ajratsak

$$F_1 = -mg\sin\varphi, \qquad F_2 = -mg\cos\varphi$$

u holda $F_1+F_2=0$ bo’ladi.

Shunday qilib, R ga ta’sir etayotgan kuchlarning teng ta’sir etuvchisi

$$F = F_1 + F_2 + F_3 = F_1 = -mg\sin\varphi$$

Demak Pnuqtaning harakat tenglamasi Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan

$$ml\ddot{\varphi} = -mg\sin\varphi \quad \text{ёки} \quad l\ddot{\varphi} = -g\sin\varphi$$

ko’rinishda bo’ladi.Bu esa ikkinchi tartibli differensial tenglamadir.

Masala 5. Jism 10 minut ichida 100^0dan 60^0ga soviydi. Agar atrof muxitning temperaturasi 20^0 bo’lsa, qancha vaqtdan sung jismning temperaturasi 25^0ga tushadi.

Yechish.Nyuton qonuniga asosan jismning havoda sovish tezligi, havo bilan jism tempraturalari ayirmasiga proporsional.

$$\frac{dT}{dt} = -k(T-20) \qquad (16)$$

bunda

T –jism temperaturasi, $\frac{dT}{dt}$ - jismning sovish tezligi, k- proporsionallik koeffisiyenti

(16) dan

$$\frac{dT}{T-20} = -kdt$$

Buni integrallaymiz; $\ell n(T-20) = -kt + \ell nc$

yoki $T-20 = c\ell^{-kt}$

masaladagi shartlardan foydalanamiz;

$t=0$ bo’lganda T= 100^0

$$100^0\text{-}20^0\text{=s}\,\ell^{-л0} \qquad s=80^0 \qquad T\text{-}20^0=80^0\,\ell^{-ле}$$

t=10 bo’lganda T=60^0 60^0-20^0=$80^0\,\ell^{-10л}$ $\ell^{-10л} = \frac{1}{2}$

$$\ell^{-ле} = \ell^{(-10л)\frac{t}{10}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}}$$

T=25^0 25^0-20^0 =$80^0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}}$ 5=80 $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}}$ $\frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}}$

$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}}$ $\frac{t}{10} = 4$ t=40 min.

J; 40 minut

1.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi

- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.

+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.

? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Differensial tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi?			
2	Differensial tenglama tartibi qanday aniqlanadi?			
3	Oddiy differensial tenglama bilan xususiy hosilali differensial tenglamaning farqi nimadan iborat?			
4	Differensial tenglamaning yechimi deb nimaga aytiladi, umumiy yechim bilan umumiy integralning farqini aytinig?			

5	Yo’nalishlar maydoni qanday aniqlanadi?			
6	Bitta parametrga bog’liq bo’lgan egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasi qanday tuziladi?			
7	Izoklinalar oilasining tenglamasi qanday tuziladi?			

1.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

2.5-ilova

“Kirish. Differensial tenglamalarga keltiriladigan masalalar. Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglamalar, yechim tushunchasi, xususiy va umumiy yechim, integral chiziq, Koshi masalasi.Egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasini tuzish” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

Differensial tenglamalarni integrallang va integral chiziqlarni chizing.

$$1.\ y' = \frac{1}{\sqrt{x^2-1}}; \qquad 2.\ y' = ctgx; \qquad 3.\ y' = \frac{x}{\ln x};$$

$$4.\ y' = \sin 5x \cos 3x; \quad 5.\ y' = |y|^{\alpha}; \qquad 6.\ y' = 2e^x \cos 2x;$$

$$7.\ y' = x^2 e^x; \qquad 8.\ y' = 4e^x \cos 2x; \qquad 9.\ y' = shx.$$

Differensial tenglamalarni integrallang va $M(x_0, y_0)$ nuqtadan o’tuvchi integral chiziqni aniqlang.

$$10.\ y' = -2xe^{-x^2},\ M(0,3); \qquad 11.\ y' = \frac{1}{x^2},\ M(1,0);$$

$$12.\ y' = \frac{1}{2\sqrt{x}},\ M(1,0); \qquad 13.\ y' = tg\frac{x}{2},\ M(\frac{\pi}{2},1).$$

Egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasini tuzing.

$$14.\ y = e^{cx}; \qquad 15.\ y = (x-3)^3 \qquad 16.\ y = cx^3; \qquad 17.\ y = \sin(x+c)$$

$$18.\ x^2 + cy^2 = 2y; \qquad 19.\ y^2 + cx = x^3; \qquad 20.\ y = \tilde{n} - x(\ )^2$$

$$21.\ \tilde{n}y = \sin cx; \qquad 22.\ y = ax^3 + e^x; \qquad 23.\ (x-1)^2 + by^2 = 1.$$

24. Markazi $y=2x$ to’g’ri chiziqda va radiusi 1 ga teng bo’lgan egri chiziqlar oilasining differensial tenglamasini tuzing.

25. $y=0$ va $y=x$ to’g’ri chiziqlarga bir vaqtda o’rinuvchi va simmetriya o’qi OY o’qiga parallel bo’lgan parabolalar oilasining differensial tenglamasini tuzing.

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472c.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения иварияционноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312c
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

2-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglama yechimini mavjudlik va yagonalik teoremasi” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

2-ma’ruza	**Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglama yechimini mavjudlik va yagonalik teoremasi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Koshi teoremasi. 2.Koshi-Pikar-Lindelef teoremasi. 3.Peano teoremasi.
Asosiy tushuncha va atamalar	Differensial tenglama, yechim, umumiy yechim, umumiy integral, integral chiziq izoklina. Koshi masalasi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglama yechimini mavjudlik va yagonalik teoremasi" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(2.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Koshi teoremasini ayting? 2)Koshi-Pikar-Lindelef teoremasini ayting? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(2.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(2.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Koshi masalasini yechimi yagonami? 5.Peano teoremasini aytinig? 6. Koshi teoremasini isbotlang? 7 .Differensial tenglamaning integral chizig’i deb nimaga aytiladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar.

	to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(2.3-2.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(2.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

2.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

2.2.-ilova

“Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglama yechimini mavjudlik va yagonalik teoremasi”_mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Mavjudlik va yagonalik teoremalari.

Hosilaga nisbatan yechilgan

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

oddiy differensial tenglama berilgan bo‘lsin, bu yerda *f (x, y)* funksiya *x0y* tekislikdagi *G* soxada aniqlangan bo‘lsin.

Qaralayotgan sohada tenglama yechimga egami yoki yo‘qmi va agar yechim mavjud bo‘lsa, yagonami ya’ni (1.2) differensial tenglama

$$y(x_0)=y_0$$

shartni qanoatlantiradimi degan savollarga javob berish kerak bo‘ladi.

Yuqoridagi savollarga javob beradigan teoremalar mavjudlik va yagonalik teoremalari deb yuritiladi.

Teorema (mavjudlik teoremasi). Agar $f(x,y)\in\subset(G)$ bo‘lsa, u holda G sohaning ixtiyoriy $(x_0,y_0)\in G$ nuqtasi uchun (1.2) tenglamaning (1.3) shartni qanoatlantiradigan kamida bitta yechimi mavjud.

G sohaga tegishli bo‘lgan yopiq R turtburchak $R=\{|x-x_0|\le a, |y-y_0|\le b\},\quad a>0,\quad b>0$ ni qaraymiz, $R\subset G$. Bu to‘rtburchakda *f (x, y)* funksiya chegaralangan, ya’ni

$$|f(x,y)|\le M$$

R dagi barcha nuqtalar uchun $M > 0$, chunki yopiq sohada uzluksiz funksiya o‘zining eng katta va eng kichik qiymatini qabul qiladi.

$h=\min\left\{a,\frac{b}{M}\right\}$ belgilanish kiritamiz,

$|x-x_0|\le h$ Peano kesmasi deyiladi.

Peano teoremasi. Agar $f(x,y)\in\subset R$ bo‘lsa, u holda R to‘rtburchakning ixtiyoriy $(x_0,y_0)\in R$ nuqtasi uchun, (1.2) tenglamaning (1.3) shartni qanoatlantiradigan Peano kesmasida aniqlangan kamida bitta yechimi mavjud.

Ta’rif. Agar $f(x,y)$ funksiya G sohada aniqlangan bo‘lib, shu funksiya uchun shunday $L\geq 0$ son mavjud bo‘lsaki, ixtiyoriy ikkita $(x,y_1)\in G$, $(x,y_2)\in G$ nuqtalar uchun ushbu

$$|f(x,y_1)-f(x,y_2)|\le L\cdot|y_1-y_2| \quad \text{(L)}$$

tengsizlik bajarilsa, u holda $f(x,y)$ funksiya G sohada y bo‘yicha Lipshis shartini qanoatlantiradi deyiladi, L esa Lipshis o‘zgarmasi deyiladi.

Teorema (mavjudlik va yagonalik teremasi). Agar $f(x,y)$ funksiya R tug‘ri to‘rtburchakda x, y lar buyicha uzluksiz bo‘lib, R da y bo’yicha Lipshis shartini qanoatlantirsa, u holda har bir $(x_0,y_0)\in R$ uchun $y'=f(x,y)$ tenglama x ning $|x-x_0|\le h$ qiymatlari uchun aniqlangan va uzluksiz

$$y_0=\varphi(x_0)$$

qiymatlarni qabul qiluvchi yagona $y=\varphi(x)$ yechimga egadir.

$$y'=f(x,y),\quad y(x_0)=y_0$$

Koshi masalasi, ushbu integral tenglamaga

$$y=y_0+\int_{x_0}^{x} f(t,y(t))dt \tag{1.5}$$

ekvivalent.

Haqiqatan, $y=y(x)$ (1.2) differensial tenglamaning $|x-x_0|\le h$ oraliqda aniqlangan biror yechimi bo‘lib, u $(x_0)=y_0$ boshlang‘ich shartni qanoatlantirsin.

Demak, biz ushbu

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

ayniyatga egamiz. Bu holda $y(x)$ funksiya $|x-x_0|\le h$ oraliqda

$$y(x) \equiv y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t, y(t))dt$$

integral ayniyat o‘rinli. Aksincha, agar biror uzluksiz *y(x)* funksiya uchun $|x - x_0| \le h$ oraliqda (1.4) ayniyat o‘rinli bo‘lsa, u holda *y=y(x)* funksiya differensiallanuvchi (1.2) differensial tenglamaning yechimi va $y(x_0)= y_0$ shartni qanoatlantiradi.

Birinchi tartibli oddiy differensial tenglamaning umumiy ko’rinishi

$$F(x,y,y')=0 \qquad (1^*)$$

Agar (1^*)tenglamaning y' ga nisbatan yechish mumkin bo’lsa

$$\frac{dy}{dx} = f(x,y) \;\; y' = f(x,y) \qquad (1)$$

tenglamaga ega bo’lamiz.(1) tenglamaga hosilaga nisbatan yechilgan tenglama deyiladi

Koshi masalasining qo’yilishi; (1) tenglama berilgan bo’lib**,** unda $f(x,y)$ funksiya R^2 tekislikning G sohasida aniqlangan uzluksiz va I interval x o’qidagi interval bo’lsin, x_0 ni o’z ichiga oladigan I intervalni va shu I intervalda aniqlangan uzluksiz differensiallanuvchi hamda ushbu

$$\left.\begin{aligned} &1^0 (x, q(x)) \in G (x \in I) \\ &2^0 \varphi'(x) \equiv f(x, \varphi(x)) (x \in I) \\ &3^0 \varphi(x_0) \equiv y_0, (x_0, y_0) \in G \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Shartlarni qanoatlantiruvchi $y = q(x)$ funksiyani toppish talab etiladi.

Har bir (1) ko’rinishdagi differensial tenglama uchun Koshi masalasi (1) ning yechimi bormi ? Agar bunday yechim bor bo’lsa, yagonami?-degan savollarga javob berish kerak bo’ladi.

Yuqoridagi savollarga javob beradigan teoremalar *mavjudlik va yagonalik teoremalari* deb yuritiladi. Quyida ulardan asosiylarini keltiramiz.

1-Teorema (Koshi teoremasi). Agar $f(x,y)$ funksiya G sohada aniqlangan va uzluksiz bo’lib, uning y bo’icha xususiy hosilasi $\dfrac{\partial f(x,y)}{dy}$ biror $Q \subset G$ sohada aniqlangan va uzluksiz bo’lsa u holda

1. (1) tenglamaning x_0 ni o’z ichiga oladigan biror intervalda aniqlangan va har bir berilgan $(x_0, y_0) \in Q$ nuqta uchun $y(x_0) = y_0$ boshlang’ich shartni qanoatlantiruvchi yechimi mavjud.
2. (1) tenglamaning ikkita $y = \varphi(x)$ va $y = \psi(x)$ yechimlari x_0 da ustma-ust tushsa, ya’ni $\varphi(x_0) = \psi(x_0) = y_0$ bo’lsa u holda bu $y = \varphi(x)$ va $y = \psi(x)$ yechimlar aniqlanish sohalarining umumiy qismida ustma ust tushadi.

Ta’rif Agar $f(x,y)$ funksiya G sohada aniqlangan bo’lib, shu funksiya uchun shunday $L \ge 0$ son mavjud bo’lsaki, $(x, y_1) \in G, (x, y_2) \in G,$ nuqtalar uchun ushbu

$$|f(x, y_1) - f(x, y_2)| \le L|y_2 - y_1| \qquad (L)$$

Tengsizlik bajarilsa u holda $f(x,y)$ funksiya G sohada y bo’yicha Lipshis shartini qanoatlantiradi deyiladi. L esa Lipshis o’zgarmasi deyiladi.

2- Teorema (Koshi-Pikar-Lendelef teoremasi) Agar $f(x,y)$ funksiya G sohada aniqlangan va uzluksiz bo’lib, G sohada y bo’icha Lipshis shartini qanoatlantirsa, u holda har bir $(x_0, y_0) \in G$ uchun shunday o’zgarmas $h > 0$ son topiladiki, natijada (1) tenglamaning (2) boshlang’ich shartni qanoatlantiradigan va $I=\{x:|x-x_0|\le h\}$ oraliqda aniqlangan yagona yechimi mavjud bo'ladi.

3-Teorema(Peano teoremasi). Agar $f(x,y)$ funksiya G sohada aniqlangan va uzluksiz bo'lsa, u holda G sohaning berilgan $(x_0,y_0)\in G$ nuqtasi uchun (1) tenglamaning (2) shartni qanoatlantiradigan kamida bitta yechimi mavjud bo'ladi.

Mavjudlik va yagonalik teoremalarida $\varphi(x)$ va $\psi(x)$ yechimlar o'zlari aniqlangan intervallarning umumiy qismida bir xil bo'lishi haqida gap bordi. Jumladan agar $y=\varphi(x)$ funksiya $I_r=\{x:r_1<x<r_2\}$ da $y=\psi(x)$ funksiya $I_s=\{x:s_1<x<s_2\}$ da aniqlangan va $x_0\in I_r\cap I_s$ uchun $q(x_0)=\psi(x_0)$ bo'lsa u holda $q(x)=\psi(x), x\in I_r\cap I_s$

Lekin bu tasdiqdan zinhor $I_r=I_s$ ekani kelib chiqmaydi. Agar $I_r\supset I_s$ bo'lsa I_r da aniqlangan $y=\varphi(x)$ yechim $y=\psi(x)$ yechimning davomi deyiladi Bizni allbatta, davom ettirish mumkin bo'lmagan yechimlar qiziqtiradi. Bunday yechimlarni davomsiz yechimlar deyiladi.

Aniqrog'i, agar $y=\varphi(x)$ funksiya (1) tenglamaning I_r intervalda aniqlangan yechimi bo'lib, shu yechimning davomidan iborat bo'lgan hech qanday yechimi mavjud bo'lmasa, u holda $y=\varphi(x)$ yechim davomsiz yechim deyiladi.

2.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Koshi masalasining qo’yilishini ayting?			
2	Lipshis shartini aytinig?			
3	Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglamani ko’rinishini yozimg?			
4	Davomsiz yechimlar deb qanday yechimlarga aytiladi?			

2.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.

4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

2.5-ilova

"Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglama yechimini mavjudlik va yagonalik teoremasi" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

1.Peano teoremasini ayting?
2.Koshi-Pikar-Lendelef teoremasini ayting?
3..Koshi teoremasini ayting?
4. Lipshis o’zgarmasini yozing?
5. Davomsiz yechimlar deb qanday yechimlarga aytiladi?

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**
2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. **Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.**
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.

14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17.Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

3-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “O`zgaruvchilari ajraladigan va unga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

3-ma’ruza	**O`zgaruvchilari ajraladigan va unga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. O’zgaruvchilarga ajralgan differensial tenglamalar. 2.O’zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglama. 3.O’zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltiraladigan tenglamalar.
Asosiy tushuncha va atamalar	O’zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglama, O’zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltiraladigan tenglamalar.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik

rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "O`zgaruvchilari ajraladigan va unga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2.Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(3.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)O'zgaruvchilari ajralgan differensial tenglamaning sodda ko'rinishlari qanday ko'rinishda bo'ladi? 2)O'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltiriladigan differensial tenglamaning umumiy ko'rinishi qanday bo'ladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(3.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(3.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi?	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan

	4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi roli hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. O'zgaruvchilari ajraladigandifferensial tenglamaning sodda ko'rinishi qanday bo'ladi? 6.O'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltiriladigan tenglamaning umumiy ko'rinishi qanday bo'ladi? 7.O'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltirish uchun qanday almashtirishlar olinadi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(3.3-3.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(3.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

3.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz"

3.2.-ilova

"O`zgaruvchilari ajraladigan va unga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar"_mavzusi bo'yicha tarqatma material

O'zgaruvchilarga ajralgan tenglamaning oddiy ko'rinishidan biri

$$\frac{dy}{dx} = f(x) \qquad dy = f(x)dx \qquad (1)$$

Bunda $f(x)$ $[a,b]$ da aniqlangan bo'lib, $a < x < b$ ichki nuqtalarida uzluksizdir.
Aniqmas integrallar nazariyasidan ma'lumki

$$y = \int f(x)dx + c \qquad (2)$$

ya'ni (1) tenglamaning umumiy yechimi topiladi. (2) formulani boshqacha ham yozish mumkin.

$$y = \int_{x0}^{x} f(t)dt + c \qquad a < x_0 < b$$

$x = x_0$ desak $y(x_0) = c$, $c = y_0$ bo'lsa

$$y = y_0 + \int_{x0}^{x} f(t)dt \qquad (3)$$

Ko'rilayotgan sohaning har-bir (x_0, y_0) nuqtasidan faqat bitta integral chizig'i o'tadi.
c nuqta (a,b) oralig'ida bo'lib, $x \to c$ da $f(x) \to +\infty$ intilsin.
Yo'nalish maydoni $x = c$ to'g'ri chiziqqa yaqinlashgan sari u tobora tik bo'la boshlaydi.

$x \to c - 0$ bo'lganda $\int_{x0}^{x} f(t)dt$ integral yaqinlashuvchi bo'lsin. U holda x simiz $c - 0$ga intilganda integral chiziq $x = c$ da aniq bir qiymatini oladi.

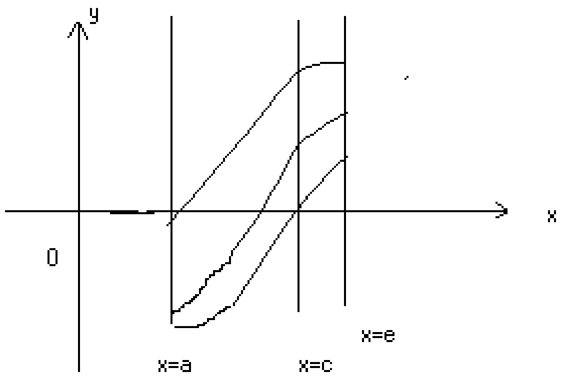
$$\lim_{x \to c-0} y = y_0 + \lim_{x \to c-0} \int_{x0}^{x} fl(t)dt = y_0 + N = M$$

endi $\int_{x0}^{x} f(t)dt \qquad a < x < c \qquad (4)$

va

$\int_{x0}^{x} f(t)dt \qquad c < x < b \qquad (5)$

integrallarini qaraymiz.
(4) va (5) integrallar yaqinlashuvchi bo'lsa, boshqacha aytganda $x \to c - 0$ da (4) integral yaqinlashuvchi bo'lsa, u holda $x \to c + 0$ da (5) integral ham yaqinlashuvchi bo'ladi. $(x \to c \quad f \to +\infty)$ x=c to'g'ri chiziq ham integral chiziq bo'ladi. Agar (4) va (5) integrallar uzoqlashuvchi bo'lsa $(x \to c, f(x) \to +\infty)$



Integral chiziqlar $x = c$to'gri chizig'iga asimptotik ravishda yaqinlashadi.
Bu holda $a < x < c$ va $c < x < b$ polosalarning har-bir nuqtasidan bitta faqat bitta integral chiziqo'tadi.

Agar (4) va (5) integrallar $x \to c \pm 0$ da yaqinlashuvchibo'lib,

$f(x) \to +\infty,$ $\qquad$ $f(x) \to -\infty$

$x \to c + o$ $\qquad$ $x \to c - 0$

bo'lsa, integral chiziqlarni joylanishi (sxematikik tasviri) quyidagicha bo'ladi. $x = c$to'gri chiziqning ixtiyoriy A nuqtasidan cheksiz ko'p integral chiziqlar o'tadi. $a < x < c$ va $c < x < b$ polosalalarning har-bir ichki nuqtasidan faqat bitta integral chiziqo'tadi. Qolgan hollarni ham tekshirib ko'rish mumkin.
O'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamalardan biri

$$\frac{dy}{dx} = f(y) \qquad (6)$$

ko'rinishda bo'lib, bunda $f(y)$, kurilayotgan oraliqda uzluksiz bo'lib, $f(y) \neq 0$ (6) dan

$$\frac{dy}{f(y)} = dx \Rightarrow \quad x + c = \int \frac{dy}{f(y)}$$ bu (6) tenglamaning

umumiy integralidir.

1-Misol $\frac{dy}{dx} = y\ell ny \qquad y \neq 0 \qquad \frac{dy}{y\ell ny} = dx$

$$\frac{d\ell ny}{\ell ny} = dx \qquad x + c = \ell n\ell ny$$

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

$$M(x,y)dx + N(x,y)dy = 0 \qquad (7)$$

Ko'rinishga keltirish mumkin. Faraz etaylik

$M(x,y) = M_1(x)N_1(y)$ va $N(x,y) = M_2(x)N_2(y)$

ko'rinishda bo'lsin.

U holda O'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamaning umumiy ko'rinishi

$$M_1(x)N_1(y)dx + M_2(x)N_2(y)dy = 0 \qquad (8)$$

bo'ladi. Bunda $M_1(x)N_1(y) \neq 0$ u holda $\frac{M_1(x)}{M_2(x)}dx + \frac{N_2(y)}{N_1(y)}dy = 0$

ga ega bo'lamiz.Bundan

$$\int \frac{M_1(x)}{M_2(x)}dx + \int \frac{N_2(y)}{N_1(y)}dy = c$$

(8) tenglamaning umumiy integraliga ega bo'lamiz.

2-Misol $(x^2-1)y'+2xy^2=0 \qquad (x^2-1)dy+2xy^2dx=0$

$$\frac{dy}{y^2}+\frac{2x}{x^2-1}dx=0 \qquad -\frac{1}{y}+\ell n\left|x^2-1\right|+c=0 \qquad y(\ell n\left|x^2-1\right|+c)=1 \qquad y=0$$

$$y'=f(ax+bx+y) \qquad \textbf{(9)}$$

ko'rinishdagi differensial tenglamalarni ham almashtirish yordamida O'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamaga keltirish mumkin.Buning uchun

$$ax+by+c=z \qquad (10)$$

almashtirishni olamiz.

U holda $\quad a+by'=z' \qquad y'=\frac{1}{6}(z'-a) \qquad \frac{1}{b}(z'-0)=f(z)$

yoki $z'=bf(z)+a$

bu esa o'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamadir.

$$\frac{dz}{bf(z)+a}=dx \qquad x+c=\int\frac{dr}{bf(z)+a}$$

3-Misol $y'=\sqrt[3]{2x-y}+2$ tenglamaning yeching

$$2x-y=z^3$$

$$2-y'=3z^2z' \qquad y'=2-3z^2z' \qquad 2-3z^2z'=z+2 \qquad z+3z^2z'=0 \qquad z(1+3zz')=0$$

$$z=0 \qquad y=2x \qquad 1+3zz'=0 \qquad 3zz'=-1 \qquad \frac{3}{2}z^2=\frac{c}{2}-x \qquad 3z^2=c-2x$$

kubga ko'tarsak

$$27+z^6=(c-2x)^3 \qquad 27(2x-y)^2=(c-2x)^3$$

3.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	O'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamaning sodda ko'rinishlari qanday ko'rinishda bo'ladi?			
2	O'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaning umumiy integralini yozing?			

3	O’zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltiriladigan tenglama-ning umumiy ko’rinishiqanday bo’ladi?			
4	O’zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga misollar keltiring?			

3.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

3.5-ilova

"O`zgaruvchilari ajraladigan va unga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

Differensial tenglamalarni yeching

1. $\cos^2 y dx - \left(x^2+1\right)dy = 0$
2. $\left(1+x^3\right)y' = 3x^2 y, \quad y\left(0\right)=2$
3. $y' = \sqrt[3]{2x-y}+2$
4. $dx - xdy = 2ydy, \quad y\left(0\right) = -1$
5. $x\sqrt{1+y^2} + yy'\sqrt{1+x^2} = 0$
6. $tg\, x \sin^2 y\, dx + \cos^2 x\, ctg\, y\, dy = 0$
7. $4xdx - 3ydy = 3x^2 ydy - 2xy^2 dx$
8. $y' = \sin^2 x$
9. $\dfrac{dy}{dx} = \dfrac{e^{-y^2}}{y} x$ сон $x,\ y > 0$
10. $z' = 2^{x+z}, \quad z\left(0\right) = -1$
11. $y' + 1 = \sqrt{x+y}$
12. $y' = \cos\left(y-x\right)$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**
2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.

7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. **Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.**
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

4-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Bir jinsli va bir jinsliga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

4- ma’ruza	**Bir jinsli va bir jinsliga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Bir jinsli differensial tenglamalar. 2.Bir jinsliga keltiraladigan differensial tenglamalar.
Asosiy tushuncha va atamalar	Bir jinsli tenglama; bir jinsliga keltiraladigan tenglamalar.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish;	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning

matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning husQusiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. " Bir jinsli va bir jinsliga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(4.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Bir jinsli tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi? 2) m o’lchovli bir jinsli tenglama deb, qanday tenglamaga aytiladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(4.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar,

	tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(4.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Bir jinsli tenglamani yechimini topishda qanday almashtirish olinadi? 5. Bir jinsli tenglamani yechimini topishda qanday turdagi tenglamaga keltiriladi? 6. Bir jinsli tenglamaga keltiriladigan tenglamani O’zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltirish uchun qanday almashtirishlar olinadi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(4.3-4.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(4.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

4.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan	0,4	20				

savol, javoblarning soni)						
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

4.2.-ilova

“Bir jinsli va bir jinsliga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar” mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Birinchi tartibli bir jinsli differensial tenglamalar

Ta’rif. $t>0$ ning har qanday qiymatida $f(tx,ty)\equiv t^m f(x,y)$ ayniyat bajarilsa, $f(x,y)$ funksiya, x, y o’zgaruvchilarga nisbatan m- o’lchovli bir jinsli funksiya deyiladi.

Masalan $f(x,y)=\frac{x^2+y^2}{2xy}$ funksiya 0 o’lchovli bir jinsli funksiyadir.

Haqiqatan ham $f(tx,ty)=\frac{(tx)^2+(ty)^2}{2(tx)(ty)}=\frac{t^2(x^2+y^2)}{2t^2xy}=\frac{x^2+y^2}{2xy}=f(x,y)$

Faraz etaylik hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglama

$$\frac{dy}{dx}=f(x,y) \qquad (1)$$

berilgan bo’lib, bunda $f(x,y)$, x, y o’zgaruvchilarga nisbatan 0 o’lchovli bir jinsli funkiya bo’lsa, bunday tenglamaga bir jinsli tenglama deyiladi.

Farazimiz bo’yicha. $f(tx,ty)\equiv f(x,y)$ bunda $t=\frac{1}{x}$ deb olsak

$$f(tx,ty)=f\left(\frac{1}{x}x,\frac{1}{x}y\right)=f\left(1,\frac{y}{x}\right)=\varphi\left(\frac{z}{x}\right)$$

bo’ladi. U holda (1) tenglamani

$$\frac{dy}{dx}=\varphi\left(\frac{y}{x}\right) \qquad (2)$$

ko’rinishda yozish mumkin. (2) tenglamada

$$\frac{y}{x}=z \qquad y=xz \qquad (3)$$

almashtirishni olsak, u O’zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamaga aylanadi. (3) dan $y'=z+xz'$ bunga asosan (2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin. $z+xz'=\varphi(z)$ bundan

$$xz'=(\varphi(z)-z) \qquad (4)$$

Bu esa o’zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamadir.
Bunda 2 xol bo’lishi mumkin.
1 xol $\varphi(z)-z\neq 0$

bu holda (4) dan $\frac{dz}{\varphi(z)-z}=\frac{dx}{x}$ $\ell nx+\ell nc=\int\frac{dz}{\varphi(z)-z}$

integrallab bo’lgach (3) dan z qiymatini keltirib qo’ysak, (1) tenglamaning umumiy integraliga ega bo’lamiz.

2 xol $\varphi(z)-z=0$ $\varphi(z)=z$ $\varphi\left(\frac{y}{x}\right)=\frac{y}{x}$

Bunga asosan (2) tenglama $\frac{dy}{dx}=\frac{y}{x}$ ko'rinishga keladi.

Bundan $\ell n|y|=\ell n|x|+\ell nc$ $y=cx$

bu holda tenglamaning umumiy yechimi koordinata boshidan o'tuvchi tug'ri chiziqlar oilasidan iborat bo'ladi.

Eslatma $\varphi(z)-z=0$ tenglama $z=z_s$ $(s=1,2,....,n)$ yechimlarga ega bo'lishi mumkin bu xol $y=z_s x$ ning har-biri tenglamaning integral chizig'i bo'ladi.

1-Misol $(y^2-2xy)dx+x^2dy=0$

$y=xz;\quad dy=xdz+zdx$

$(x^2z^2-2x\cdot xz)dx+x^2(xdz+zdx)=0$

$(z^2-z)dx+xdz=0$ $\frac{dx}{x}+\frac{dz}{z(z-1)}=0$

$\frac{dx}{x}+\left(\frac{1}{z-1}-\frac{1}{z}\right)dz=0$ $\ell n|x|+\ell n|z-1|-\ell n|z|=\ell nc$

$\frac{x(z-1)}{z}=c$ $x(z-1)=cz$ $x\left(\frac{y}{x}-1\right)=c\frac{y}{x}$ $x|y-x|=cy$

$z(z-1)=0$ $z=0$ $y=0$

$z=1$ $y=x$

Bular ham tenglamaning yechimlari bo'ladi.

Bir jinsli tenglamaga keltiriladigan differensial tenglamalar

Bunday tenglamalarning umumiy ko'rinishi

$$\frac{dy}{dx}=f\left(\frac{ax+by+c}{a_1x+b_1y+c_1}\right) \qquad (1)$$

dan iborat. Bunda a,b,c,a_1,b_1,c_1 o'zgarmas sonlar bo'lib f ko'rilayotgan sohada uzluksiz funksiya. Bunda quyidagi xollarni qaraymiz.

1 xol. Agar $c=0, c_1$=0 bo'lsa, (1) tenglama bir jinsli tenglamaga aylanadi.

2 xol. Faraz etamiz c va c_1 lardan hech bo'lmaganda biri nolga teng bo'lmasin va

$$\Delta=\begin{vmatrix} a & b \\ a_1 & b_1 \end{vmatrix}\neq 0$$

bu holda
$$\begin{cases} x=u+\gamma \\ y=\vartheta+\beta \end{cases} \qquad (2)$$

almashtirishni olib (1) tenglamani bir jinsli tenglamaga keltirish mumkin. Bunda γ va β lar ixtiyoriy o'zgarmas sonlar bo'lib, u va ϑ yangi uzgaruvchilar (2) ga asosan (1) tenglama

$$\frac{d\vartheta}{du}=f\left(\frac{a(u+\gamma)+b(\vartheta+\beta)+c}{a_1(u+\gamma)+b_1(\vartheta+\beta)+c_1}\right)=f\left(\frac{au+b\vartheta+a\gamma+b\beta+c}{a_1u+b_1\vartheta+a_1\gamma+b_1\beta+c_1}\right) \qquad (3)$$

γ *ва* β ixtiyoriy o'zgarmas sonlar bo'lgani uchun, ularni shunday tanlab olamizki.

$$\begin{cases} a\gamma+b\beta+c=0 \\ a_1\gamma+b_1\beta+c_1=0 \end{cases} \qquad (4)$$

bajarilsin. Shartga asosan bu sisitemaning asos determinati $\Delta \neq 0$ bo'lgani uchun (4) sistemadan γ *ва* β lar bir qiymatli aniqlanadi (4) ga asosan (3) tenglamani

$$\frac{d\vartheta}{du} = f\left(\frac{au + b\vartheta}{a_1 u + b_1\vartheta}\right)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bu esa bir jinsli tenglamadir. Tenglama $\vartheta = uz$ almashtirish yordamida O'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keladi.

3 xol $\Delta = \begin{vmatrix} a & b \\ a_1 & b_1 \end{vmatrix} = 0$ bo'lsin, Bundan $ab_1 - a_1 b = 0$ $\frac{a_1}{a} = \frac{b_1}{b} = \lambda$

$a_1 = a\lambda$ $b_1 = b\lambda$ (1) tenglama $\frac{dy}{dx} = f\left(\frac{ax + by + c}{\lambda(ax + by) + c_1}\right)$ ko'rinishga keladi.

Bu tenglama $z = ax + by$ almashtirish yordamida, O'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltiriladi. Haqiatdan ham

$z = ax + by$ $z' = a + by'$ $y' = \frac{1}{b}(z' - a)$ $\frac{1}{b}(z' - a) = f\left(\frac{z + c}{\lambda z + c_1}\right)$ bundan

$$\frac{dz}{bf\left(\frac{z + c}{\lambda z + c_1}\right) + a} = dx$$

2-Misol

$(y + 2)dx = (2x + y - 4)dy$ $\frac{dy}{dx} = \frac{y + 2}{2x + y - y}$ $\Delta = \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} = -2 \neq 0$ $x = u + \alpha$

$y = \vartheta + \beta$

$\frac{d\vartheta}{du} = \frac{\vartheta + \beta + 2}{2u + \vartheta + 2\alpha + \beta - 4}$ $\begin{cases} \beta + 2 = 0 \\ 2\alpha + \beta - 4 = 0 \end{cases}$ $\begin{matrix} \beta = -2 \\ \alpha = 3 \end{matrix}$ $\frac{d\vartheta}{du} = \frac{\vartheta}{2u + \vartheta}$

$\vartheta = uz$ $\vartheta' = uz' + z$ $u\frac{dz}{du} + z = \frac{z}{2 + z}$ $u\frac{dz}{du} = \frac{z}{2 + z} - z = \frac{-z - z^2}{2 + z}$

$\frac{2 + z}{z(1 + z)dz} = -\frac{du}{u}$ $\left(\frac{2}{z} - \frac{1}{z + 1}\right)dz = -\frac{du}{u}$ $2\ell n|z| - \ell n|z + 1| = -\ell n|u| + \ell nc$

$\frac{z^2}{z + 1} = \frac{c}{u}$ $z = \frac{\vartheta}{u} = \frac{y + 2}{x - 3}$ $(y + 2)^2 = c(x + y - 1)$

Ba'zi hollarda berilgan differensial tenglamani $y = z^m$ almashtirish yordamida, tenglamani bir jinsli tenglama keltirish mumkin.

3 -Misol $2x^2 y' = y^3 + xy$ $y = z^m$ $y' = mz^{m-1}z'$ $2x^2 mz^{m-1}z' = z^{3m} + xz^m$

$2 + m - 1 = 3m = 1 + m$ $2m = 1$ $m = 1/2$

$x^2 z^1 = z^2 + xz$ bu bir jinsli tenglamadir.

$z = ux$ $xu' = u^2$ $cx = \ell^{-\frac{x}{y^2}}$

4.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.

2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:
V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Bir jinsli tenglama deb, qanday tenglamaga aytiladi?			
2	Bir jinsli tenglamani yechish uchun qanday almashtirish olinadi?			
3	Bir jinsli tenglamaga keltiriladigan tenglamani umumiy ko’rinishi yozing?			
4	Bir jinsli tenglamaga keltiriladigan tenglamani O’zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltirish uchun qanday almashtirishlar olinadi?			

4.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

4.5-ilova

“Bir jinsli va bir jinsliga keltriladigan birinchi tartibli differensial tenglamalar” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

Differensial tenglamalarni yeching

1. $y' = y^2/x^2 + 4y/x + 2$
2. $xy'\cos(y/x) = y\cos(y/x) - 1$
3. $y' = (x+y)/(x-y)$
4. $xy' = y(1+\ln(y/x))$
5. $xy' = \sqrt{x^2 - y^2} + y$
6. $(xy' - y)\ln(y/x) = y$
7. $2y' = y^2/x^2 + 6y/x + 3$
8. $xy' = y\ln(y/x)$

9. $xy' = \dfrac{3y^3 + 4yx^2}{2y^2 + 2x^2}$

10. $\left(x - y\cos\left(y/x\right)\right)dx + x\cos\left(y/x\right)dy = 0$

11. $y' = \dfrac{4y - 2x - 6}{x + y - 3}$

12. $y' = \dfrac{5y + 5}{4x + 3y - 1}$

13. $y' = \dfrac{x + y + 2}{x + 1}$

14. $y' = \dfrac{2x + y - 3}{2x - 2}$

1.3.6. Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**
2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. **Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.**
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.

17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

18. Интернет сайтлари

19. www.lib.homelinex.org/math
20. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
21. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

5-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Birinchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

5-ma’ruza	**Birinchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. Birinchi tartibli chiziqli differensial tenglama. 2. Tenglamaning xossalari 3.Variasiyalash usuli. 4. Umumiy yechim formulasi.
Asosiy tushuncha va atamalar	Chiziqli tenglama, bir jinsli bo’lmagan tenglama, bir jinsli tenglama, variasiyasilash usuli, umumiy yechim, Eyler- Bernulli usuli
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. " Birinchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(5.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Birinchi tartibli chiziqli tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi? 2) Birinchi tartibli chiziqli tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(5.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(5.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Birinchi tartibli chiziqli tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi? 5.Birinchi tartibli chiziqli tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi? 6.Tenglamaning bitta, ikkita xususiy yechimlari berilgan	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar.

	bo’lsa, uning umumiy yechimi qanday topiladi? 7.Tenglamani yechish uchun Eyler-Bernulli usulida qanday almashtirish olinadi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(5.3-5.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(5.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

5.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

5.2.-ilova

" Birinchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Ta’rif. No’malum funksiya va uning hosilasi birinchi darajada bo’lgan birinchi tartibli differensial tenglamaga chiziqli differensial tenglama deyiladi.
Bunday tenglamaning umumiy ko’rinishi

$$A(x)y'+B(x)y+C(x)=0 \qquad (1)$$

dan iborat. Bunda $A(x)$, $B(x)$, $C(x)$ ko'rilayotgan oraliqda uzluksiz funksiyalardir. Agar ko'rilayotgan oraliqda x ning hamma qiymatlarida
$A(x) \neq 0$ bo'lmasa, (1) tenglamani

$$y' + p(x)y = Q(x) \qquad (2)$$

Ko'rinishga keltirish mumkin.

Bunda $$p(x) = \frac{B(x)}{A(x)}, \qquad Q(x) = -\frac{C(x)}{A(x)}$$

(2) tenglamaga bir jinsli bo'lamagan chiziqli differensial tenglama deyiladi.

Agar (2) da $Q(x) = 0$ bo'lsa

$$y' + p(x)y = 0 \qquad (3)$$

tenglamaga bir jinsli chiziqli differensial tenglama deyiladi. ((2) tenglamaga mos bo'lgan).

(3) tenglama O'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamadir.

$$\frac{dy}{y} = -p(x)dx \qquad \ell n|y| = -\int p(x)dx + \ell nc \qquad y = c\ell^{-\int p(x)dx} \qquad (4)$$

c ning o'zgarmas qiymatlarida (4), (3) tenglamani qanoatlantiradi. Ya'ni (3) tenglamaning umumiy yechimi bo'ladi. (2) tenglamaning ham umumiy yechimini c ni x ning funksiyasi deb, (4) ko'rinishda izlaymiz.

U holda (4) dan

$$y' = c'(x)\ell^{-\int p(x)dx} - c(x)p(x)\ell^{-\int p(x)dx} \qquad (5)$$

(4) va (5) ga asosan (2) tenglama

$$c'(x)\ell^{-\int p(x)dx} - c(x)p(x)\ell^{-\int p(x)dx} + c(x)p(x)\ell^{-\int p(x)dx} = Q(x)$$

$$c'(x)\ell^{-\int p(x)dx} = Q(x) \qquad c'(x) = \ell^{\int p(x)dx}Q(x)$$

Bundan

$$c(x) = \int \ell^{\int p(x)dx}Q(x)dx + c_1 \qquad (6)$$

U holda (4) va (6) ga asosan (2) ning umumiy yechimi

$$y = \ell^{-\int p(x)dx}\left[\int \ell^{\int p(x)dx}Q(x)dx + c_1\right] \qquad (7)$$

bo'ladi.

Bu bir jinsli bo'lmagan chiziqli tenglamaning umumiy yechimini topish formulasi.

(7) dan ko'rinadikim chiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimi, ikkita kvadratura bilan aniqlanadi.

Chiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimini bunday usul bilan topishga, o'zgarmaslarni variasiyalash usuli yoki Lagranj usuli deyiladi.

Bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamaning umumiy yechimini ikkita yechimlar yig'indisidan iboratdir.

Ulardan biri $c_1\ell^{-\int p(x)dx}$, bir jinsli (3) tenglamaning umumiy yechimidan, ikkinchisi esa, (2) tenglamaning xususiy

$$\ell^{-\int з(ч)вч}\left[\int \ell^{\int p(x)dx}Q(x)dx\right]$$

yechimdan iboratdir.

(7) ni integrallab bo'lgach u quyidagi ko'rinishga keladi.

$$y = c\varphi(x) + \psi(x) \qquad c = const$$

Bundan ko'rinadikim chiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimi ixtiyoriy o'zgarmasga nisbatan chiziqli funksiyadan iboratdir.

(2) tenglamaning umumiy yechimini Eyler-Bernulli usulidan foydalanib topish ham mumkin.

(2) tenglamada

$$y = u\vartheta \qquad (8)$$

almashtirishni olamiz. Bunda u va ϑ lar ixtiyoriy uzluksiz differensiallanuvchi funksiyalardir.

$$y' = u'\vartheta + u\vartheta'$$

$$u'\vartheta + u\vartheta' + p(x)u\vartheta = Q(x) \qquad (9)$$

$$u\vartheta' + (u' + p(x)u)\vartheta = Q(x) \qquad (10)$$

$u(x)$ funksiya ixtiyoriy bo'lgani uchun, uni shunday tanlab olamizkim

$$u' + p(x)u = 0$$

sharti bajarilsin.

Bundan $$\frac{du}{u} = -p(x)dx$$

$$\ell n|u| = -\int p(x)dx \qquad u = \ell^{-\int p(x)dx} \qquad (11)$$

(11) ni (10) ga olib borib qo'ysak

$$\ell^{-\int p(x)dx}\vartheta' = Q(x) \qquad \vartheta' = \ell^{\int p(x)dx}Q(x) \qquad \vartheta = \int \ell^{\int p(x)dx}Q(x)dx + c \qquad (12)$$

ga ega bo'lamiz

(8),(11),(12) ga asosan bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamaning umumiy yechimi.

$$y = \ell^{-\int p(x)dx}\left[\int \ell^{\int p(x)dx}Q(x)dx + c\right]$$

Chiziqli differensial tenglama quyidagi xossalarga ega.

1 xossa. Agar bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamaning bitta xususiy y_1 yechimi berilgan bo'lsa, uning umumiy yechimi bitta kvadratura bilan aniqlanadi.

Isbot. y_1 (2) tenglamaning yechimi bo'lsin

Ya'ni $$y_1' + p(x)y_1 \equiv Q(x) \qquad (13)$$

$$y = z + y_1 \qquad (14)$$

almashtirishini olamiz. Bunda z yangi no'malum funksiyadir.

(14) dan $$y' = y_1' + z' \qquad (15)$$

(14) va (15) ga asosan (2) tenglama

$y_1' + z' + p(x)(y_1 + z) = Q(x)$ yoki $z' + p(x)z + (y_1^1 + p(x_1) - Q(x)) = 0$ bundan

$z' + p(x)z = 0$

bu esa bir jinsli chiziqli differensial tenglama bo'lib, uning umumiy yechimi bitta kvadratura yordamida aniqlanadi. Bu topilgan $z$qiymatini (14) ga qo'ysak (2) tenglamaning umumiy yechimiga ega bo'lamiz.

2 xossa. Agar y_1 bir jinsli chiziqli (3) tenglamaning yechimi bo'lsa, u holda cy_1 ham (3) tenglamaning yechimi bo'ladi.

3 xossa. Agar (2) tenglamaning ikkita y_1, y_2 xususiy yechimlar berilgan bo'lsa, uning umumiy yechimi kvadraturasiz ariqlanadi.

Haqiqatdan ham y_1, y_2 tenglamaning yechimi bo'lgani uchun

$y_1^1 + p(x)y_1 \equiv Q(x)$

$y_2^1 + p(x)y_2 \equiv Q(x)$

bularni xadlab ayirsak $y_2^1 - y_1^1 + p(x)(y_2 - y_1) \equiv 0$

$$\frac{d(y_2 - y_1)}{dx} + p(x)(y_2 - y_1) \equiv 0$$

bundan ko'rinadikim, bir jinslimas chiziqli differensial tenglamaning

2 ta xususiy yechimlar ayirmasi, bir jinsli tenglamaning yechimi bo'ladi.

U holda 1 va 2 xossaga asosan, (2) tenglamaning umumiy yechimi

$$y = y_1 + c(y_2 - y_1)$$
dan iborat bo'ladi.

Misol.1.

$$xy' + y = x^3 \qquad y' + \frac{1}{x}y = x^2$$

$$y = \ell^{-\int \frac{dx}{x}} \left[\int \ell^{\int \frac{dx}{x}} x^2 dx + c \right] = \ell^{-\ell n|x|} \left[\int \ell^{\ell n|x|} x^2 dx + c \right] = \frac{1}{x} \left[\int x \cdot x^2 dx + c \right] = \frac{1}{x} \left[\int x^3 dx + c \right] =$$

$$= \frac{1}{x}\left(\frac{x^4}{4} + c \right) = \frac{c}{x} + \frac{x^3}{4}$$

Misol 2. $(x - 2xy - y^2)y' + y^2 = 0$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{y^2}{x - 2xy - y^2} \qquad \frac{dx}{dy} = -\frac{x - 2xy - y^2}{y^2} \qquad \frac{dx}{dy} + \frac{1-2y}{y}x = 1$$

$$x = \ell^{-\int \frac{1-2y}{y^2} dy} \left[\int \ell^{\int \frac{1-2y}{y^2}} dy + c \right] = \ell^{\frac{1}{y} + 2\ell n|y|} \left[\int \ell^{-\frac{1}{y} - 2\ell n|y|} dy + c \right] = \ell^{\frac{1}{y}} y^2 \left[\int \ell^{-\frac{1}{y}} \cdot \frac{1}{y^2} dy + c \right] =$$

$$= \ell^{\frac{1}{y}} y^2 \left[\int \ell^{-\frac{1}{y}} d\left(-\frac{1}{y} \right) + c \right] = \ell^{\frac{1}{y}} y^2 \left[\ell^{-\frac{1}{y}} + c \right] = c\ell^{\frac{1}{y}} y^2 + y^2$$

Birinchi tartibli chiziqli differensial tenglama integral chiziqlarini geometrik nuqtai nazardan tekshiramiz.

$$y' + p(x)y = q(x) \qquad (16)$$

tenglamaning ikkita y_1 va y_2 xususiy yechimlari berilgan bo'lsin.

Ma'lumki u holda (16) tenglamaning umumiy yechimi

$$y = y_1 + c(y_2 - y_1) \qquad (17)$$

dan iborat.

Faraz etamiz, (16) tenglamaning y_1, y_2 xususiy yechimlaridan tashqari uning y_3 yechimi ham ma'lum bo'lsin.

Bu yechim, (17) umumiy yechimdan c ning c_1 qiymatida aniqlanadi, ya'ni

$$y_3 = y_1 + c_1(y_2 - y_1) \qquad (18)$$

Quyidagi tengliklarni tuzamiz;

$$y_2 - y_3 = y_2 - y_1 - c_1(y_2 - y_1) = (y_2 - y_1)(1 - c_1)$$

$$y_3 - y_1 = c_1(y_2 - y_1)$$

Bularni xadlab bo'lsak.

$$\frac{y_2 - y_3}{y_3 - y_1} = \frac{1 - c_1}{c_1} = \lambda \qquad (19)$$

ga ega bo'lamiz.

(19) tenglikdan ko'rinadikim, chiziqli differensial tenglamaning har qanday integral chizig'i, bu tenglamaning ikkita integral chiziqlari orasidagi ordinata kesmasini o'zgarmas nisbatda bo'ladi.

(19) dan

$$\frac{M_2M_3}{M_1M_3} = \frac{N_2N_3}{N_1N_3} = ... = \lambda \qquad (20)$$

ga ega bo'lamiz.

Bu tenglikdan ko'rinadikim, integral chiziqlarni kesuvchi to'g'ri chiziqlar yo bir-birlariga parallel bo'ladilar yoki ular bir nuqtada kesishadilar.

Agar N_1N_2 kesmasini M_1M_2 kesmasiga yaqinlashtirsak, integral chizig'ini kesishuvchi chiziqlar, integral chiziqlarining urunma chiziqlariga aylanadi. Shunday qilib, integral chiziqlarning ordinata uqiga parallel bo'lgan tug'ri chiziqlar bilan kesishgan nuqtalariga o'tkazilgan urunmalar yo bir-birlariga parallel bo'ladi yoki ular bir nuqtada kesishadilar.

5.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Birinchi tartibli chiziqli tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi?			
2	Birinchi tartibli chiziqli tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi?			
3	Tenglamani yechish uchun Eyler-Bernulli usulida qanday almashtirish olinadi?			
4	Tenglamaning bitta xususiy yechimlari berilgan bo’lsa, uning umumiy yechimi qanday topiladi?			
5	Tenglamaning ikkita xususiy yechimlari berilgan bo’lsa, uning umumiy yechimi qanday topiladi?			

5.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

5.5-ilova

" Birinchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

Differensial tenglamalarni yeching

1. $y' + y = e^{-x}$

2. $y' + 3y/x = x$

3. $y' + 2xy = 2xe^{-x^2}$

4. $y' - y\,tg\,x = 2\sin x$

5. $\int\limits_0^x xy\,dx = x^2 + y$

6. $y = \int\limits_0^x y\,dt + x + 1$

7. $x\int\limits_0^x (x-t)\,y(t)\,dt = 2x + \int\limits_0^x y(t)\,dt$

8. $\int\limits_0^x (x-t)y(t)\,dt = 2x + \int\limits_0^x y(t)\,dt$

Koshi masalasini yechimini toping

9. $y' + \frac{y}{x} = \frac{x+1}{x}e^x, \quad y(1) = e$

10. $y' = \frac{1}{x\cos y + \sin 2y}, \quad x(0) = -1$

11. $y' = \frac{y}{x} - \frac{2\ln x}{x}, \quad y(1) = 1$

12. $ydx + \left(2x - 2\sin^2 y - y\sin 2y\right)dy = 0, \quad y(3/2) = \pi/4$

13. $2xy' - 3y = -\left(5x^2 + 3\right)y^3, \quad y(1) = 1/\sqrt{2}$

14. $y' - y\,tg\,x = 2/3 \cdot y^4 \sin x, \quad y(0) = 1$

15. $2y' - 3y\cos x = -e^{2x}\left(2 + 2\cos x\right)y^{-1}, \quad y(0) = 1$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**
2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.

7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шаҳри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

6-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Bernulli va Rikkati tenglamalari” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

6-ma’ruza	**Bernulli va Rikkati tenglamalari.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. Bernulli tenglamasi. 2. Rikkati tenglamasi.
Asosiy tushuncha va atamalar	Bernulli tenglamasi, Rikkati tenglamasi, kvadratura, umumiy yechim.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish;	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning

matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning husuiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Bernulli va Rikkati tenglamalari" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(6.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) Bernulli va Rikkati tenglamalari chiziqli tenglamami? 2) Tenglamalarni chiziqli tenglamaga keltirish uchun qanday almashtirishlar olinadi? 3) Rikkati tenglamasining bitta xususiy yechimi berilgan bo'lsa, uning umumiy yechimi nechta kvadratura yordamida topiladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar

2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(6.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(6.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Tenglamalarni chiziqli tenglamaga keltirish uchun qanday almashtirishlar olinadi? 5. Rikkati tenglamasining bitta xususiy yechimi berilgan bo'lsa, uning umumiy yechimi nechta kvadratura yordamida topiladi? 6. Ikkita xususiy yechimi berilsa-chi? 7.Maxsus Rikkati tenglamasini kvadraturaga keltirish uchun qanaqa almashtirishlar olinadi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(6.3-6.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(6.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

6.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda	0,6	30				

taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)						
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

6.2.-ilova

"**Bernulli va Rikkati tenglamalari**" **mavzusi bo‘yicha tarqatma material**

Bernuli tenglamasi (Shvesariya)

Bernulli tenglamasining umumiy ko’rinishi

$$y'+p(x)y=Q(x)y^n \qquad (1)$$

dan iborat

Agar $n=0$ bo’lsa, biz chiziqli tenglamaga,agar n=1 bo’lsa.

$$y'+(p(x)-Q(x))y=0$$

O’zgaruvchilar ajraladigan differensial tenglamaga ega bo’lamiz.

$n\neq 0, \quad n\neq 1$ tengbo’lsin.

Bu holda (1) tenglamani almashtirish yordamida chiziqli tenglamaga keltirish mumkin.

(1) tenglamaning xar ikkala tomonini y^n ga bo’lamiz:

$$y^{-n}y'+p(x)y^{1-n}=Q(x) \qquad (2)$$

Bu tenglamada $\qquad y^{1-n}=z \qquad (3)$

almashtirishini olamiz.

$$z'=(1-n)y^{-n}y' \qquad y^{-n}y'=\frac{1}{1-n}z'$$

Bularga asosan (2) tenglamani

$$\frac{z'}{1-n}+p(x)z=Q(x) \qquad z'+(1-n)p(x)=(1-n)Q(x)$$

bu esa chiziqli tenglamadir.

Ma’lumki uning umumiy yechimi

$$z=e^{-(1-n)\int p(x)dx}[(1-n)\int e^{(1-n)\int p(x)dx}Q(x)dx+c]$$

formula bilan aniqlanadi .

z qiymatini (3) ga qo’yib , uni soddalashtirsak

$$y=e^{-\int p(x)dx}[(1-n)\int e^{(1-n)\int p(x)dx}Q(x)dx+c]^{\frac{1}{1-n}}$$

Bernulli tenglamasining umumiy yechimiga ega bo’lamiz.

Keyingi tenglamani

$$y=\frac{e^{-\int p(x)dx}}{[(1-n)\int e^{(1-n)\int p(x)dx}Q(x)dx+c]^{\frac{1}{n-1}}}$$

ko’rinishda yozish ham mumkin.

Eslatma.1) Agar $n>0$ bo’lsa , Bernulli tenglamasi y=0 yechimga ega bo’ladi.

2) Bernulli tenglamasining yechimi , hech vaqt OX o’qini kesmaydi.

Bernulli tenglamasini

$$y = u(x)\exp(-\int p(x)dx) \qquad (4)$$

almashtirish yordamida, uni O'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltirish mumkin. Haqiqatan ham (4) dan

$$y' = u'(x)\exp(-\int p(x)dx) - u(x)p(x)\exp(-\int p(x)dx) \qquad (5)$$

(4) va (5) ga asosan (1) tenglamani quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

$$u'(x)\exp(-\int p(x)dx) - u(x)p(x)\exp(-\int p(x)dx) + u(x)p(x)\exp(-\int p(x)dx) =$$

$$Q(x)[u(x)\exp(-\int p(x)dx)]^n$$

$$u'(x)\exp(-\int p(x)dx) = Q(x)u^n(x)\exp(-n\int p(x)dx$$

$$u'(x) = u^n(x)Q(x)\exp((1-n)\int p((x)dx)\ \frac{du}{u^n} = Q(x)\exp((1-n)\int p(x)dx) -$$

$$-\frac{1}{(n-1)u^{n-1}} = \int Q(x)\ell xp((1-n)\int p(x)dx)dx + c$$

$$u^{n-1} = \frac{1}{(1-n)\int Q(x)\ell xp((1-n)\int p(x)dx + c}$$

$$u(x) = \frac{1}{\left[(1-n)\int Q(x)\ell xp((1-n)\int p(x)dx + c\right]^{\frac{1}{n-1}}}$$

<u>Bu va (4) ga asosan Bernulli tenglamasining umumiy yechimi</u>

$$y = \frac{\exp(-\int p(x)dx)}{\left[(1-n)\int Q(x)\exp((1-n)\int p(x)dx + c\right]^{\frac{1}{n-1}}}$$

yoki

$$y = \frac{e^{-\int p(x)dx}}{\left[(1-n)\int e^{(1-n)\int p(x)dx}Q(x)dx + c\right]^{\frac{1}{n-1}}}$$

1-Misol. $xy' + y = y^2\ell nx$

$$y' + \frac{y}{x} = y^2\frac{\ell nx}{x} \qquad y^{-2}y' + \frac{1}{x}y^{-1} = \frac{\ell nx}{x}$$

$$z = y^{-1} \qquad z' = -y^{-2}y'$$

$$-z' + \frac{1}{x}z = \frac{\ell nx}{x} \qquad z' - \frac{1}{x}z = -\frac{\ell nx}{x}$$

$$z = e^{\int\frac{dx}{x}}\left[-\int e^{-\int\frac{dx}{x}}\frac{\ell nx}{x}dx + c\right] = e^{\ell n|x|}\cdot\left[(-\int e^{-\ell n|x|}\frac{\ell nx}{x}dx + c\right] = x\left[-\int\frac{\ell nx}{x^2}dx + c\right] =$$

$$u = \ell nx \qquad du = \frac{dx}{x} \qquad \int\frac{\ell nx}{x^2}dx = -\frac{\ell nx}{x} - \frac{1}{x}$$

$$d\vartheta = \frac{dx}{x^2} \qquad \vartheta = -\frac{1}{x}$$

$$=x\left[\frac{\ell nx+1}{x}+c\right]=cx+1-\ell nx$$

$$y^{-1}=cx+1-\ell nx, \qquad y=\frac{1}{cx+1-\ell nx}$$

Rikkati tenglamasi(1676-1754 Italiya)

Rikkati tenglamasining umumiy ko'rinishi

$$\frac{dy}{dx}=P(x)y^2+Q(x)y+R(x) \qquad (1)$$

dan iborat. Bunda $P(x)\cdot R(x)\neq 0$ va $P(x), Q(x), R(x)$ lar ko'rilayotgan oraliqda aniqlangan va uzluksiz funksiyalardir.
Rikkati tenglamasining 2 ta xossasini isbotsiz keltiramiz.

1* xossa. Rikkati tenglamasida erkli uzgaruvchini almashtirsak, yana Rikkati tenglamasiga ega bo'lamiz. $x=\varphi(t)$ φ - differensiallanuvchi funksiya.

2* xossa. Rikkati tenglamasida noma'lum funksiyani kasr-chiziqli funksiya shaklida almashtirsak, xosil bo'lgan tenglama yana Rikkati tenglamasi bo'ladi.

$$y=\frac{\alpha(x)z+\beta(x)}{\gamma(x)z+\delta(x)}$$

bunda $\alpha(x),\ \beta(x),\ \gamma(x),\ \delta(x)$ larixtiyoriyuzluksizdifferensiallanuvchifunksiyabo'lib $\alpha\delta-\beta\gamma\neq 0$ shartibajarilishikerak.

TEOREMA.1 Agar Rikkati tenglamasining bitta $y_1(x)$ xususiy yechimi berilgan bo'lsa, uning umumiy yechimi 2 ta kvadratura yordamida aniqlanadi.

Isbot. $y_1(x)$ (1) tenglamaning yechimi bo'lsin ya'ni

$$y_1'\equiv P(x)y_1^2+Q(x)y_1+R(x) \qquad (2)$$

$y=y_1+\dfrac{1}{u}$ almashtirishini olamiz. (3)

$u(x)$ yangi noma'lum funksiya. Bu almashtirish Rikkati tenglamasining chiziqli tenglamaga aylantiradi.
Haqiqatan ham (3) dan.

$$\frac{dy}{dx}=y'=y_1'-\frac{1}{u^2}\frac{du}{dx} \qquad (4)$$

(3)va (4) ga asosan (1) tenglamani

$$y_1'-\frac{1}{u^2}\frac{du}{dx}=P(x)\left(y_1+\frac{1}{u}\right)^2+Q(x)\left(y_1+\frac{1}{u}\right)+R(x)$$

$$y_1'-\frac{1}{u^2}\frac{du}{dx}=P(x)y_1^2+Q(x)y_1+R(x)+2P(x)\cdot\frac{y_1}{u}+P(x)\frac{1}{u^2}+Q(x)\cdot\frac{1}{u}$$

(2) ni e'tiborga olsak, keyingi tenglamani

$$\frac{du}{dx}+(2Py_1+Q)u=-P \qquad (5)$$

Ko'rinishga keltirish mumkin. Bu esa chiziqli differensial tenglama bo'lib uning umumiy yechimi ikkita kvadratura yordamida aniqlanadi.
(5) tenglamadan aniqlangan $u(x)$ qiymatini (3) ga olib borib qo'ysak, Rikkati tenglamasining umumiy yechimiga ega bo'lamiz.

Teorema 2. Agar Rikkati tenglamasining ikkita $y_1(x), y_2(x)$ xususiy yechimlari berilgan bo'lsa, u holda tenglamaning umumiy yechimi bitta kvadratura yordamida aniqlanadi.

Isbot (3) dan $u = \dfrac{1}{y - y_1}$

Agar y_1, y_2 Rikkati tenglamasining xususuiy yechimlari bo'lsa, u holda (5) tenglamaning bitta xususiy yechimi

$u_1 = \dfrac{1}{y_2 - y_1}$ dan iborat .

Ma'lumki (5) ning bitta xususiy yechimi berilgan bo'lsa, uning umumiy yechimi bitta kvadratura yordamida aniqlanadi.

Teorema 3 Agar Rikkati tenglamasining 3 ta $y_1(x), y_2(x), y_3(x)$ xususiy yechimlari ma'lum bo'lsa, uning umumiy yechimi kvadraturasiz aniqlanadi.

Isbot Agar y_1, y_2, y_3 Rikkati tenglamasining xususiy yechimlari bo'lsa, (5) tenglama u_1 xususiy yechimdan tashqari

$u_2 = \dfrac{1}{y_3 - y_1}$ xususiy yechimga ega bo'ladi. U holda (5) tenglamaning 2 ta xususiy yechimi ma'lum bo'lgani uchun uning umumiy yechimi kvadraturasiz aniqlandi.

$$u = u_1 + c(y_2 - y_1) = \frac{1}{y_2 - y_1} + c\left(\frac{1}{y_3 - y_1} - \frac{1}{y_2 - y_1}\right)$$

$$\frac{1}{y - y_1} = \frac{1}{y_2 - y_1} + c\left(\frac{1}{y_3 - y_1} - \frac{1}{y_2 - y_1}\right)$$

Bu Rikkati tenglamasining umumiy integrali bo'ladi.

Maxsus Rikkati tenglamasining umumiy ko'rinishi

$$\frac{dy}{dx} + Ay^2 = Bx^m \qquad (6)$$

dan iborat.

Bunda A va B lar o'zgarmas sonlar. Agar (6) tenglamada $m = 0$ bo'lsa u o'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga aylanadi.

$$\frac{dy}{dx} = B - Ay^2 \qquad \frac{dy}{B - Ay^2} = dx$$

Agar (6) tenglamada $m = -2$ bo'lsa, (6) tenglamani

$$\frac{dy}{dx} + Ay^2 = \frac{B}{x^2}$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bu tenglamani $y = \dfrac{z}{x}$ almashtirish yordamida uni O'zgaruvchilari ajraladigan tenglamaga keltirish mumkin.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{x}\frac{dz}{dx} - \frac{z}{x^2}$$

Haqiqatdan ham $$\frac{1}{x}\frac{dz}{dx} - \frac{z}{x^2} + A\frac{z^2}{x^2} = \frac{B}{x^2}$$

$$x\frac{dz}{dx} = B - Az^2 + z \qquad \frac{dz}{B - Az^2 + z} = \frac{dx}{x}$$

Liuvill (1809-1882 fransuz), (6) tenglamada

$$\frac{m}{2m+4}=k \quad (k\text{-butun son})$$

Bo’lgandagina uning yechimini kvadratura yordamida aniqlash mumkin ekanligini isbot etgan.

Boshqa (*k*- butun son bo’lmaganda) hollarda tenglamaning yechimini kvadratura yordamida aniqlash mumkin emas.

2-Misol: $x^2y'+xy+x^2y^2=4$ tenglama xususiy yechimini $y=\frac{a}{x}$ ko’rinishda izlaymiz $y'+\frac{1}{x}y+y^2=\frac{y}{x^2}$ $\qquad y'=-\frac{a}{x^2}$

$$-\frac{a}{x^2}+\frac{a}{x^2}+\frac{a^2}{x^2}=\frac{y}{x^2} \qquad a^2=4 \qquad a=\pm2$$

$$y_1=\frac{2}{x} \qquad y=\frac{2}{x}+\frac{1}{u}$$

almashtirish tenglamani $u'-\frac{5}{x}u=1$ chiziqli tenglamaga keltiradi. Bundan

$u=x^5\left(c-\frac{1}{4x^4}\right)$, $\quad y=\frac{2}{x}+\frac{1}{cx^5-\frac{x}{4}}$ tenglamaning umumiy yechimi

3-Misol $y'-2xy+y^2=5-x^2$ $R(x)=5-x^2$ butun funksiya u holda xususiy yechimni $y=ax+b$ ko’rinishda izlaymiz.

$$a-2x(ax+b)+(ax+b)^2=5-x$$

$$\begin{cases} a^2-2a=-1 & (a-1)^2=0 \qquad a=1 \\ -2b+2ab=0 & \\ a+b^2=5 & 1+b^2=5 \qquad b^2=4 \qquad b=\pm2 \end{cases}$$

$$y_1=x+2 \qquad y=x+2+\frac{1}{u}$$

$$u'-4u=1 \qquad u=ce^{4x}-\frac{1}{4} \qquad y=x+2+\frac{1}{ce^{4x}-\frac{1}{4}}$$

Eslatma. Agar $y_1(x)$, (1) tenglamaning xususiy yechimi bo’lsa,
$y=y_1+z$ almashtirish yordamida uni Bernulli

$\frac{dz}{dx}=P(x)z^2+(2Py_1+Q)z$ tenglamasiga, so’ngra $u=z^{-1}$

almashtirish yordamida $\frac{du}{dx}+(2Py_1+Q)u=P$ chiziqli tenglamaga keltirish mumkin.

6.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.

2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Bernulli va Rikkati tenglamalari chiziqli tenglamami?			
2	Tenglamalarni chiziqli tenglamaga keltirish uchun qanday almashtirishlar olinadi?			
3	Rikkati tenglamasining bitta xususiy yechimi berilgan bo’lsa, uning umumiy yechimi nechta kvadratura yordamida topiladi?			
4	Ikkita xususiy yechimi berilsa-chi?			
5	Uchta xususiy yechimi berilsa-chi?			
6	Maxsus Rikkati tenglamasini kvadraturaga keltirish uchun qanaqa almashtirishlar olinadi?			

6.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

6.5-ilova

"Bernulli va Rikkati tenglamalari" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

Differensial tenglamalarni yeching

1. $y' + 2y = y^2 e^x$

2. $y' = y^4 \cos x + y\, tgx$

3. $xy' + y = y^2 \ln x$

4. $y' + 2xy = 2x^3 y^3$

5. $x' = xy + x^2 y^3$

6. $\left(2x^2 y \ln y - x\right) y' = y$

7. $y' - \dfrac{3}{2x} y = \dfrac{3}{2} x \sqrt[3]{y}$

8. $\dfrac{dx}{dy} - \dfrac{1}{\sqrt{y} - y} x = -\dfrac{1}{\sqrt{y} - y} x^2$

9. $y' - y^2 + \left(x^2 + 1\right) y - 2x = 0, \quad y_1 = x^2 + 1$

10. $y' + xy^2 - x^3 y - 2x = 0, \quad y_1 = x^2$

11. $\left(x^2-1\right)y'+y^2-2xy+1=0, \quad y_1=x$

12. $y'-2xy+y^2=5-x^2, \quad y_1=x+2$

13. $y'+y^2=x^2+2x$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**
2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472c.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312c**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. **Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, " Ўзбекистон", 1994.**
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

1.4. O’qitish usullari qoidalari

1.4.1. Aqliy hujum qoidalari

- Hech qanday o’zaro baholash va tanqid;
- Taklif etilayotgan g’oyalarni baholashdan o’zingni tiy, hatto ular fantastik va iloji yo’q bo’lsa ham – hammasi mumkin:
- Tanqid qilma – hamma aytilgan g’oyalar bir xilda:
- Bayon qiluvchi gapini bo’lma:
- Izoh berishdan o’zingni tiy;
- Maqsadbu –miqdor:
- Qanchag’oyalarko’pbo’lsashunchayaxshi: yangivazarurg’oyatug’ulishiimkoniyatiko’proq
- Agarg’oyalartakrorlansao’ksinma:
- Tasavvuringgaerkber:
- Senda yaralgan g’oyalarni tashlama, agar ular sening nazaringda qabul qilingan sxemaga tegishli bo’lmasa ham:
- Bu muammo aniq usullar bilan yechiladi deb o’ylama:

1.4.2. “Insert” texnikasiqoidalari

- Matnnio’qib, ulardasavollattug’dirayotganjoylarni, ularnibilimlarigamoskelayotganvamoskelmayotganjoylarniqalambilanbelgilabqo’yiladi:
- “Insert” jadvalini quyidagi belgilashlar bilan to’ldirish:
  Agar «!» bo’lsa siz o’z bilimingizga yoki siz o’ylagan fikrga to’g’ri kelayotganini o’qiyapsiz;
  Agar «–» bo’lsa siz o’z bilimingizga yoki to’g’ri deb o’ylaganingizga mutlaqo zid bo’lganini o’qiyapsiz:
  Agar «+» bo’lsa siz o’qityotganingiz siz uchun yangilik:
  Agar «?» bo’lsa, siz o’qiyotganingiz siz uchun tushunarsiz yoki siz bu savolga yanada ko’proq ma`lumotlar olishni istaysiz:

1.4.3. Guruhlardaishlashqoidalari

- Hammao’zdo’stlarinitinglashikerak, ungayaxshimunosabatdabo’libhurmarko’rsatishikerak:
- Hammaaktivharakatqilishilozim; berilgantopshiriqqanisbatanbirgalikdavajavobgarlikbilanishlashikerak:
- Har kim o’ziga kerak paytda yordam so’rashi kerak:
- Har kim undan yordam so’ralganda yordam ko’rsatishi kerak:
- Guruhning ish natijalarini baholashda ishtirok etishi lozim:
- Biz bir kemadamiz, o’zgalarga yordam berib o’zimiz o’rganamiz, shuni har kim tushunishi lozim:

7-Ma’ruza mashg’ulot.

1. **“To’liq differensial tenglama. Integrallovchi ko’paytuvchi” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli**

7-ma'ruza	**To'liq differensial tenglama. Integrallovchi ko'paytuvchi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1. To'liq differensial tenglama. 2.Integrallovchi ko'paytuvchi.
Asosiy tushuncha va atamalar	To'liq differensial tenglama, yechim, umumiy yechim, umumiy integral, xususiy yechim, yetarli va zaruriy shart, integrallovchi ko'paytuvchi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "To'liq differensial tenglama. Integrallovchi ko'paytuvchi" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2.Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(7.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Tenglama to'liq differensial tenglama bo'lishi uchun qanday shart bajarilishi kerak? 2)Bernullitenglamasining integrallovchi ko'paytuvchisini toping? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(7.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(7.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Tenglamaning, to'liq differensial tenglama bo'lishligining yetarli va zaruriy shartini yozing? 5. To'liq differensial tenglamaning umumiy integralini yozing? 6. Integrallovchi ko'paytuvchi deb, nimaga aytiladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi,	Savol beradilar. Tinglaydilar;

	talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(7.3-7.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(7.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

7.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

7.2.-ilova

"To'liq differensial tenglama. Integrallovchi ko'paytuvchi" mavzusi bo'yicha tarqatma material

Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli

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

$$M(x,y)dx+N(x,y)dy=0 \qquad (1)$$

Ko'rinishga keltirish mumkin. (1) tenglamada x va y o'zgaruvchilar teng kuchli ravishda qatnashadilar.

Ta'rif. Agar (1) tenglamaning chap tomoni biror $u(x,y)$ funksiyaning to'liq differensialiga teng bo'lsa, u holda (1) tenglamaga to'liq differensialli tenglama deyiladi.

Ya'ni

$$M(x,y)dx+N(x,y)dy\equiv du=\frac{\partial u}{dx}dx+\frac{\partial u}{\partial y}dy \qquad (2)$$

(2) dan $\frac{\partial u}{\partial x}=M(x,y),\qquad \frac{\partial u}{\partial y}=N(x,y)$ (3)

ga ega bo'lamiz.

Agar (1) tenglamaning biror yechimini (2) ga keltirib qo'ysak

$du=0$ ga ega bo'lamiz.

Bundan $u(x,y)=c$. Bu esa, to'liq differensial tenglamaning umumiy integralidir.

Faraz etaylik $M(x,y)$ *ва* $N(x,y)$ funksiyalari, mos ravishda u va x ga nisbatan uzluksiz xususiy hosilalarga ega bo'lsin.

$$\frac{\partial M}{\partial y}=\frac{\partial^2 u}{\partial y\partial x} \qquad \frac{\partial N}{\partial x}=\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}$$

bundan
$$\frac{\partial M}{\partial y}=\frac{\partial N}{\partial x} \qquad (4)$$

(4), (1) tenglamaning chap tomoni biror funksiyani to'liq differensiali bo'lishligini zaruriy shartidir.

Isbot etamizki bu yetarli shart hamdir. Haqiqatdan ham (4) tenglik bajarilganda shunday $u(x,y)$ funksiyani topish mumkinkim, bu funksiya (3) tengliklarni qanoatlantiradi.
Faraz etaylik, u (3) ning birinchisini qanoatlantirsin.

$$\frac{\partial u}{\partial x}=M(x,y)$$

Agar bunda u ni parametr deb olsak, uni
$dy = M(x,y)dx$
ko'rinishda yozish mumkin.

$$u(x,y)=\int_{xo}^{x} M(x,y)dx+\varphi(y) \qquad (5)$$

Buning har ikkala tomonini u ga nisbatan differensiallaymiz.

$$\frac{\partial u}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial y}\int_{xo}^{x} M(x,y)dx+\varphi'(y)=\int_{xo}^{x}\frac{\partial M}{\partial y}dx+\varphi'(y)=\int_{xo}^{x}\frac{\partial N}{\partial x}dx+\varphi'(y)=N(x,y)\Big|_{xo}^{x}+\varphi'(y)=$$
$$=N(x,y)-N(x_o,y)+\varphi'(y)$$

(3) ni e'tiborga olsak, keyingi tenglikdan

$$\varphi'(y)=N(x_0,y)$$

ga ega bo'lamiz.

Bundan
$$\varphi(y)=\int_{y_0}^{y} N(x_0,y)dy \qquad (6)$$

(6) va $u(x,y)=c$ ga ko'ra , (5) dan

$$\int_{x0}^{x} M(x,y)dx+\int_{y0}^{y} N(x_0,y)dy=c \qquad (7)$$

Bu ko'rsatadikim (4) bajarilganda (1) ni chap tomoni to'liq differensial tenglama bo'ladi. (7) to'liq differensialli tenglamaning umumiy integralini topish formulasi.

<u>1-Misol.</u> Ushbu tenglama integrallansin.

$$(2x-y)dx+(4y-x)dy=0$$

Yechish. Bu tenglamani quyidagicha yozamiz.

$$2xdy+4ydy-(ydx+xdx)=0$$

ravshanki tenglamaning chap tomoni $u(x,y)=x^2+2y^2-xy$ funksiyaning to'liq differensiali. Shuning uchun tenglamani

$$d(x^2+2y^2-xy)=0$$

ko'rinishda yozish mumkin, bundan

$$x^2+2y^2-xy=c$$

umumiy integralni topamiz, c - ixtiyoriy o'zgarmas.

<u>2-Misol.</u> $y(1+xy)dx-xdy=0$ tenglamani yeching.

Yechish. Bu tenglamani quyidagicha yozib olamiz:

$$ydx-xdy+xy^2dx=0$$

Tenglamaning ikkala tomonini $y^2 \neq 0$ bo'lib olsak, chap tomoni to'la differensial bo'ladi

$$\frac{ydx - xdy}{y^2} + xdx = 0$$

yoki

$$d\left(\frac{x}{y} + \frac{x^2}{2}\right) = 0 \;\Rightarrow \frac{x}{y} + \frac{x^2}{2} = c$$

Demak, tenglamaning umumiy integrali $2x + x^2 y = cy$ bo'ladi.

3-Misol. $y(1+xy)dx - xdy = 0$ tenglamaning $y(1) = 1$ boshlang'ich shartni qanoatlantiruvchi yechimi topilsin.

Yechish. Tenglamani quyidagicha yozib olamiz:

$$ydx - xdy + xy^2 dx = 0.$$

Endi buning ikkala tomonini $y^2 \neq 0$ bo'lib olamiz

$$\frac{ydx - xdy}{y^2} + xdx = 0 \Rightarrow \quad d\left(\frac{x}{y} + \frac{x^2}{2}\right) = 0$$

to'la differensial tenglama hosil bo'ldi.

Bundan: $\frac{x}{y} + \frac{x^2}{2} = c, \quad \Rightarrow \; 2x + x^2 y = cy$ umumiy integralni yozib olamiz, bunda c-ixtiyoriy o'zgarmas.

Endi x=1 da $y = 1$ deb olsak, $c = 3$ bo'ladi va izlanayotgan

$$2x + x^2 y = 3y$$

xususiy yechim hosil bo'ladi.

4-Misol

$$(3x^2 + 6xy^2)dx + (6x^2 y + 4y^3)dy = 0$$

$M(x,y) = 3x^2 + 6xy^2 \qquad N(x,y) = 6x^2 y + 4y^3$

$\frac{\partial M}{\partial y} = 12xy \qquad \frac{\partial N}{\partial x} = 12xy \qquad$ demak $\quad \frac{\partial M}{\partial y} \equiv \frac{\partial N}{\partial x}$

Berilgan tenglama to'liq differensialli tenglamadir

1) $u(x,y) = \int M(x,ydx + \varphi(y) = \int (3x^2 + 6xy^2)dx + \varphi(y) = x^3 + 3x^2y^2 + \varphi(y)$

2) $\frac{\partial u}{\partial y} = 6x^2 y + \varphi'(y)$ 3) $6x^2 y = 6x^2 y + 4y^3 + '(y)$

$y'(y) = 4y^3$

4) $\varphi(y) = 4y^4$ 5) $x^3 + 3x^2 y^2 + 4y^4 = c_{11}$

Integrallovchi ko'paytuvchi.

Faraz etaylik

$$M(x,y)dx + N(x,y)dy = 0 \qquad (1)$$

tenglamaning chap tomoni biror funksiyaning to'liq differensialli bo'lmasin. (1) ning chap tomonini biror $\mu(x,y)$ funksiyaga ko'paytirganda u to'liq differensialli tenglamaga aylansa, $\mu(x,y)$ ga integrallovchi ko'paytuvchi deyiladi.

$$\mu(M(x,y)x + N(x,y)dy) \equiv du \qquad (2)$$

u holda (2) $\frac{\partial(\mu M)}{\partial y} \equiv \frac{\partial(\mu N)}{\partial x}$ shartini qanoatlantiradi.

7.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Tenglamaning, to'liq differensial tenglama bo'lishligining yetarali va zaruriy shartini yozing?			
2	To'liq differensial tenglamaning umumiy integralini yozing?			
3	Integrallovchi ko'paytuvchi deb, nimaga aytiladi?			
4	To'liq differensial tenglamaga oid misollar keltiring?			

7.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo'lmog'i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog'i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo'yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o'qituvchi ularga yo'riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo'lganda ham muloqotda bo'ling, o'z fikringizni erkin namoyon eting.

7.5-ilova

"To'liq differensial tenglama. Integrallovchi ko'paytuvchi" mavzusi bo'yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

To'liq differensial tenglamalarni yeching

1. $3x^2e^y dx + \left(x^3e^y - 1\right)dy = 0$

2. $\left(3x^2+\frac{2}{y}\cos\frac{2x}{y}\right)dx-\frac{2x}{y^2}\cos\frac{2x}{y}dy=0$

3. $\left(3x^2+4y^2\right)dx+\left(8xy+e^y\right)dy=0$

4. $\left(2x-1-y/x^2\right)dx-\left(2y-1/x\right)dy=0$

5. $\left(y^2+y\sec^2 x\right)dx+\left(2xy+tgx\right)dy=0$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**
2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. **Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.**
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/

20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

8-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Integrallovchi ko’paytuvchini topish usullari” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

8-ma’ruza	**Integrallovchi ko’paytuvchini topish usullari.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. Integrallovchi ko’paytuvchi haqida teorema. 2. Integrallovchi ko’paytuvchi topish.
Asosiy tushuncha va atamalar	Integrallovchi ko’paytuvchi haqida teorema, integrallovchiko’paytuvchi topish.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Integrallovchi ko’paytuvchini topish usullari" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2.Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(8.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Bir jinsli tenglamaning integrallovchi ko’paytuvchisini toping? 2)Bernulli tenglamasining integrallovchi ko’paytuvchisini toping? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(8.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(8.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4. Integrallovchi ko’paytuvchi deb, nimaga aytiladi? 5. To’liq differensial tenglamaning umumiy integralini yozing? 6. Integrallovchi ko’paytuvchini topish usullarini ayting? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z

	2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(8.3-8.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(1.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

8.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

8.2.-ilova

"**Integrallovchi ko'paytuvchini topish usullari**" **mavzusi bo'yicha tarqatma material**

Hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli

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

$$M(x,y)dx + N(x,y)dy = 0 \qquad (1)$$

Ko'rinishga berilgan bo'lsin.

Teorema 1. Integralga ega bo'lgan har qanday birinchi tartibli differensial tenglama integrallovchi ko'paytuvchiga egadir.

Isbot. Faraz etaylik (1) tenglamaning umumiy integrali $u(x, y) = c$ bo'lsin.

Bundan $\frac{\partial u}{\partial x}dx + \frac{\partial u}{\partial y}dy = 0 \qquad \frac{dy}{dx} = -\frac{u'_x}{u'_y} \qquad (3)$

(1) tenglamadan esa $\frac{dy}{dx} = -\frac{M}{N} \qquad (4)$

(3) va (4) dan

$$-\frac{\frac{\partial u}{\partial x}}{\frac{\partial u}{\partial y}}=-\frac{M}{N} \qquad \frac{\frac{\partial u}{\partial x}}{M}=\frac{\frac{\partial u}{\partial y}}{N}=\mu(x,y) \tag{5}$$

(5) dan $\frac{\partial u}{\partial x}=\mu M \qquad \frac{\partial u}{\partial y}=\mu N$

u holda $\mu(Mdx+Ndy)=\mu Mdx+\mu Ndy=\frac{\partial u}{\partial x}dx+\frac{\partial u}{\partial y}dy=du$

ya'ni (5) dan aniqlangan $\mu(x,y)$ funksiya (1) tenglamaning integrallovchi ko'paytuvchisi bo'ladi.

Teorema 2. Agar (1) tenglama bitta integralallovchi ko'paytuvchiga ega bo'lsa, u cheksiz ko'p integrallovchi ko'paytuvchilarga ega bo'ladi.

Isbot. Faraz etaylik (1) tenglamaning integrallovchi ko'paytuvchisi $\mu(x,y)$ va uning umumiy integrali $u(x,y)=c$ bo'lsin.

U holda $\mu_1=\mu\varphi(u)$ (6)

ham (1) tenglamaning integrallovchi ko'paytuvchisi bo'ladi. Bunda $\varphi(u)$ Uzluksiz funksiyadir.

Haqiqatan ham

$$\mu_1(Mdx+Ndy)=\mu\varphi(u)(Mdx+Ndy)=\varphi(u)(\mu Mdx+\mu Ndy)=\varphi(u)du=d\int\varphi(u)du$$

Bu ko'rsatadikim, tenglamaning chap tomoni

$$F(u)=\int\varphi(u)du$$

funksiyaning to'liq differensialiga tengdir, ya'ni $\mu_1(x,y)$ ham (1) tenglamaning integrallovchi ko'paytuvchisidir.

(1)tenglamaning hamma integrallovchi ko'paytuvchilari (6) tenglik bilan aniqlanadi. Haqiqatdan ham, faraz etaylik (1) tenglama μ integrallovchi ko'paytuvchidan boshqa μ_1 integrallovchi ko'paytuvchiga ega bo'lsin.

Ya'ni

$$\mu(Mdx+Ndy)\equiv du \tag{7}$$

$$\mu_1(Mdx+Ndy)\equiv d\vartheta \tag{8}$$

Bulardan $\frac{\partial u}{\partial x}=\mu M, \quad \frac{\partial u}{\partial y}=\mu N, \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial x}=\mu_1 M, \quad \frac{\partial \vartheta}{\partial y}=\mu_1 N$

Bu keyingi tengliklardan

$$\frac{M}{N}=\frac{\frac{\partial u}{\partial x}}{\frac{\partial u}{\partial y}} \qquad \frac{M}{N}=\frac{\frac{\partial \vartheta}{\partial x}}{\frac{\partial \vartheta}{\partial y}}$$

tengliklarning chap tomonlari teng bo'lganidan.

$$\frac{\partial u}{\partial x}:\frac{\partial u}{\partial y}=\frac{\partial \vartheta}{\partial x}:\frac{\partial \vartheta}{\partial y} \qquad \frac{\partial u}{\partial x}\cdot\frac{\partial \vartheta}{\partial y}-\frac{\partial u}{\partial y}\cdot\frac{\partial \vartheta}{\partial x}=0$$

yoki $\begin{vmatrix} \dfrac{\partial u}{\partial x} & \dfrac{\partial u}{\partial y} \\ \dfrac{\partial \vartheta}{\partial x} & \dfrac{\partial \vartheta}{\partial y} \end{vmatrix} = 0$ ga ega bo'lamiz (9)

(9) dan ko'rinadikim u va ϑ funksiyalar orasida funksional bog'lanish mavjud, ya'ni
$\vartheta = \psi(u) \qquad d\vartheta = \psi'(u)du$

(7) va (8) ga asosan
$\mu_1(Mdx + Ndy) \equiv d\vartheta = \psi'(u)du = \psi'(u)\mu(Mdx + Ndy)$
Bu keyingi tenglikdan
$\mu_1 = \varphi'(u)\mu$
$\mu_1 = \mu\varphi(u)$
Deb olsak $\psi'(u) = \varphi(u)$

Integrallovchi ko'paytuvchini topish.

Integrallovchi ko'paytuvchini umumiy holda topamiz.
Faraz etaylik (1) tenglamani

$$\mu = \mu[\omega(x, y)] \qquad (10)$$

ga ko'paytirganda, u to'liq differensialli tenglamaga aylansin.

ya'ni $$\frac{\partial(\mu M)}{\partial y} \equiv \frac{\partial(\mu N)}{\partial x}$$

yoki $\mu \dfrac{\partial M}{\partial y} + M \dfrac{\partial \mu}{\partial y} = \mu \dfrac{\partial N}{\partial x} + N \dfrac{\partial \mu}{\partial x}$

$$\mu\left(\frac{\partial M}{\partial y} - \frac{\partial N}{\partial x}\right) = N \frac{\partial \mu}{\partial x} - M \frac{\partial \mu}{\partial y} \qquad (11)$$

(10) dan $\dfrac{\partial \mu}{\partial x} = \dfrac{\partial \mu}{\partial x} \cdot \dfrac{\partial \omega}{\partial x} \qquad \dfrac{\partial \mu}{\partial y} = \dfrac{\partial \mu}{\partial \omega} \cdot \dfrac{\partial \omega}{\partial y}$

u holda (11) tenglikning

$$\mu(M'_y - N'_x) = (N\omega'_x - M\omega'_y)\frac{\partial \mu}{\partial \omega}$$

ko'rinishda yozish mumkin

Bundan $$\frac{d\mu}{\mu} = \frac{M'_y - N'_x}{N\omega'_x - M\omega'_y} d\omega$$

Bu esa μ ga nisbatan birinchi tartibli differensial tenglama
Buni integrallasak

$$\ell n|\mu(\omega)| = \int \frac{M^1_y - N^1_x}{N\omega^1_x - M\omega^1_y} d\omega + \ell nc$$

$c = 1 \quad деб$ (12)

$$\mu = \mu[\omega(x, y)] = \ell^{-\int \frac{M^1_н - N^1_x}{N\omega^1_x - M\omega^1_y} d\omega}$$

(12) integrallovchi ko'paytuvchini topish formulasi.
Ba'zi bir xusuiy xollarni qaraymiz.
1) Integral ko'patuvchi faqat x ga bog'liq bo'lsin.

ya’ni $\omega(x,y)=x$ $\omega'_x(x,y)=0$ $d\omega=dx$

U holda (12) dan

$\mu(x)=\ell^{\int\frac{M'_y-N'_x}{N}dx}$ ga ega bo’lamiz.

2) integral ko’patuvchi faqat u ga bog’liq bo’lsin.

ya’ni $\omega(x,y)=y$ $\omega'_x=0$ $\omega'_x=1$ $d\omega=dy$

U holda (12) dan $\mu(x)=\ell^{-\int\frac{M'_y-N'_x}{M}dy}$ ga ega bo’lamiz.

3) Integral ko’paytuvchi xy ga bog’liq bo’lsin.

$\omega(x,y)=xy$ $\omega'=y$ $\omega'=x$ $d\omega=d(xy)$

U holda (12) dan

$$\mu(xy)=\ell^{\int\frac{M^1_y-N^1_x}{Ny-Mx}d(xy)}$$

Masala 1. Bir jinsli differensial tenglamaning integrallovchi ko’paytuvchisini toping.

Faraz etaylik $M(x,y)dx+N(x,y)dy=0$ (1)

Tenglamada M va N funksiyalar x va y ga nisbatan m o’lchovli bir jinsli funksiyalar bo’lsin.

$y = xz$ (13)

almashtirishni olsak (1) tenglamani

$$M(x,xz)dx+N(x,xz)(xdz+zdx)=0$$

$$x^mM(1,z)dx+x^mN(1,z)(xdz+zdx)=0$$

$$x^m[M(1,z)+zN(1,z)]dx+x^{m+1}N(1,z)dz=0$$

Bu esa o’zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamadir. Ma’lumki bu tenglamaning integrallovchi ko’paytuvchisi

$$\mu=\frac{1}{x^{m+1}[M(1,z)+zN(z)]}$$

$z=\dfrac{y}{x}$ ni e’tiborga olsak, keyingi tenglikdan

$\mu=\dfrac{1}{xM+yN}$ ga ega bo’lamiz.

Bu bir jinsli tenglamaning integrallovchi ko’paytuvchisidir.

Isbot etish mumkinki; chiziqli

$y'+p(x)y=Q(x)$ tenglamaning integrallovchi ko’paytuvchisi $\mu=\ell^{\int p(x)dx}$ dan iborat

Bernulli $y'+p(x)y=Q(x)y^n$ tenglamasining integrallovchi ko’paytuvchisi

$\mu=y^{-n}\ell^{(1-n)\int p(x)dx}$ dan iborat (isbotlang)

8.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi

\- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.

\+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.

?   - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Integrallovchi ko’paytuvchi deb, nimaga aytiladi?			
2	To’liq differensial tenglamaning umumiy integralini yozing?			
3	Integrallovchi ko’paytuvchi haqidagi 1,2 teoremalarni ayting?			
4	Integrallovchi ko’paytuvchi deb, nimaga aytiladi?			
5	Bir jinsli tenglamaning integrallovchi ko’paytuvchisini toping?			
6	Bernulli tenglamasining integrallovchi ko’paytuvchisini toping?			

8.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

8.5-ilova

"To’liq differensial tenglama. Integrallovchi ko’paytuvchi" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

Tenglamani integrallovchi ko’paytuvchini topish usulidan foydalanib yeching

1. $\left(2xy^2 - y\right)dx + \left(y^2 + x + y\right)dy = 0$

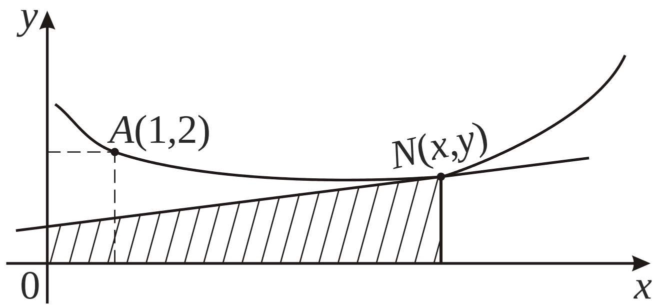
2. $\left(xy^2 - y^3\right)dx + \left(1 - xy^2\right)dy = 0$

3. $y'\cos x = y\sin x + \cos^2 x$

4. $\left(y^2 - 6x\right)y' + 2y = 0$

5. $x^2dx-\left(2xy+3\right)dy=0$

6. Berilgan $A(1;2)$ nuqtadan o'tuvchi shunday egri chiziqning tenglamasini tuzingki, PN ordinatali $N(x;y)$ nuqtasidan o'tkazilgan urinma OY o'qning T nuqtasi bilan kesishguncha davom yettirilganda xosil bo'ladigan $OTNP$ trapesiyaning yuzi o'zgarmas bo'lib, 1 ga teng bo'lsin (1-rasmga qarang).



1-rasm.

7. Ixtiyoriy urinmasining ordinata o'qidan ajratgan kesamasi, urinish nuqtasi abssissasining kvadratiga teng bo'lgan (1;–1) nuqtadan o'tuvchi chiziqning tenglamasini yozing.

Tavsiyaetilganadabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**
2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, " Ўзбекистон", 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.

12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

9-Ma'ruza mashg'ulot.

"Hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli differensial tenglama yechimining mavjudlik va yagonalik teoremasi" ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasi modeli

9-ma'ruza	**Hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli differensial tenglama yechimining mavjudlik va yagonalik teoremasi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	**ma`ruza;** yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Yechim, va umumiy yechim tushunchasi. 2. Koshi masalasi. 3. Yechimning mavjudligi va yagonaligi.
Asosiy tushuncha va atamalar	Yechim, yechimning mavjudligi va yagonaligi, oddiy yechim, integral chiziq, Koshi masalasi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish

kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli differensial tenglama yechimining mavjudlik va yagonalik teoremasi" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(9.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Oddiy nuqta deb qanday nuqtaga aytiladi? 2)Hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli differensial tenglamani ko'rinishini yozing? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(9.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(1.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Koshi masalasining moxiyati nimadan iborat? 5. Maxsus nuqta deb qanday nuqtaga aytiladi? 6. Yechimning mavjudligi va yagonaligini ayting? Mavjudlik va yagonalik teoremasini qaysi metoddan	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol

	foydalanib isbotlangan? 7 . Analitik davom ettirish, nimani bildiradi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(9.3-9.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(9.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

9.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

9.2.-ilova

"Hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli differensial tenglama yechimining mavjudlik va yagonalik teoremasi" mavzusi bo'yicha tarqatma material

YECHIM VA UMUMIY YECHIM TUSHUNCHASI. KOSHI MASALASI

1. Hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar ushbu

$$F(x, y, y')=0 \qquad \textbf{(1)}$$

ko'rinishda yoziladi. Bu yerda F uch argumentli funksiya bo'lib, uch o'lchovli fazoning ochiq D_3 to'plamida (D_3 sohada) aniqlangan. Agar bu to'plamni R^2 tekisligiga ortogonal proyeksiyalasak, R^2 da biror ochiq Γ to'plam (Γ soha) hosil bo'ladi.

1-ta'rif. (1) differensial tenglama berilgan bo'lib, $F(x, y, y')$ funksiya R^3 fazoning D_3 sohasida aniqlangan bo'lsin. Agar I (ochiq, yopiq yoki yarim ochiq) intervalda aniqlangan $y=\varphi(x)$ funksiya uchun quyidagi uchta shart:

$$\left.\begin{array}{l} 1^0.\ (x,\varphi(x))\in\Gamma,\ x\in I,\ (x,\varphi(x),\varphi'(x))\in D_3, \Gamma\subset R^2,\ D_3\subset R^3; \\ 2^0.\ \varphi(x)\in C^1(I); \\ 3^0.\ F(x,\varphi(x),\varphi'(x))\equiv 0,\ \ x\in I \end{array}\right\} \qquad \textbf{(2)}$$

bajarilsa, bu funksiya I intervalda (1) differensial tenglamaning yechimi deyiladi. (1) tenglamaning yechimiga mos egri chiziq (ya'ni $y=\varphi(x)$ funksiyaning grafigi) uning integral egri chizig'i (yoki soddagina integral chizig'i) deyiladi.

Agar parametrik ko'rinishda berilgan $x=x(t),\ y=y(t),\ t\in I_t$ ($I_t -$ parametr t ning o'zgarish sohasi yopiq, ochiq, yarim ochiq intervaldan iborat) funksiya uchun $x'(t)\neq 0,\ t\in I_t$ bo'lib, quyidagi uchta shart:

$$1^0.\ (x(t),y(t))\in\Gamma,\ \left(x(t),y(t),\frac{y'(t)}{x'(t)}\right)\in D_3,\ t\in I_t;$$

$$2^0.\ y(t)\in C^1(I_t),\ x(t)\in C^1(I_t);$$

$$3^0.\ F\left(x(t),y(t),\frac{y'(t)}{x'(t)}\right)\equiv 0,\ \ t\in I_t$$

bajarilsa, u holda $x=x(t),\ y=y(t)$ funksiya I_t intervalda (1) differensial tenglamaning yechimi deyiladi. Ba'zi hollarda yechimni shu ko'rinishda izlash yoki yozish qulay bo'ladi.

(1) differensial tenglama uchun ham

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

differensial tenglama uchun aytilgandek yechim uch: $y=\varphi(x);\ \Phi(x, y)=0,$ $x=x(t),\ y=y(t)\ \ (t\in I_t)$ ko'rinishdan bittasi orqali izlanadi.

Agar (1) differensial tenglama y ga nisbatan bir qiymatli yechilishi mumkin bo'lsa, u holda (*) differensial tenglamaga kelamiz. Ammo (1) doim bir qiymatli yechilavermaydi.

(1) differensial tenglama ochiq Γ to'plamning har bir (x, y) nuqtasida y' ning bitta yoki bir nechta qiymatlarini aniqlasin deylik. Har bir (x, y) nuqtada y' dan foydalanib bitta yoki bir nechta birlik vektor chizamiz. Natijada yo'nalishlar maydoni hosil bo'ladi. Endi integral chiziqlarning taqribiy tasvirini olishimiz mumkin.

Umumiy yechim tushunchasini kiritishdan avval (1) tenglama uchun Koshi masalasini qo'yamiz.

Koshi masalasi: (1) differensial tenglamaning $y(x_0)=y_0,\ (x_0,y_0)\in\Gamma$ boshlang'ich shartni qanoatlantiruvchi yechimi topilsin yoki geometrik nuqtai nazardan, (1) differensial tenglamaning $(x_0,y_0)\in\Gamma$ nuqtadan o'tuvchi integral chizig'i ko'rsatilsin.

(1) differensial tenglama y' ga nisbatan yechilishi mumkin deylik. U holda (x_0,y_0) nuqtaning biror atrofida y' uchun bir necha haqiqiy qiymatlarni (haqiqiy funksiyalarni) topamiz:

$$y'=f_k(x,y),\ k=1,2,...,m. \tag{3}$$

Agar har bir $f_k(x,y)$ $(k=1,2,...,m)$ funksiya biror mavjudlik va yagonalik teoremasining shartlarini qanoatlantirsa, u holda (x_0,y_0) nuqtadan (1) differensial tenglamaning m ta integral chizig'i o'tadi. Ba'zi $f_{k_1},\ f_{k_2},...,f_{k_{2n}}$ $(k_{2n}\le m)$ funksiyalar kompleks bo'lsa, u holda biz faqat $f_{k_{2n+1}},\ ...,\ f_m$ funksiyalar bilan ish ko'ramiz. Bu holda (x_0,y_0) nuqtadan tegishli differensial tenglamaning $m-k_{2n}$ ta integral chizig'i o'tadi.

2-ta'rif. (1) differensial tenglama (x_0,y_0) nuqtaning biror atrofida y' ga nisbatan yechilishi mumkin, ya'ni (3) tenglamalarga ajraladi deylik. Agar har bir (3) tenglama

$$y=\varphi_k(x,C),\ k=1,2,...,m \tag{4}$$

umumiy yechimga ega yoki

$$\Phi_k(x,y)=C,\ k=1,2,...,m,\ C-\text{ ixtiyoriy o'zgarmas} \tag{5}$$

umumiy integralga ega bo'lsa, u holda (4) umumiy yechimlar to'plami (yoki (5) umumiy integrallar to'plami) berilgan (1) differensial tenglamaning umumiy yechimi (yoki umumiy integrali) deyiladi.

Kiritilgan ta'rif (1) tenglama y' ga nisbatan cheksiz ko'p yechimga ega bo'lgan hol uchun ham o'rinli bo'ladi.

3-ta'rif. Agar (1) tenglamaning biror I intervalda aniqlangan $y=\varphi(x)$ yechimining har bir nuqtasida Koshi masalasi yagona yechimga ega bo'lsa, u holda $y=\varphi(x)$ $(x\in I)$ yechim berilgan tenglamaning xususiy yechimi deyiladi.

Yuqoridagi ta'riflar munosabati bilan maxsus yechim tushunchasini kiritish lozim bo'ladi.

4-ta'rif. Agar $y=\varphi(x)$ funksiya (1) tenglamaning I intervalda aniqlangan yechimi bo'lib, $y=\varphi(x), x\in I$ funksiya bilan tavsiflanadigan integral chiziqning har bir nuqtasidan $y=\varphi(x), x\in I$ integral chiziqdan tashqari shu nuqtada y bilan bir xil yo'nalishga ega bo'ladigan, ammo o'sha nuqtaning ixtiyoriy atrofida undan farq qiladigan yana boshqa integral chiziq o'tsa, u holda $y=\varphi(x), x\in I$ yechim (1) tenglamaning I intervalda aniqlangan maxsus yechimi bo'ladi.

Misol.

$$(y')^3=y^2,\ D_3=\{(x,y,y'):-\infty<x<+\infty,\ -\infty<y<+\infty,\ 0\le y'<+\infty\}$$

differensial tenglamani $y'=y^{\frac{2}{3}}$ ko'rinishda yozish mumkin. Ma'lumki, abssissa o'qi (ya'ni $y=0$ chiziq) va $y=\dfrac{(x+C)^3}{27}$ kubik parabolalar bu tenglama uchun integral chiziq bo'lib xizmat qiladi. Ammo $y=0$ chiziqning har bir nuqtasidan bir xil yo'nalishda ikkita integral chiziq o'tadi. Shuning uchun $y=0$ maxsus yechimdir.

YECHIMNING MAVJUDLIGI VA YAGONALIGI

1-teorema. Agar (1) differensial tenglamada $F(x, y, y')$ funksiya uchun ushbu ikkita shart:

$$1^0.\ F(x_0, y_0, y') = 0 \tag{21}$$

tenglamaning biror haqiqiy ildizi y_0' uchun $(x_0, y_0, y_0') \in D_3$ $((x_0, y_0) \in \Gamma)$ nuqtaning biror D_3^0 atrofida $F(x, y, y')$ funksiya uzluksiz va birinchi tartibli uzluksiz xususiy hosilalarga ega;

$$2^0.\ F'_{y'}(x_0, y_0, y_0') \neq 0$$

bajarilsa, u holda shunday $h > 0$ mavjud bo'ladiki, (1) differensial tenglamaning $|x - x_0| \le h$ oraliqda aniqlangan $y(x_0) = y_0$, $y'(x_0) = y_0'$ shartlarni qanoatlantiruvchi yagona $y = y(x)$ yechimi mavjud.

Isbot. Oshkormas funksiyalar haqidagi ma'lum teoremaga ko'ra (1) tenglama D_3^0 da y' ni bir qiymatli funksiya sifatida aniqlaydi, ya'ni

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y), \tag{22}$$

bunda $f(x, y)$ funksiya yopiq $\overline{\Gamma}_0$ $(\overline{\Gamma}_0 \subset \Gamma)$ to'plamda uzluksiz, birinchi tartibli uzluksiz xususiy hosilalarga ega va $f(x_0, y_0) = y_0'$, $(x_0, y_0) \in \overline{\Gamma}_0$. Shuning uchun $f(x, y)$funksiya yopiq $\overline{\Gamma}_0$ to'plamda y bo'yicha Lipshis shartini qanoatlantiradi. Demak (22) differensial tenglama Pikar teoremasiga asosan $|x - x_0| \le h$ oraliqda aniqlangan yagona $y = y(x)$ yechimga ega bo'lib, $y(x_0) = y_0$ bo'ladi. Xuddi shu yechimga (1) tenglama ham ega. Endi $y'(x_0) = y_0$ ekanini ko'rsataylik. Haqiqatan, (22) tenglama $y = y(x)$ uchun ayniyatga aylanadi: $\frac{dy(x)}{dx} \equiv f(x, y(x)),\ |x - x_0| \le h$.

Agar $x = x_0$ bo'lsa, $y'(x_0) = f(x_0, y(x_0)) = f(x_0, y_0) = y_0'$.

1-natija. *1-teoremaning shartiga ko'ra* (x_0, y_0, y_0') *nuqtaning* $\overline{D}_3^0$ *atrofida* $\frac{\partial F(x, y, y')}{\partial y'} \neq 0$, $\left|\frac{\partial F(x, y, y')}{\partial x}\right| \le A,\ 0 < A = const$.

2-natija. Agar (21) tenglama bir necha haqiqiy y_i' $(i = 1, 2, ..., m)$ yechimlarga ega bo'lsa, har bir (x_0, y_0, y_i') nuqtaning yopiq $\overline{D}_3^0$ atrofida (1) differensial tenglama y' ni bir qiymatli aniqlaydi, ya'ni $y' = f(x, y)$. Shu bilan birga har bir i $(1 \le i \le m)$ uchun tegishli differensial tenglama $(x_0, y_0) \in \overline{\Gamma}_{0i}$ nuqtadan o'tuvchi yagona integral chiziqqa ega. Boshqacha aytganda, (x_0, y_0) nuqtadan m ta yo'nalish bo'yicha faqat m ta integral chiziq o'tadi.

Agar (x_0, y_0) nuqtada Koshi masalasi yagona yechimga ega bo'lsa, u nuqtani **oddiy nuqta** deyiladi. Bu nuqtaga mos yechimni **oddiy yechim**, integral chiziqni esa **oddiy integral chiziq** deyiladi.

Shunga o'xshash, agar (x_0, y_0) nuqtada Koshi masalasi uchun yagonalik o'rinli bo'lmasa, u holda bu nuqta (1) differensial tenglamaning **maxsus nuqtasi** deyiladi. Maxsus nuqtalar to'plami maxsus yechim bo'lishi ham, bo'lmasligi ham mumkin. Maxsus yechim grafigi **maxsus integral chiziq** deyiladi.

Demak, (x_0, y_0, y_0') nuqtaning yetarli kichik yopiq atrofida 1-teoremaning biror sharti buzilganda maxsus nuqtaga ega bo'lishimiz mumkin. 1-teorema faqat yetarli shartni belgilagani uchun (x_0, y_0, y_0') nuqta aytilgan holda maxsus bo'lishi ham, bo'lmasligi ham mumkin.

9.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Koshi masalasining moxiyati nimadan iborat?			
2	Hosilaga nisbatan yechilmagan differensial tenglamaning yechimi deb nimaga aytiladi?			
3	Integral chiziq ta’rifini ayting?			

9.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

9.5-ilova

"To’liq differensial tenglama. Integrallovchi ko’paytuvchi" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

1. Yechimning mavjudligi va yagonaligi haqidagi teoremani ayting?
2. Mavjudlik va yagonalik teoremasini qaysi metoddan foydalanib isbotlangan
3. Maxsus nuqta deb qanday nuqtaga aytiladi?
4. Idishda 100 l aralashma bo’lib, unda 10 kg tuz bor. Idishga har minutda 5 l suv qo’yiladi va oldindan toza suv bilan to’ldirib qo’yilgan 100 l idishga aralashma xuddi shu tarzda oqib o’tadi. Aralashmaning ortiqchasi ikkinchi idishdan oqib chiqib ketadi. Qachon ikkinchi idishdagi tuzning miqdori eng ko’p bo’ladi? U nimaga teng?

5. Sig'imi C ga teng bo'lgan kondensator kuchlanishi E va qarshiligi R bo'lgan zanjirga ulangan. Kondensatorning ulangandan keyingi t momentdagi zaryadi aniqlansin.

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**
2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганинининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, " Ўзбекистон", 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

10-Ma'ruza mashg'ulot.

1. "Parametr kiritish usuli, to'liq bo'lmagan differensial tenglamalar" ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasi modeli

10-ma'ruza	**Parametr kiritish usuli, to'liq bo'lmagan differensial tenglamalar.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Hosilaga nisbatan yechilmagan tenglama. 2.Yechim, umumiy yechim, parametrik yechim, umumiy integral, maxsus yechim. 3. Parametr kiritish usuli.
Asosiy tushuncha va atamalar	Hosilaga nisbatan yechilmagan tenglama, umumiy yechim, parametrik yechim, umumiy integral, maxsus yechim, parametr kiritish usuli
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Parametr kiritish usuli, to’liq boʻlmagan differensial tenglamalar" ma’ruza texnologik

xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(10.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Xosilaga nisbatan yechilmagan tenglama yechimini mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting? 2)Parametr kiritishdan maqsad nima? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(10.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(10.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Hosilaga nisbatan yechilmagan tenglama yechimini mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting? 5. Hosilaga nisbatan yechilmagan tenglamaning yechimi deb nimaga aytiladi? 6. Parametr kiritishdan maqsad nima? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi,	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar

	to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(10.3-10.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(10.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

10.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala echimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

10.2.-ilova

"Parametr kiritish usuli, to'liq bo'lmagan differensial tenglamalar" mavzusi bo'yicha tarqatma material

Hosilaga nisbatan yechilmagan

$$F(x, y, p) = 0 \qquad (1)$$

differensial tenglamaning integrallashdagi asosiy masala uni hosilaga nisbatan yechishdan iboratdir. Agar x, y, p ni fazodagi dekart koordinatalari deb qarasak (1) tenglama fazoda biror sirtni aniqlaydi.
Ma'lumki, fazodagi sirt nuqtalarini ikkita u, ϑ O'zgaruvchilarini funksiyasi shaklida ifodalash mumkin:

$$\begin{cases} x = \varphi(u, \vartheta) \\ y = \psi(u, \vartheta) \\ p = \chi(u, \vartheta) \end{cases} \qquad (2)$$

(1) va (2) tenglamalar o'zaro ekvivalentdir.

Ma'lumki

$$dy = pdx$$

Bunga dx, dy, p qiymatlarni (2) dan keltirib qo'ysak

$$\frac{\partial \psi}{\partial u} du + \frac{\partial \psi}{\partial \vartheta} d\vartheta = \chi(u, \vartheta)\left(\frac{\partial \varphi}{\partial u} du + \frac{\partial \varphi}{\partial \vartheta} d\vartheta\right)$$

Agar bunda u ni argument uchun, ϑ ni funkiya uchun qabul qilsak, bu tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$\left(\frac{\partial \psi}{\partial \vartheta} - \chi \frac{\partial \varphi}{\partial \vartheta}\right)\frac{d\vartheta}{du} = \chi \frac{\partial \varphi}{\partial u} - \frac{\partial \psi}{\partial u} \qquad ёки$$

$$\frac{d\vartheta}{du} = (\chi \frac{\partial \varphi}{\partial u} - \frac{\partial \psi}{\partial u}) \Big/ (\frac{\partial \psi}{\partial u} - \chi \frac{\partial \varphi}{\partial u})$$

Bu esa hosilaga nisbatan yechilgan birinchi tartibli differensial tenglamadir. Faraz etaylik bu tenglamaning umumiy yechimi

$\vartheta = \omega(u, c)$ bo'lsin.

U holda (2) ga asosan (1) tenglamaning umumiy yechimi

$$\begin{cases} x = \varphi(u, \omega(u, c)) \\ y = \psi(u, \omega(u, c)) \end{cases} \qquad \text{bo'ladi.}$$

tenglamani yechishda quyidagi xollar bo'lishi mumkin.

1 xol. (1) tenglamani y ga nisbatan yechish osonroq bo'lsin.

$$y = f(x, p) \qquad (4)$$

Bu tenglamani xar ikkala tomoni x ga nisbatan differensiallaymiz.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{df}{dx} + \frac{df}{dp}\frac{dp}{dx} \quad ёки \quad p = \frac{df}{dx} + \frac{df}{dp}\frac{dp}{dx} \qquad (5)$$

Bu tenglama, p va x ga nisbatan birinchi tartibli differensial tenglamadir. Agar bu tenglamaning umumiy yechimi $p = \beta(x, c)$ bo'lsa, u holda tenglamaning umumiy yechimi $y = f(x, \beta(x, c))$ bo'ladi.

1-Misol. $y = xy' - x^2 y'^3 \qquad y' = p \qquad y = xp - x^2 p^3$

$$p = p - 2xp^3 + (x - 3x^2 p^2)\frac{dp}{dx} \qquad 2xp^3 = x(1 - 3xp^2)\frac{dp}{dx} \qquad \frac{dx}{dp} + \frac{3}{2p}x = \frac{1}{2p^3}$$

$$x = \ell^{-\frac{3}{2}\ell np}\left[\int \ell^{\frac{3}{2}\ell np}\frac{1}{2p^3}dp + c\right] = p^{-\frac{3}{2}}\left[\int \frac{1}{2p^{3-\frac{3}{2}}}dp + c\right] = p^{-\frac{3}{2}}\left[-p^{-\frac{1}{2}} + c\right] =$$

$$= -p^{-2} + cp^{-\frac{3}{2}} \qquad xp^2 = c\sqrt{|p|} - 1$$

Agar $p = 0$ bo'lsa $y = 0$ ham tenglamaning yechimi bo'ladi.

2 xol. (1) tenglamani x ga nisbatan yechish osonroq bo'lsin:

$$x = f(y, p) \qquad (5)$$

Har-ikkala tomonidan y ga nisbatan hosilasini olamiz.

$$\frac{dx}{dy}=\frac{df}{dy}+\frac{df}{dp}\frac{dp}{dy}$$

Bu p va y ga nisbatan birinchi tartibli differensial tenglamadir.
Agar bu tenglamaning umumiy yechimi $p=\alpha(y,c)$ bo'lsa,
(5) tenglamaning umumiy integrali $x=f(y,\alpha(y,c))$ bo'ladi.

2-Misol $y'=\ell^{\frac{xy'}{y}}$ $\quad y'=p \quad p=\ell^{\frac{xp}{y}} \quad \ell np=\frac{xp}{y}$

$x=\frac{y}{p}\ell np$ (*) $\frac{1}{p}=\frac{1}{p}\ell np+\left(-\frac{y}{p^2}\ell np+\frac{y}{p^2}\right)+\frac{dp}{dy}$

$\frac{1}{p}(1-\ell np)=\frac{y}{p^2}(1-\ell np)\frac{dy}{dy} \quad 1-\ell np=0 \quad \ell np=1 \quad p=\ell \quad y=\ell x$

$1-\ell np\neq 0 \quad \frac{1}{p}=\frac{y}{p^2}\frac{dp}{dy} \quad \frac{dp}{p}=\frac{dy}{y} \quad \ell np=\ell ny+\ell nc \quad p=cy$

(*) $\partial ан$ $\quad xp=y\ell np \quad xcy=y\ell ncy \quad cx=\ell ncy$

$$F(x,y,y')=0 \qquad (1)$$

tenglama yechimining mavjudlik va yagonalik teoremasi

1) $F(x,y,y')$ funksiyasi (x_0,y_0,y'_0) nuqtaning yopiq atrofida o'zining barcha F'_y, F'_{y} xususiy xosilalari bilan birga aniqlangan va uzluksiz differensiallanuvchi bo'lsin.

2) Bu nuqtada $F(x_0,y_0,y'_0)=0$

$$F'_{y'}(x_0,y_0,y'_0)\neq 0$$

U holda (1) tenglama $x=x_0$ nuqta atrofida aniqlangan va uzluksiz differensiallanuvchi yagona $y=y(x)$ yechimga ega bo'lib, bu yechim $y(x_0)=y_0$, boshlang'ich shartni hamda $y'(x_0)=y'_0$ shartni qanoatlantiradi.

10.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Hosilaga nisbatan yechilmagan tenglama yechimini mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting?			
2	Parametr kiritishdan maqsad nima?			
3	x ga nisbatan yechish mumkin bo'lgan tenglamani yechish usulini ayting?			
4	y ga nisbatan yechish mumkin bo'lgan tenglamani yechish usulini ayting?			

10.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo'lmog'i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog'i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo'yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o'qituvchi ularga yo'riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo'lganda ham muloqotda bo'ling, o'z fikringizni erkin namoyon eting.

10.5-ilova

"To'liq differensial tenglama. Integrallovchi ko'paytuvchi" mavzusi bo'yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

Tenglamaning hamma yechimlarini toping

1. $y'^2 - x^2 = 0$

2. $y'^2 - y^2 = 0$

3. $y'^2 - x^2 + x^3 = 0$

4. $1/(y'^2 + 1) = y^2$

5. $y'^2 - (x+y)y' + xy = 0$

6. $y'^2 = y$

7. $y'^2 - y'y + e^x = 0$

8. $y'^3 + y^2 = yy'(y'+1)$

9. $y'^2 - y^2(e^x - 1) = 2yy'$

10. $(xy' - y)^2 = 2xy(1 + y'^2)$

Yechimning mavjudligini va yagonaligini aniqlagan holda tenglamani yeching va berilgan $M(x_0; y_0)$ nuqtadan o'tuvchi integral egri chiziqni ajrating.

11. $y' = -2e^{-x^2}, \quad M(0; 1)$

12. $y' = 1/\sin x, \quad M(\pi/2; 0)$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. **Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.**

2. **Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.**
3. **Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.**
4. **Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с**
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

11-Ma’ruza mashg’ulot.

2. “Lagranj va Klero tenglamalari. maxsus yechimlar va ularning mavjudligi. Birinchi tartibli har-xil sinfdagi tenglamalar” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

11-ma’ruza	**Lagranj va Klero tenglamalari. maxsus yechimlar va ularning mavjudligi.Birinchi tartibli har-xil sinfdagi tenglamalar**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Lagranj va Klero tenglamalari. 2 Maxsus yechimlar va ularning mavjudligi.

	3.Birinchi tartibli har-xil sinfdagi tenglamalar.
Asosiy tushuncha va atamalar	Lagranj va Klero, yechim, umumiy yechim, maxsus yechim, integral chiziq, r -diskriminant, Lipshis sharti, egri chiziqlar oilasi, urama.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shakldа ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2."Lagranj va Klero tenglamalari. maxsus echimlar va ularning mavjudligi.birinchi tartibli har-xil sinfdagi tenglamalar" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar

1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2.Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(11.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Agar berilgan tenglamaning umumiy yechimi (umumiy integrali) ma’lum bo’lsa uning maxsus yechimi qanday topiladi? 2)Ikkita egri chiziqlarning o’zaro urinish shartlarini yozing? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(11.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(11.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3.Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Lagranj va Klero tenglamalarini umumiy ko’rinishini yozing? 5.Agar berilgan tenglamaning chap tomoni *u* ga nisbatan ko’pxadlidan iborat bo’lsa, uning maxsus yechimi qanday topiladi? 6. Agar berilgan tenglamaning umumiy yechimi (umumiy integrali) ma’lum bo’lsa uning maxsus yechimi qanday topiladi? 7.Ikkita egri chiziqlarning o’zaro urinish shartlarini yozing? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi	Savol beradilar.

daqiqa)	xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(11.3-11.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(11.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

11.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

11.2.-ilova

."**Lagranj va Klero tenglamalari. maxsus echimlar va ularning mavjudligi.birinchi tartibli har-xil sinfdagi tenglamalar**" **mavzusi bo‘yicha tarqatma material**

Lagranj tenglamasi

Differensiallash metodi bilan kvadraturaga keltiraladigan hosilaga nisbatan yechilmagan tenglamalardan biri Lagranj tenglamasi bo'lib, uning umumiy ko'rinishi

$$A(p)y + B(p)x + C(p) = 0 \qquad (1)$$

bo'ladi. Bunda $A(p), B(p), C(p)$ ko'rilayotgan sohada uzluksiz funksiyalar bo'lib unda $A(p) \neq 0$ (1) tenglamadan ko'rinadikim. Lagranj tenglamasi x va y larga nisbatan chiziqli differensial tenglamadir (1) ning har ikkala tomoni $A(p) \neq 0$ ga bo'lsak,

$$y = \varphi(p)x + \psi(p) \qquad (2)$$

tenglamaga ega bo'lamiz.

Bunda $\varphi(p) = \dfrac{-B(p)}{A(p)}, \qquad \psi(p) = -\dfrac{C(p)}{A(p)}$

Lagranj tenglamasining kanonik (sodda) ko'rinishidir.
(2) tenglamani yechish uchun differensiallash usulidan foydalanamiz

$$\frac{dy}{dx}=\varphi(p)+x\varphi'(p)\frac{dp}{dx}+\psi'(p)\frac{dp}{dx}$$

$$p=\varphi(p)+(x\varphi'(p)+\psi'(p))\frac{dp}{dx} \qquad (3)$$

$$p-\varphi(p)=(x\varphi'(p)+\psi'(p))\frac{dp}{dx}$$

$p-\varphi(p)\neq 0$ bo'lmasin.

tenglamada x ni funksiya p -ni argument deb qabul etsak, tenglamani

$$\frac{dx}{dp}=\frac{x\varphi'(p)+\psi'(p)}{p-\varphi(p)}=-\frac{\varphi'(p)}{\varphi(p)-p}x-\frac{\psi'(p)}{\varphi(p)-p}$$

$$\frac{dx}{dp}+\frac{\varphi'(p)}{\varphi(p)-p}x=-\frac{\psi'(p)}{\varphi(p)-p}$$

Bu esa birinchi tartibli chiziqli differensial tenglamadir.
Ma'lumki uning umumiy yechimi

$$x=\ell^{-\int\frac{\varphi'(p)}{\varphi(p)-p}dp}\left[-\int\ell^{\frac{\varphi'(p)}{\varphi(p)-p}dp}\frac{\psi'(p)}{\varphi(p)-P}dp+c\right]=c\omega(p)+\alpha(p)$$

dan iborat.

Bu topilgan qiymatni (2) ga olib borib qo'ysak Lagranj tenglamasining parametrga bog'liq bo'lgan umumiy yechimiga ega bo'lamiz.

$$\begin{cases}x=c\omega(p)+\alpha(p)\\ y=\varphi(p)[c\omega(p0+\alpha(p)]+\psi(p)\end{cases}$$

Faraz etaylik $\varphi(p)-p=0$ bo'lsin.

Bu tenglamaning yechimlaridan biri $p=c_0$ bo'lsin ya'ni

$\varphi(c_0)-c_0\equiv 0.$

U holda (2) dan $y=c_0x+\psi(c_0)$ ga ega bo'lamiz

Bu ham Lagranj tenglamasining yechimidir. Bu yechim tenglamaning maxsus yechimi bo'lishi mumkin.

1-Misol. $y=(1+y')x+y^{12}$ $\qquad y=(1+p)x+p^2$

$$\frac{dy}{dx}=1+p+x\frac{dp}{dx}+2p\frac{dp}{dx}=1+p+(x+2p)\frac{dp}{dx}$$

$$p=1+p+(x+2p)\frac{dp}{dx} \qquad (x+2p)\frac{dp}{dx}=-1 \qquad \frac{dx}{dp}=-(x+2p)$$

$$\frac{dx}{dp}+x=2p \qquad x=\ell^{-p}\left[-2\int\ell^{p}pdp+c\right]=\ell^{-p}\left[-2\ell^{p}(p-1)+c\right]=$$

$$=-2(p-1)+c\ell^{-p} \qquad \left(\int\ell^{u}du=\ell^{u}(u-1)+c\right)$$

$$\begin{cases}x=c\ell^{-p}-2p+2\\ y=(1+p)(c\ell^{-p}-2p+2)+p^2\end{cases}$$

Klero tenglamasi

Lagranj tenglamasining xususiy xoli Klero tenglamasidir Lagranj tenglamasida $\varphi(p) \equiv p$ bo'lsa

$y = px + \psi(p)$ (1)

Bu Klero tenglamasining kanonik ko'rinishidir Klero tenglamasining ham differensiallash usulidan foydalanib yechamiz.

$$\frac{dy}{dx} = p + x\frac{dp}{dx} + \psi'(p)\frac{dp}{dx} = p + (x + \psi'(p))\frac{dp}{dx}$$

$$0 = (x + \psi'(p))\frac{dp}{dx} \qquad (x + \psi'(p))\frac{dp}{dx} = 0$$

Bundan $\frac{dp}{dx} = 0$ va $x + \psi'(p) = 0$ $\quad \frac{dp}{dx} = 0$ $\partial a\text{н}$ $p = c$ buni (1) tenglamaga qo'ysak

$y = cx + \psi(c)$ Klero tenglamasining umumiy yechimiga ega bo'lamiz.

Bundan kurinadikim Klero tenglamasining umumiy yechimi, ixtiyoriy o'zgarmasga (parametr) bog'liq bo'lgan to'g'ri chiziqlar oilasidan iboratdir.

Endi $x + \psi'(p) = 0$ ni p ga nisbatan yechish mumkin bo'lsin.

$$p = \omega(x)$$

U holda (1) dan $\quad y = x\omega(x) + \psi(\omega(x))$ (2)

ga ega bo'lamiz. Bu ham Klero tenglamasining yechimi bo'lib, u maxsus yechim bo'lishi mumkin.

Klero tenglamasining umumiy yechimini

$$\begin{cases} x = -\psi'(p) \\ y = -p\psi'(p) + \psi(p) \end{cases} \qquad (3)$$

parametr ko'rinishda ham yozish mumkin. (2) yechimni umumiy yechimdan farqi shundaki unda birinchidan o'zgarmas son qatnashmaydi. Ikkinchidan ixtiyoriy o'zgarmas sonning hech qanday qimatida uni hosil qilib bo'lmaydi. (2) yechimga Klero tenglamasining maxsus yechimi deyiladi.

Ma'lumki maxsus yechim

$$\begin{cases} y = cx + \psi(c) \\ x + \psi'(c) = 0 \end{cases} \qquad (4)$$

tenglamalardan ixtiyoriy o'zgarmas c ni yo'qotish natijasida hosil bo'ladi. (4) ning ikkinchisi, birinchisining parametr c ga nisbatan differensiallashdan xosil bo'lgan.

Differensial geometriyadan ma'lumki bunday amallar yordamida xosil bo'lgan chiziq, bitta parametrga bog'liq bo'lgan

$y = cx + \psi(c)$

To'g'ri chiziqlar oilasining o'ramasidan iboratdir.

Demak geometrik nuqtai nazaridan Klero tenglamasining maxsus yechimi, uning umumiy yechimini ifodalovchi to'g'ri chiziqlar oilasini uramasidan iboratdir

2-Misol $y = xy' + y'^2 \qquad y = px + p^2 \qquad y = cx + c^2$

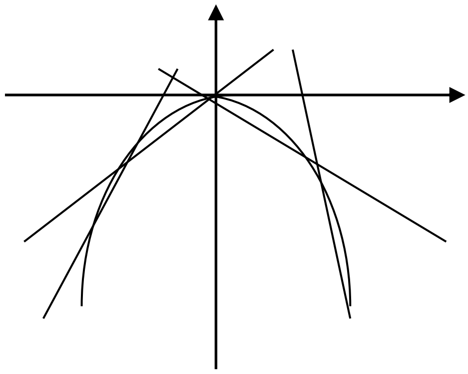
Tenglamaning umumiy yechimi.

$$\frac{dy}{dx} = p + (x + 2p)\frac{dp}{dx} \qquad p = p + (x + 2p)\frac{dp}{dx} \qquad (x + 2p)\frac{dp}{dx} = 0$$

$$\frac{dp}{dx} = 0 \qquad p = c \qquad x + 2p = 0 \qquad p = -\frac{x}{2}$$

$$y = -\frac{x}{2}x + \left(-\frac{x}{2}\right)^2 = -\frac{x^2}{2} + \frac{x^2}{4} = -\frac{x^2}{4}$$

Bu maxsus yechimdir.



Ma’lumki Koshi teoremasiga asosan

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y) \qquad (1)$$

differensial tenglamaning o’ng tomoni biror sohada uzluksiz bo’lib, unda y ga nisbatan chegaralgan xususiy hosilaga ega bo’lsa, sohaning ixtiyoriy har-bir (x_0, y_0) nuqtasidan birgina integral egri chizig’i o’tadi.
Bu integral egri chiziq bitta parametrga bog’liq bo’lgan egri chiziqlar oilasi tarkibiga kirib, parametrning aniq soniy qiymatida aniqlanadi.
Bitta parametrga bog’liq bo’lgan egri chiziqlar oilasi umumiy yechimni tashkil etib, har-bir integral egri chiziqlar xususiy yechimlar nitashkil etadi.Yagonalik teoremasiga asosan bu holda boshqa hech qanday yechim , shu jumladan maxsus yechim ham mavjud emas.
TA’RIF: Differensial tenglamaning maxsus yechimi deb uzining hamma nuqtasida birlik xususiyatini qanoatlantirmaydigan yechimga aytiladi, ya’ni maxsus yechimning ixtiyoriy har-bir (x_0, y_0) nuqtasidan hech bo’lmaganda ikkita integral egrichizig’i o’tadi.
Koshi teoremasi biror sohada yechimi mavjud bo’lmasligini yetarligi shartini beradi. Demak, aksincha maxsus yechimning mavjud bo’lishligi uchun Koshi teoremasidagi shartlarning bajarilmasligi zarurdir. Shunday qilib maxsus yechimning XOY tekisligining shunday nuqtalarida izlashimiz kerakki u nuqtalarda Koshi teoremasining shartlari bajarilsin.Xususiy holda agar tenglamaning o’ng tomonidagi *f(x,y)* funksiya ko’rilayotgan sohaning hamma nuqtalarida uzluksiz bo’lsa maxsus yechim Lipshis sharti bajarilmaydigan nuqtalardan utishi mumkin:
Agar *f(x,y)* funksiya ko’rilayotgan sohada y ga nisbatan chekli yoki chekli bo’lmagan xususiy hosilaga ega bo’lsa, u holda Lipshis sharti $\frac{\partial f}{\partial y}$ hosila cheksizlikka aylanadigan nuqtalarda bajarilmaydi.
Biroq Lipshis sharti bajarilmagan nuqtalarning geometrik o’rni egri chiziq bo’lgan holda uning maxsus yechim bo’lishi mumkin, lekin uning maxsus yechim bo’lmasligi ham mumkin.Chunki u egri chiziqning o’zi tenglamaning yechimi bo’lolmasligi mumkin ya’ni Koshi teoremasidan maxsus yechim uchun faqat zaruriy shart kelib chiqadi. $f(x, y)$ uzluksiz va $\frac{df}{dy}$ cheksiz bo’lgan xol, ko'pincha $f(x, y)$ irrasional funksiya bo’lgan holda uchraydi.

Misol 1. $y' = \sqrt{y - x}$ $f(x, y) = \sqrt{y - x}$ $\qquad f_y'(x, y) = \frac{1}{2\sqrt{y - x}}$

Bu hosila $y = x$ da chegaralanmagan. Lekin $y = x$ funksiya tenglama yechimi emas. Shuning uchun u maxsus yechim ham bo’lolmaydi.

Misol 2. $y' = \sqrt{y-x} + 1 \qquad f_y^{'}(x,y) = \dfrac{1}{2\sqrt{y-x}}$

Lipshis sharti bajaralimaydigan nuqtalarning geometriko'rni $y = x$ lekin $y = x$ berilgan differensial tenglamaning yechimi. Demak $y = x$ maxsus yechim bo'lishi mumkin. Buni tekshirish uchun berilgan tenglamaning umumiy yechimini topamiz.

$$y - x = (p-1)^2 \qquad y = x + (p-1)^2$$

$$p = 1 + 2(p-1)p'$$

$$p - 1 = 2(p-1)p'$$

$$1 = 2p'; \qquad \frac{dp}{dx} = \frac{1}{2} \qquad p - 1 = 0 \qquad p = 1$$

$$y = x$$

$$p = \frac{1}{2}x + c + 1$$

Lagranj tenglamasining umumiy yechimi

$$y = \left(\frac{1}{2}x + c\right)^2 + x \qquad (2) \text{ bo'ladi}$$

$\left(\dfrac{1}{2}x + c\right)^2 \geq 0$ bo'lganligi uchun $\quad y - x \geq 0$ bo'ladi.

Umumuiy yechim yarim parabolalardan iboratdir. $y = x$ to'gri chiziqning harbir (x_0, y_0) nuqtasidan (2) tenglamadan $c = -\dfrac{x_0}{2}$ qiymatida aniqlanuvchi parabola o'tadi. Shunday qilib $y = x$ maxsus yechim.

Demak (1) tenglamaning maxsus yechimni topish uchun, Lipshis sharti bajarilmaydigan nuqtalarni urnini topish kerak.

Agar bu o'rin bir yoki bir necha egri chiziqlarni tashkil etsa, bu egri chiziqlarning (1) tenglamani integral egri chiziqi bo'lishligini tekshirish kerak va uning har-bir nuqtasida yagonalik xossasini bajarilmasligini tekshiramiz.

Agar bu ikki shart bajarilsa, topilgan egri chiziq maxsus yechim bo'ladi.

Faraz etaylik, hosilaga nisbatan yechilmagan birinchi tartibli differensial tenglama

$$F(x, y, y') = 0 \qquad F(x, y, p) = 0 \qquad (3)$$

berilgan bo'lsin.

(3) tenglamaning chap tomoni p ga nisbatan n - nchi darajali keltirilmaydigan algebraik kupxadlidan iborat bo'lsin. Ya'ni

$$A_n(x,y)p^n + A_{n-1}(x,y)p^{n-1} + \ldots + A_1(x,y)p + A_0(x,y) = 0 \qquad (4)$$

bunda $A_k(x,y)c \quad k = \overline{0,n}$ koeffisiyentlarning hammasi x va y ga nisbatan ko'pxadlidir. (4) tenglama umumiy aytganda n -ta yechimga ega.

$$y_i' = f_i(x,y) \qquad (i = \overline{1,n}) \qquad (5)$$

bu n - ta tarmoqlaridan faqat xaqiqiy tarmoqlarni qaraymiz. Bu tarmoqlarni hammasi $A_n(x,y) \neq 0$ bo'lmagan x va u ning qiymatlarida x va y ning uzluksiz funksiyalari bo'ladi. Bu tarmoqlar uchun Lipshis shartini bajarilishligini tekshiramiz.

$\frac{\partial f}{\partial y} \equiv \frac{\partial y'}{\partial y}$ hosilani hisoblash uchun oshkormas funksiyani differensialash koidasidan faydalanib (3) dan.

$\frac{\partial F}{\partial y} + \frac{\partial F}{\partial p} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} = 0$ ga ega bo'lamiz.

Bu keyingi tenglikdan

$$\frac{\partial p}{\partial y} = -\frac{\frac{\partial F}{\partial y}}{\frac{\partial F}{\partial p}} \qquad (6)$$ xosil bo'ladi

Lekin $A_k(x, y)$ koeffisiyentlarning hammasi u ga nisbatan differensialanuvchi bo'lgani uchun (6) hosila $A_n \neq 0$ va maxraji nolga teng bo'lmagan hamma qiymatlarda chekli va uzluksizdir, ya'ni Lipshis shartini qanoatlantirmaydigan x va u ning qiymatlari

$$\frac{\partial F(x, y, p)}{\partial p} = 0 \qquad (7)$$

tenglamani qanoatlantirishi kerak.

differensiallash amali bajarilgandan so'ng chap tomonidagi y' o'rniga (3) tenglamadan aniqlangan $f_i(x,y)$ funksiyalardan birini olish kerak. Boshqacha aytganda Lipshis sharti bajarilmaydigan nuqtalarning XOY tekislikdagi geometrik o'rnini aniqlovchi tenglamani tuzish uchun (3) va (7) dan p ni yuqotish kerak.Oliy algebrada, rasional operasiyalar yordamida ikki algebraik tenglamadan bitta o'zgaruvchini yuqotish usuli beriladi.Bunga bu tenglamalarning rezultanti deyiladi.Rezultantning nolga tengligi esa ikki tenglamaning umumiy yechimiga ega bo'lish shartidan iborat.Biz ko'rayotgan holda (7) , (3) dan y' ga nisbatan olingan hosiladir.Bu tenglamalarning rezultanti, y' ga nisbatan (3) tenglamaning diskriminantidan iboratdir.Diskriminantning nolga tengligi berilgan tenglama va undan hosila olish natijasida xosil bo'lgan tenglamaning umumiy yechimga ega bo'lish shartidir. Boshqacha aytganda (3) tenglamaning y' o'zgaruvchiga nisbatan karrali ildizga ega bo'lishi shartidir.

(3) va (7) tenglamadan y' ni yuqotsak

$$D_p(x, y) = 0 \qquad (8)$$

tenglamaga ega bo'lamiz.

Bu tenglamaga (3) tenglamaning p - diskriminant egri chizig'i deyiladi.Umuman aytganda p - diskriminant egri chiziq bir yoki birnechta egri chiziqlarni ifoda etadi. Faraz etaylik (8) ni y ga nisbatan yechish mumkin bo'lsin.

Ya'ni $$y = \varphi(x) \qquad (9)$$

Agar (9) egri chiziq (3) tenglamaning yechimi bo'lsa, umuman aytganda, bu maxsus yechim bo'lishi mumkin.

<u>Qoida 1</u>. Agar $F(x, y, p) = 0$ (3) tenglamaning chap tomoni p ga nisbatan ko'pxadli bo'lsa, u holda

$$\frac{\partial F(x, y, p)}{\partial p} = 0 \qquad (7)$$

tenglamani tuzamiz. (3) va (7) tenglamalardan p ni yo'qotib, diskriminant egri chiziqni aniqlovchi (8) tenglamani xosil qilamiz. Agar bu tenglamadan aniqlangan $y = \varphi(x)$ funksiya differensial tenglamaning yechimi bo'lsa, u umuman aytganda maxsus yechim bo'lishi mumkin.

Misol 3. $xy'^2 - 2yy' + 4x = 0$

$$F(x, y, p) = xp^2 - 2yp + 4x = 0$$

$$F_p^1(x, y, p) = -2px + 2y = 0$$

$$x \cdot \frac{y^2}{x^2} - 2y \cdot \frac{y}{x} + 4x = 0 \qquad\qquad p = \frac{y}{x}$$

$$D(x, y) = 4x^2 - y^2 = 0 \qquad\qquad 4x^3 - 2xy^2 = 0$$

$$y = \pm 2x$$

Bular berilgan tenglamaning yechimi bo'ladi. Demak ular maxsus yechim bo'lishi mumkin. Berilgan tenglamaning umumiy yechimini topamiz

$y' = \dfrac{y \pm \sqrt{y^2 - 4x^2}}{x}$ bu birjinsli tenglama

$$y = ux \qquad x\frac{du}{dx} = \sqrt{u^2 - 4}$$

$$\frac{du}{\sqrt{u^2 - 4}} = \frac{dx}{x} \qquad \ell n(u + \sqrt{u^2 - 4}) + \ell nc = \ell nx$$

$$c(u + \sqrt{u^2 - 4} = x \qquad c\sqrt{\frac{y^2}{x^2} - 4} = x - \frac{cy}{x}$$

$$c\sqrt{y^2 - 4x^2} = x^2 - cy \qquad x^2 = 2cy - 4c^2$$

$$x^2 = 2c(y - 2c) \qquad (10)$$

$$y = \frac{1}{2c}x^2 + 2c$$

Buboshiordinatao'qidabo'lib, o'zgaruvchiparametrgabog'liqbo'lganparabolalaroilasidaniboratdir.
$y = \pm 2x$ maxsusyechimdirchunkiuningixtiyoriy $(x_0; \pm 2x_0)$ nuqtasidan (10) parabolalaroilasining $c = \pm \dfrac{x_0}{2}$ qiymatibilananiqlanuvchiparabolalardanbirio'tadi. Bu maxsus yechim, parabolalar oilasining uramasidan iboratdir.

Misol 4. $y'^2 - y^3 = 0$

$$F(x, y, p) = p^2 - y^3 = 0$$

$$F_p'(x, y, p) = 2p = 0$$

$$p = 0$$

p ni yukatsak p - diskrimiantini topamiz.

y=0 bu berilgan tenglamani qanoatlantiradi.

Uning maxsus yechimi yoki maxsusmasligini bilish uchun berilgan tenglamani umumiy yechimini topamiz.

$y'=y^{3/2}$ $\quad \frac{dy}{y^{3/2}}=dx$ $\quad -\frac{2}{y^{\frac{1}{2}}}=x+c$ $\quad y^{\frac{1}{2}}=-\frac{2}{x+c}$

$$y=\frac{4}{(x+c)^2}$$

$y=0$ yechimo'zgarmas c ningxechqandayqiymatidaumumiyyechimdankelibchiqmaydi. Shuning bilan birga y maxsus yechim emas, chunki integral egri chiziqlar absissa uqini kesmaydi.

Misol 5. $(y'-1)^2-y^3=0$

$F(x,y,p)=(p-1)^2-y^3=0$

$F'_p(x,y,p)=2(p-1)=0$

$p=1$

p - diskriminat topamiz $D(x,y)\equiv y=0$ lekin $y=0$ tenglama yechimi emas demak y maxsus yechim ham bo'lolmaydi.

2 XOL Yuqorida kurdikkim, agar berilgan differensial tenglama x,y,p larga nibatan algebraik ko'pxadlidan iborat bo'lsa, topilgan maxsus yechim ham x,y ga nisbatan algebraik funksiyadan iborat bo'ladi.

Faraz etaylik (3) tenglamaning umumiy integrali

$\phi(x,y,c)=0$ (11)

berilgan bo'lsin.

Ma'lumki (11) egri chiziqlar oilasining o'rama chizig'i mavjud bo'lsa, y $\frac{\partial\phi}{\partial c}=0$ (12)

tenglama va (11) dan parametr c ni yuqotish natijasida xosil bo'lgan

$D_c(x,y)=0$ (13)

Egri chiziq bilan aniqlanar edi. (13) ga c –diskriminanti chizig'i deyiladi. Agar bu egri chiziq (11) egri chiziqlar oilasining uramasi bo'lsa, u birinchidan (3) tenglamaning yechimi bo'ladi. Haqiqatdan ham o'ramaning har-bir nuqtasidagi (x,y,p) element, (11) integral egri chiziqlar oilasining bittasining elementi bilan mos keladi. Lekin (11) integral egri chiziqlar oilasi (3) tenglamaning yechimi bo'lgani uchun, uramaning hamma elementlari ham bu tenglamani qanoatlantiradi.

Ya'ni urama tenglamaning yechimi bo'ladi. Ikkinchidan bu o'rama maxsus yechim bo'ladi chunki urama nuqtalaridan umumiy urinmaga ega bo'lgan ikkita integral egri chiziqlar o'tadi, bu egri chiziqlardan biri (11) oilaning egri chiziqlari, ikkinchisi esa o'rama chizig'ining o'zidir. Ya'ni o'rama nuqtalarida Koshi teoremasining yagonalik sharti bajarilmaydi.

Demak berilgan tenglamaning umumiy integrali ma'lum bo'lsa, uning maxsus yechim (11) va (12) tenglamadan parametr c ni yuqotish natijasida hosil qilinadi. (agar yuqotish natijasida xosil qilingan egri chiziq tenglamaning qanoatlantirsa)

Misol $4y^2p^2+4y^2-(x+py)^2=0$

tenglamaning umumiy integralini topamiz.

$(x+py)^2=4y^2(p^2+1)$ $\quad x=y(2\sqrt{p^2+1}-p)$

$$\frac{1}{p}=\frac{dx}{dy}=2\sqrt{p^2+1}-p+y\left(\frac{2p}{\sqrt{p^2+1}}-1\right)\frac{dp}{dy}$$

$$\frac{dy}{y}=\frac{2p-\sqrt{p^2+1}}{\sqrt{p^2+1}}\cdot\frac{p}{1+p^2-2p\sqrt{1+p^2}}dp \qquad 1+p^2=z^2$$

$$2pdp=2zdr$$

$$pdp=zdr$$

$$\int\frac{2\sqrt{z^2-1}-z}{z}\cdot\frac{zdr}{z^2-2z\sqrt{z^2-1}}=\int\frac{2\sqrt{z^2-1}-z}{z(z-2\sqrt{z^2-1})}dz=-\int\frac{dz}{z}$$

$$\int\frac{dz}{z}=-\int\frac{dy}{y}+\ell nc \qquad \ell nz=-\ell ny+\ell nc \qquad z=\frac{c}{y}$$

$$\sqrt{1+p^2}=\frac{c}{y}\Rightarrow p=\frac{\sqrt{c^2-y^2}}{y} \qquad x=y\left(2\cdot\frac{c}{y}-\frac{\sqrt{c^2-y^2}}{y}\right)$$

$$x=2c\cdot\sqrt{c^2-y^2} \qquad 2c-x=\sqrt{c^2-y^2} \qquad (2c-x)^2=c^2-y^2$$

$$(x-2c)^2+y^2=c^2 \qquad (14)$$

Bu berilgan tenglamaning umumiy integralidir. Umumiy integral, markazi abssissa o'qida yotib, radiusi markaz abssissasining yarmiga teng bo'lgan aylanalar oilasidan iboratdir.

Maxsus yechimni aniqlaymiz. Yuqorida aytilganlarga ko'ra:

$$F(x,y,c)\equiv(x-2c)^2+y^2-c^2=0$$

$$F_c'(x,y,c)\equiv 2(x-2c)\cdot(-2)-2c=0$$

$$-2x+4c-c=0 \qquad 3c=2x \qquad c=\frac{2}{3}x$$

c-diskriminant egri chiziq tenglamasini tuzamiz:

$$D_c(x,y)\equiv\left(x-2\cdot\frac{2}{3}x\right)^2+y^2-\frac{4}{9}x^2=0\ ,$$

bundan

$$y=\pm\frac{1}{\sqrt{3}}x \qquad (15)$$

ga ega bo'lamiz.Birinchidan bu, umumiy integrallar oilasining o'ramasi, ikkinchidan bular berilgan tenglamaning yechimi.

Demak $y=\pm\frac{1}{\sqrt{3}}x$ berilgan tenglamaning maxsus yechimi.

Uning maxsus yechim ekanligiga ishonish uchun uning ixtiyoriy har bir nuqtasiga, tenglamaning boshqa integral chiziqlarining urinishini aniqlaymiz.

Ma'lumki ikkita $y=\varphi(x)$ *ва* $y=\psi(x)$ egri chiziqlarning, abssissasi x_0 bo'lgan nuqtada urinish sharti

$$\begin{cases}\varphi(x_0)=\psi(x_0)\\ \varphi'(x_0)=\psi'(x_0)\end{cases} \qquad (16)$$

dan iboratdir.

Bu shartning tenglamaning

$$y=\pm\sqrt{c^2-(x-2c)^2} \qquad \text{ва} \qquad y=\pm\frac{x}{\sqrt{3}}$$

integral chiziqlari uchun bajarilishini tekshiramiz.
(16) ga asosan $x=x_0$ da

$$\begin{cases} \sqrt{c^2-(x_0-2c)^2} = \dfrac{x_0}{\sqrt{3}} \\ \dfrac{-2(x_0-2c)}{2\sqrt{c^2-(x_0-2c)^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{3}} \end{cases} \qquad (17)$$

Bularning ikkinchisidan

$$3(x_0-2c)^2 = c^2-(x_0-2c)^2$$

$$4(x_0-2c)^2 = c^2 \qquad \pm 2(x_0-2c) = \pm c$$

$$2(x_0-2c) = -c \qquad 3c = 2x_0 \qquad c = \frac{2x_0}{3}$$

Bu qiymatni (17) ning birinchisiga qo'ysak

$$\sqrt{\frac{4x_0}{9}-\left(x_0-2\frac{2x_0}{3}\right)^2} = \frac{x_0}{\sqrt{3}}$$ soddalashtirsak

$\dfrac{x_0}{\sqrt{3}} = \dfrac{x_0}{\sqrt{3}}$ ga ega bo'lamiz. Bu tenglik x_0 ning hamma qiymatlarida urinlidir.

Demak (15) yechimning abssissasi x_0 bo'lgan xar bir nuqtasiga , (14) yechimning $c = \dfrac{2x_0}{3}$ da aniqlangan integral chizigi urinadi.
(15) tenglamaning maxsus yechimidir.

11.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Lagranj tenglamasini umumiy ko’rinishini yozing?			
2	Klero tenglamasini umumiy ko’rinishini yozing?			
3	Lagranj va Klero tenglamalarini yechilish usulini			

	ko’rsating?			
4	Agar berilgan tenglamaning umumiy yechimi (umumiy integrali) ma’lum bo’lsa uning maxsus yechimi qanday topiladi?			
5	Ikkita egri chiziqlarning o’zaro urinish shartlarini yozing?			

11.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

11.5-ilova

"**Lagranj va Klero tenglamalari. maxsus echimlar va ularning mavjudligi.birinchi tartibli har-xil sinfdagi tenglamalar**" **mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar**

Mustaqi ish uchun savollar

Lagranj va Klero tenglamalarining umumiy va maxsus yechimlarini toping.

1. $y = 2xy' + \cos y'$

2. $y = 2xy' + tg\, y'$

3. $y = 2xy' + \left(y' + 1\right)^2$

4. $y = 3/2\, xy' - e^{y'}$

5. $y = 2xy' + x + 1/\left(y' + 1\right)^2$

6. $y = xy' + y' - y'^2$

7. $\left(x+1\right)y'^2 - \left(y + x\right)y' + y = 0$

8. $\left(3x+1\right)y'^2 - 3\left(y+2\right)y' + 9 = 0$

9. $\left(3x+5\right)y'^2 - \left(3y + x\right)y' + y = 0$

10. $axy'^2 + \left(bx - ay + c\right)y' - by = 0$

11. $x^2y'^2 - \left(2xy + a\right)y' + y^2 = 0$

12. $yy' = 2xy'^2 + 1$

Tenglamaning hamma yechimlarini toping va agar mavjud bo’lsa, maxsus yechimlarini ajrating.

13. $x = e^{y'} - y'^2$

14. $x\left(1 - y'\right) = y'^2$

15. $x/y' = 1 + y'^2$

16. $x/\left(1 + y'^3\right) = y' + 2$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчисление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с

5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

a. O’qitish usullari qoidalari

1.4.1. Aqliy hujum qoidalari

- Hech qanday o’zaro baholash va tanqid;
- Taklif etilayotgan g’oyalarni baholashdan o’zingni tiy, hatto ular fantastik va iloji yo’q bo’lsa ham – hammasi mumkin:
- Tanqid qilma – hamma aytilgan g’oyalar bir xilda:
- Bayon qiluvchi gapini bo’lma:
- Izoh berishdan o’zingni tiy;
- Maqsadbu –miqdor:
- Qanchag’oyalarko’pbo’lsashunchayaxshi: yangivazarurg’oyatug’ulishiimkoniyatiko’proq
- Agarg’oyalartakrorlansao’ksinma:
- Tasavvuringgaerkber:
- Senda yaralgan g’oyalarni tashlama, agar ular sening nazaringda qabul qilingan sxemaga tegishli bo’lmasa ham:
- Bu muammo aniq usullar bilan yechiladi deb o’ylama:

1.4.2. “Insert” texnikasiqoidalari

- Matnnio’qib, ulardasavollattug’dirayotganjoylarni, ularnibilimlarigamoskelayotganvamoskelmayotganjoylarniqalambilanbelgilabqo’yiladi:
- “Insert” jadvalini quyidagi belgilashlar bilan to’ldirish:
  Agar «!» bo’lsa siz o’z bilimingizga yoki siz o’ylagan fikrga to’g’ri kelayotganini o’qiyapsiz;
  Agar «–» bo’lsa siz o’z bilimingizga yoki to’g’ri deb o’ylaganingizga mutlaqo zid bo’lganini o’qiyapsiz:
  Agar «+» bo’lsa siz o’qityotganingiz siz uchun yangilik:
  Agar «?» bo’lsa, siz o’qiyotganingiz siz uchun tushunarsiz yoki siz bu savolga yanada ko’proq ma`lumotlar olishni istaysiz:

1.4.3. Guruhlardaishlashqoidalari

- Hammao’zdo’stlarinitinglashikerak, ungayaxshimunosabatdabo’libhurmarko’rsatishikerak:
- Hammaaktivharakatqilishilozim; berilgantopshiriqqanisbatanbirgalikdavajavobgarlikbilanishlashikerak:
- Har kim o’ziga kerak paytda yordam so’rashi kerak:
- Har kim undan yordam so’ralganda yordam ko’rsatishi kerak:
- Guruhning ish natijalarini baholashda ishtirok etishi lozim:
- Biz bir kemadamiz, o’zgalarga yordam berib o’zimiz o’rganamiz, shuni har kim tushunishi lozim:

II-BOB YUQORI TARTIBLI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR

12-Ma’ruza mashg’ulot.

3. “n-tartibli differenstial tenglamalar va uni normal holga keltirish. Kanonik ko’rinishdagi n- tartibli differenstial tenglamalar uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

12-ma’ruza	**n-tartibli differenstial tenglamalar va uni normal holga keltirish. Kanonik ko’rinishdagi n- tartibli differenstial tenglamalar uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Differensial tenglama tartibi, yechim haqida tushuncha. 2. n-tartibli differenstial tenglamalar va uni normal holga keltirish. 3. Mavjudlik va yagonalik teoremasi
Asosiy tushuncha va atamalar	Differensial tenglama tartibi, yechim, ekvivalent, uzluksiz, Lipshis sharti, tenglamalar sistemasi, oshkormas funksiya, normal sistema.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli

matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Rivojlantiruvchi: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; 3.Tarbiyalovchi:Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

4. "n-tartibli differensial tenglamalar va uni normal holga keltirish. Kanonik ko'rinishdagi n- tartibli differenstial tenglamalar uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(12.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Yuqori tartibli differensial tenglamaning umumiy ko'rinishini yozing.? 2)Differensial tenglamalarning normal sistemasini, bitta Yuqori tartibli tenglamaga keltirish mumkin-mi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar

2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material btriladi(12.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(12.3-ilova). O'quv faoliyti natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini malum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2. Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Yuqori tartibli tenglamani, birinchi tartibli tenglamalar sistemasiga keltirish mumkinmi? 5Qanday shartlar bajarilganda, Yuqori tartibli tenglamalarning yechimi mavjud va yagona bo'ladi? 6. Lipshis sharti nimadan iborat? 7.Differensial tenglamalarning normal sistemasini, bitta Yuqori tartibli tenglamaga keltirish mumkinmi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(12.3-12.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(1.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

12.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda	0,6	30				

taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)						
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

12.2.-ilova

"n-tartibli differensial tenglamalar va uni normal holga keltirish. Kanonik ko'rinishdagi n- tartibli differenstial tenglamalar uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi" mavzusi bo'yicha tarqatma material

n>1 chi tartibli differensial tenglamaning umumiy ko'rinishi

$$F(x, y, y', y''..y^{(n)}) = 0 \qquad (1)$$

dan iborat.bu tenglamaning tartibi n ga tengdir

Bunda F o'z argumentlarining ko'rilayotgan sohada aniqlangan va uzluksiz funksiyasidir.

Faraz etaylik $(x_0, y_0, y_0', y_0'', ...y^{(n)})$ biror nuqtada

$$F(x_0, y_0, y_0', ...y_0^{(n)}), \qquad \left.\frac{\partial F}{\partial y^{(n)}}\right|_{\substack{x=x_0 \\ y_0=y_0 \\ \dots\dots\dots \\ y^{(n)}=y_0^{(n)}}} \neq 0$$

shartlari bajarilsin.

Uholda oshkormas funksiyaning mavjudlik teoremasiga asosan, (1) tenglamani $y^{(n)}$ hosilaga nisbatan yechish mumkin.

$$y^{(n)} = f(x, y, y', y'', ..., y^{(n-1)}) \qquad (2)$$

(2) tenglamani unga ekvivalent bo'lgan n - noma'lumli m ta birinchi tartibli differensial tenglamalar sistemasi bilan almashtirish mumkin.

Buning uchun y dan tashqari $n-1$ ta $y_1, y_2, \dots, y_{n-1}$ yangi o'zgaruvchilarni kiritamiz.

$y_1, y_2, \dots, y_{n-1}$ yangi o'zgaruvchi funksiya bilan $y, y', y'', \dots, y^{(n)}$ funksiyalar quyidagicha bog;lanishda bo'ladilar:

$$\frac{dy}{dx} = y_1, \quad \frac{dy_1}{dx} = y_2, \quad \frac{dy_2}{dx} = y_3, ..., \frac{dy_{n-2}}{dx} = y_{n-1} \qquad (3)$$

dan ko'rinadikim.

$$y_k = \frac{d^k y}{dx^k} = y^{(k)} \qquad (k = 1, 2, \dots, n-1)$$

shunga asosan

$$y^{(n)} = \frac{d^n y}{dx^n} = \frac{dy_{n-1}}{dx} = f(x, y, y_1, y_2, ..y_{n-1}) \qquad (4)$$

(3) va (4) birgalikda birinchi tartibli tenglamalar sistemasini tashkil etadi. Xosil bo'lgan tenglamalar sistemasini simmetrik ko'rinishda yozish uchun $y, y_1, y_2, ..., y_{n-1}$ larni mos ravishda $y_1, y_2, y_3 ..., y_n$ lar bilan almashtiramiz.

U holda Yuqoridagi differensial tenglamalar sistemasini quyidagicha yozamiz:

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dx} = f_1(x, y_1, y_2, ...y_n) \\ \frac{dy_2}{dx} = f_2(x, y_1, y_2, ...y_n) \\ .... \\ \frac{dy_n}{dx} = f_3(x, y_1, y_2, ...y_n) \end{cases} \qquad (5)$$

(5) ga differensial tenglamalar sistemasining normal xoli deyiladi.
(Differensial tenglamalarning normal sistemasi)
Differensial tenglamalarning normal sistemasi, noma'lum funksiyalarning birinchi tartibli hosilalariga nisbatan yechilgan bo'ladi.

Mavjudlik va yagonalik teoremasi.

$D\begin{pmatrix} |x - x_0| \le a \\ |y_i - y_i^{(0)}| \le b \end{pmatrix}$ yopiq sohada qaralayotgan f_i funksiyalari quyidagi shartlarni qanoatlantirsin:

f_i funksiyalari D sohada barcha argumentlariga nisbatan aniqlangan va uzluksiz bo'lsin. Funksiyalar kurilayotgan sohada uzluksiz bo'lgani uchun y shu sohada chegaralangan bo'ladi. Ya'ni ixtiyoriy $\left(x_0, y_1^{(0)} y_2^{(0)}, ..., y_n^{(0)}\right) \in D$

nuqtasi uchun

$$\left| f_i(x_0, y^{(0)}, y_2^{(0)}, ...y_n^{(0)} \right| \le M$$

sharti bajariladi. Bunda $M > 0$

f_i funksiyalari D sohada $y_j \, (j = \overline{1, n})$ ga nisbatan Lipshis shartini qanoatlantirsin.
Ya'ni ixtiyoriy ikkita

$$(x, \bar{y}_1, \bar{y}_2, ..., \bar{y}_n) \in D, \qquad (x, \bar{\bar{y}}_1, \bar{\bar{y}}_2, ..., \bar{\bar{y}}_n) \in D$$

nuqtalar uchun

$$\left| f_i(x, \bar{y}_1, \bar{y}_2, ..., \bar{y}_n) - f_i(x, \bar{\bar{y}}_1, \bar{\bar{y}}_2, ..., \bar{\bar{y}}_n) \right| \le L \sum_{j=1}^{n} \left| \bar{y}_j - \bar{\bar{y}}_j \right|$$

shart bajarilsin.
Bunda L musbat son.

U holda (5) tenglamalar sistemasi $x=x_0$ bo'lganda $y_i(x_0)=y_i^{(0)}$ boshlang'ich qiymatlarni qanoatlantiruvchi yagona $y_i=y_i(x)$ yechimlar sistemasi mavjudki, bu yechimlar sistemasi x ning $|x - x_0| \le h$ oraliqdagi hamma qiymatlarida aniqlangan va uzluksiz bo'ladilar.

Bunda $h = \min\left(a, \frac{b}{M}\right)$.

Agar f_i funksiyalarning hammasi y_j ga nisbatan chegaralangan xususiy hosilaga ega bo'lsalar, ya'ni

$$\left|\frac{\partial f_i}{\partial y_j}\right| \le L \qquad (i, j = \overline{1, n})$$

u holda bu funksialar Lipshis shartini qanoatlantiradi.
Endi (5) tenglamalar sistemasini unga ekvivalent bo'lgan bitta n -chi tartibli differensial tenglamaga keltirishni qaraymiz.

(5) sistemadan birinchisini olaylik

$$\frac{dy_1}{dx} = f_1(x, y_1, y_2, ..., y_n) \qquad (6_1)$$

(6_1) ni x ga nisbatan differensiallaymiz.

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} = \frac{df_i}{dx} + \sum_{i=1}^{n} \frac{df_i}{dx_i} \frac{dy_i}{dx} \qquad (6_2)$$

(6_2) da $\frac{dy_i}{dx}$ o'rniga (5) dan uning qiymatini keltirib qo'ysak.

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} = \frac{df_1}{dx} + \sum_{i=1}^{n} f_i \frac{df_i}{dx_i} \equiv F_2(x, y_1, y_2, ..y_n) \qquad (7_2)$$

(7_2) o'z navbatida yana x ga nisbatan differensiallaymiz.

$$\frac{d^3 y_i}{dx^3} = \frac{dF_i}{dx} + \sum_{i=1}^{n} \frac{dF_i}{dy_i} \frac{dy_i}{dx} \qquad (6_3)$$

Bunda ham $\frac{dy_i}{dx}$ lar o'rniga (5) dan uning qiymatlarini keltirib qo'ysak.

$$\frac{d^3 y_1}{dx^n} = \frac{dF_2}{dx} + \sum_{i=1}^{n} f_i \frac{dF_2}{dy_i} \equiv F_3(x, y_1, y_2, ..., y_n) \qquad (7_3)$$

Xuddi shunday davom ettirsak, natijada

$$\frac{d^{n-1} y_1}{dx^{n-1}} = F_{n-1}(x, y_1, y_2, ...y_n) \qquad (7_{n1})$$

$$\frac{d^n y_1}{dx^n} = F_n(x, y_1, y_2, ...y_n) \qquad (7_n)$$

ga ega bo'lamiz
(6_1), (7_2),…..,(7_{n-1}) larni bitta sistema deb qaraymiz.

$$\frac{dy_1}{dx} = f_n(x, y_1, y_2, ...y_n)$$

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} = F_2(x, y_1, y_2, ...y_n) \qquad (6)$$

$$\frac{d^{n-1} y_1}{dx^{n-1}} = F_{n-1}(x, y_1, y_2, ...y_n)$$

Agar (6) sistemada $\frac{D(f_1, F_2, ..., F_{n-1})}{D(y_2, y_3, ...y_n)} \ne 0$ bo'lmasa

(6) sistemadan $n-1$ ta noma’lum $y_2, y_3, \ldots, y_n$ larni $x, y_1, \frac{dy_1}{dx}, \ldots, \frac{d^{n-1}y_1}{dx^{n-1}}$ lar orqali ifodalash mumkin. Bu qiymatlarni ya’ni $y_2, y_3, \ldots, y_n$ larni (7_n) qo’ysak

$$\frac{d^n y_1}{dx^n} = F\left(x, y_1, \frac{dy_1}{dx}, \frac{d^2 y_1}{dx^2}, \ldots, \frac{d^{n-1}y_1}{dx^{n-1}}\right) \qquad (7)$$

bitta n-chi tartibli differensial tenglamaga ega bo’lamiz, (7) tenglamani hosil bo’lishidan ma’lumki $y_1, y_2, \ldots, y_n$ lar (5) sistemaning yechimlari bo’lsalar, u holda y_1 (7) tenglamaning yechimi bo’ladi, va aksincha , agar y_1 (7) differensial tenglamaning yechimi bo’lsa, u holda

$$\frac{dy_1}{dx}, \frac{d^2 y_1}{dx^2}, \ldots, \frac{d^{n-1}y_1}{dx^{n-1}}$$

hosilalarni topib uni (6) tenglamaga olib borib qo’ysak $y_2, y_3, \ldots, y_n$ larni aniqlash mumkin bo’ladi. Bu topilgan $y_1, y_2, \ldots, y_n$
yechimlar (5) sistemani qanoatlantiradi.

12.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Yuqori tartibli differensial tenglamaning umumiy ko’rinishini yozing?			
2	Yuqori tartibli tenglamani, birinchi tartibli tenglamalar sistemasiga keltirish mumkinmi?			
3	Qanday shartlar bajarilganda, Yuqori tartibli tenglamalarning yechimi mavjud va yagona bo’ladi?			
4	Lipshis sharti nimadan iborat?			
5	Differensial tenglamalarning normal sistemasini, bitta Yuqori tartibli tenglamaga keltirish mumkinmi?			

12.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

12.5-ilova

"n-tartibli differensial tenglamalar va uni normal holga keltirish. Kanonik ko’rinishdagi n- tartibli differenstial tenglamalar uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

1. Yuqori tartibli tenglamani, birinchi tartibli tenglamalar sistemasiga keltirish mumkinmi?
2. Qanday shartlar bajarilganda, Yuqori tartibli tenglamalarning yechimi mavjud va yagona bo’ladi?
3. Lipshis sharti nimadan iborat?

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472c.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312c
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.

12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

13-Ma'ruza mashg'ulot.

5. "Kvadraturaga keltiriladigan ba'zi bir yuqori tartibli differensial tenglamalar" ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasi modeli

13-ma'ruza	**Kvadraturaga keltiriladigan ba'zi bir yuqori tartibli differensial tenglamalar.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Yuqori tartibli differensial tenglamalar. 2.Kvadraturaga ajratishga keltiradigan ba'zi bir differensial tenglamalar. 3.Umumiy va xususiy xollar.
Asosiy tushuncha va atamalar	Yuqori tartibli differensial tenglamalar, kvadraturaga ajratishga keltiradigan ba'zi-bir differensial tenglamalar, umumiy va xususiy hollar.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb

faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. " Kvadraturaga keltiriladigan ba'zi bir yuqori tartibli differensial tenglamalar" ma'ruza texnologikxaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(13.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) Yuqori tartibli tenglama ta'rifini aytinig? 2) To'liq differensialli yuqori tartibli tenglama tartibini pasaytirish qanday aniqlanadi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(13.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(13.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz?	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar;

	2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.To'liqmas yuqori tartibli tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi? 5. Parametr kiritish usulini aytinig? 6. Bir jinsli yuqori tartibli tenglama tartibini pasaytirish qanday bo'ladi? 7 . To'liq differensialli yuqori tartibli tenglama tartibini pasaytirish qanday bo'ladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'g'ri yechimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi (13.3-13.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi (1.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

13.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

13.2.-ilova

" Kvadraturaga keltiriladigan ba'zi bir yuqori tartibli differensial tenglamalar" mavzusi bo'yicha tarqatma material

$$F(x, y, y', y'', ..., y^{(n)}) = 0 \qquad (1)$$

n>1 chi tartibli differensial tenglama berilgan bo'lsin.
(1) tenglamani integrallashdagi asosiy tiplarni qaraymiz.

1 tip.

$$F(x, y^{(n)}) = 0 \qquad (2)$$

faraz etaylik (2) tenglamani $y^{(n)}$ ga nisbatan yechish mumkin bo'lsin.

Ya'ni $$y^{(n)} = f(x) \qquad (3)$$

Bu tenglamaning umumiy yechimini topish uchun uni n marta ketma- ket integrallaymiz.

Ma'lumki $$dy^{(n-1)} = y^{(n)}dx = f(x)dx$$

Integrallasak $$y^{(n-1)} = \int_{x0}^{x} f(x)dx + c_1$$

$$dy^{(n-2)} = y^{(n-1)}dx = \left[\int_{x0}^{x} f(x)dx + c_1\right]dx$$

$$y^{(n-2)} = \int_{x0}^{x}\int_{x0}^{x} f(x)dxdx + c_1(x - x_0) + c_2$$

Xuddi shunday davom ettirsak

$$y = \underbrace{\int_{x0}^{x} dx \int_{x0}^{x} dx .... \int_{x0}^{x}}_{n-ta} f(x)dx + \frac{c_1(x - x_0)^{n-1}}{(n-1)!} + \frac{c_2(x - x_0)^{n-2}}{(n-2)!} + ... + c_{n-1}(x - x_0)c_n \qquad (4)$$

Bu (3) tenglamaning umumiy yechimdir (4) formulani keltirib chiqarishda bilinadirkim $y, x = x_0$ bo'lganda

$$y_0 = c_n, \quad y_0' = c_{n-1}, \quad y_0'' = c_{n-2}, \quad y_0^{(n-1)} = c_1$$

Boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi Koshi masalasidir.
Demak (4) ning o'ng tomonidagi birinchi xad

$$y = \int_{x0}^{x} dx \int_{x0}^{x} dx .... \int_{x0}^{x} f(x)dx \qquad (5)$$

(3) tenglamaning xususiy yechimidir. (5) integralni, parametrga bog'liq bo'lgan bitta integral bilan almashtirish mumkin.

$$y = \frac{1}{(n-1)!}\int_{x0}^{x} (x - z)^{n-1} f(z)dz \qquad (6)$$

Bunga asosan (3) tenglamaning umumiy yechimini

$$y=\frac{1}{(n-1)}\int_{x0}^{x}(x-z)^{n-1}f(z)dz+\frac{c_1(x-x_0)^{n-1}}{(n-1)!}+\frac{c_2(x-x_0)^{n-2}}{(n-2)!}+\dots \qquad (7)$$
$$+\frac{c_{n-2}(x-x_0)^2}{2!}+\frac{c_{n-1}(x-x_0)}{1!}+c_n$$
ko'rinishda yozish mumkin.

Agar (2) tenglamani $y^{(n)}$ ga nisbatan yechish qiyin bo'lsa, lekin uni unga ekvivalent bo'lgan parametr ko'rinishda yozish mumkin bo'lsa

ya'ni
$$\begin{cases} x=\varphi(t) \\ y^{(n)}=\psi(t) \end{cases} \qquad (8)$$
U holda tenglamaning umumiy yechimi quyidagicha topiladi.

$$dy^{(n-1)}=y^{(n)}dx=\psi(t)\varphi'(t)dt$$
$$y^{(n-1)}=\int\psi(t)\varphi'(t)dt+c_1=\omega_1(t,c_1)$$
$$dy^{(n-2)}=y^{(n-1)}dx=\omega_1(t,c_1)\varphi'(t)dt$$
$$y^{(n-2)}=\int\omega_1(t,c_1)\varphi'(t)dt+c_2=\omega_2(t,c_1,c_2)$$
....
$$y=\omega_n(t,c_1,c_2,...,c_n)$$
ga ega bo'lamiz.
$$\begin{cases} x=\varphi(t) \\ y=\omega_n(t,c_1,c_2,..c_n) \end{cases}$$
tenglamaning parametr ko'rinishdagi umumiy yechimidir.

Misol 1. $y'''=x+\sin x$ 3 marta ketma-ket
$$y''=\int(x+\sin x)dx+c_1=\frac{x^2}{2}-\cos x+c_1$$
$$y'=\int(\frac{x^2}{2}+\cos x+c_1)dx+c_2=\frac{x^3}{3}-\sin x+c_1x+c_2$$
$$y=\frac{x^4}{4!}+\cos x+\frac{c_1x^2}{2}+c_2x+c_3$$
Misol 2. $y''^2+x^2=1$ $\quad y''^2=1-x^2$ $\quad x=\sin t$ deb olsak
$$y''^2=1-\sin^2 t=\cos^2 t \qquad \begin{cases} x=\sin t \\ y''=\cos t \end{cases} \qquad dy'=y''dx=\cos t\cdot\cos tdt$$
$$y'=\int\cos^2 tdt+c_1=\int\frac{1+\cos 2t}{2}dt+c_1+\frac{1}{2}t+\frac{1}{4}\sin 2t+c_1$$
$$y=\int\left(\frac{1}{2}t+\frac{1}{4}\sin 2t+c_1\right)\cos tdt+c_2$$

2 tip.

$$F(y^{(n)},y^{(n-1)})=0 \qquad (1)$$
tenglama natural ning har qanday qiymatida kvadratlanadi.

Buning uchun $y^{(n-1)} = z$ (2)

almashtirishini olamiz. $y^{(n-1)} = z'$

U holda $F(z', z) = 0$ (3)

ga ega bo’lamiz. (3) tenglamani z' ga nisbatan yechish mumkin bo’lsin ;

$$z' = f(z)$$

bu esa O’zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamadir bundan

$$\frac{dz}{f(z)} = dx, \qquad x + c_1 = \int \frac{dz}{f(z)} \qquad (4)$$

Agar (4) ni ga nisbatan yechib ,topilgan qiymatini (2) qo’ysak , birinchi tipdagi differensial tenglamaga ega bo’lamiz

$$z = \varphi(x, c_1) \quad y^{(n-1)} = \varphi(x, c_1)$$

buni $n-1$ marta ketma-ket integrallab berilgan tenglamaning umumiy yechimi $y = \psi(x, c_1, c_2, \ldots, c_n)$ ga ega bo’lamiz.

***Misol*-3** $y''' + y''^2 = 0 \qquad y'' = z, \qquad y''' = z'$

$$y''' + y'^2 = 0 \quad y'' = z, y''' = z'$$

$$z' + z^2 = 0 \quad z' = -z^2 \quad -\frac{dz}{z^2} = dx \quad \frac{1}{z} = x + 4$$

$$z = \frac{1}{x+4}$$

$$y'' = \frac{1}{x+4} \qquad y' = \ln|x + c_1| + c_2$$

$$y = (x + c_1)\ln(x + c_1) - (x + c_1) + c_2 x + c_3$$

Faraz etamiz (1) tenglamani parametr

$$\begin{cases} y^{(n)} = \varphi(t) \\ y^{(n-1)} = \psi(t) \end{cases}$$ ko’rinishda yozish mumkin bo’lsin.

Bu holda $dy^{(n-1)} = y^{(n)}dx \qquad dx = \dfrac{dy^{(n-1)}}{y^{(n)}} = \dfrac{\psi'(t)dt}{\varphi(t)}$

Bundan

$$x = \int \frac{\psi'(t)dt}{\varphi(t)} + c_1$$

$$dy^{(n-2)} = y^{(n-1)}dx = \psi(t)\frac{\psi'(t)dt}{\varphi(t)}$$

$$y^{(n-2)} = \int \frac{\psi(t)\psi'(t)dt}{\varphi(t)}dt + c_2$$

....

$$dy = y'dx \qquad y = \int y'dx + c_n$$

3 tip

$$F(y^{(n)}, y^{(n-2)}) = 0 \qquad (1)$$

bunday ko'rinishdagi differensial tenglamalar ham kvadraturaga keltiriladi.

Buning uchun $\qquad y^{(n-2)} = z \qquad (2)$

desak $\qquad y^{(n)} = z'' \qquad$ bo'ladi.

va $\qquad F(z'', z) = 0 \qquad (3)$

tenglamaga ega bo'lamiz (3) tenglamani z'' ga nisbatan yechish mumkin bo'lsin: $z'' = f(z)$

Buning xar ikkala tomonini $2z'dx$ kupaytiramiz:

$$2z'z''dx = 2z'f(z)dx = 2f(z)dz \qquad d(z')^2 = 2f(z)dz$$

$$(z')^2 = \int 2f(z)dz + c_1 \qquad z' = \sqrt{\int 2f(z)dz + c_1}$$

$$\frac{dz}{\sqrt{\int 2f(z)dz + c_1}} = dx \qquad x + c_2 = \int \frac{dz}{\sqrt{\int 2f(z)dz + c_1}}$$

Agar bu keyingi tenglikni ga nisbatan yecha olsak, ya'ni

$$z = \varphi(x, c_1, c_2)$$

u holda (1) tenglamaning yechimini topish 1-chi tipdagi differensial tenglamaning yechishga keltiriladi.

$$y^{(n-2)} = \varphi(x, c_1, c_2)$$

Buni marta ketma-ket integrallab uning umumiy yechimi.

$$y = \varphi(x, c_1, c_2, ..., c_n)$$

ni topamiz.

Misol 4. $y^3 y'' = 1 \qquad y'' = \frac{1}{y^3} \qquad 2y'dx$

$$2y'y''dx = \frac{2dy}{y^3} \qquad d(y')^2 = \frac{2}{y^3}dy \qquad y'^2 = -\frac{1}{y^2} + c_1 \qquad y' = \sqrt{c_1 - \frac{1}{y^2}}$$

$$\frac{ydy}{\sqrt{c_1 y^2 - 1}} = dx \qquad \frac{c_1 ydy}{\sqrt{c_1 y^2 - 1}} = c_1 dx \qquad \sqrt{c_1 y^2 - 1} = c_1 x + c_2$$

(1) tenglamani

$$\begin{cases} y^{(n)} = \varphi(t) \\ y^{(n-\ell)} = \varphi(t) \end{cases} \qquad (4)$$

parametrik ko'rinishga keltirish mumkin bo'lsin.

Ma'lumki
$$\begin{cases} dy^{(n-1)} = y^{(n)}dx \\ dy^{(n-\ell)} = y^{(n-1)}dx \end{cases} \qquad (5)$$

(4) ni birinchisini har ikkala tomonini $2y^{(n-1)}$ ga ko'paytirsak.

$$2y^{(n-1)}dy^{(n-1)} = 2y^{(n)}y^{(n-1)}dx = 2y^{(n)}dy^{(n-2)}$$

yoki $\qquad d(y^{(n-1)}) = 2y^{(n)}dy^{(n-2)} = 2\varphi(t)\psi'(t)dt \qquad (6)$

$$y^{(n-1)} = \int \sqrt{2\varphi(t)\psi'(t)dt + c_1}$$

ga ega bo'lamiz.

(5) bilan (4) ning ikkinchisi birgalikda 2-chi tipdagi differensial tenglamani tashkil etadi.

13.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Yuqori tartibli tenglama ko’rinishini yozing?			
2	1 tip tenglama ko’rinishi va yechimini toppish usulini ayting?			
3	2 tip tenglama ko’rinishi va yechimini toppish usulini ayting?			
4	3 tip tenglama ko’rinishi va yechimini toppish usulini ayting?			

13.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

13.5-ilova

" Kvadraturaga keltiriladigan ba’zi bir yuqori tartibli differensial tenglamalar" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Mustaqi ish uchun savollar

Differensial tenglamalarni umumiy yechimini toping

1. $y'\left(1+y'^2\right)=ay''$ **2.** $xy^{(4)}=1.$

3. $x = e^{-y''} + y''$

4. $y''^2 - 2y'y''' + 1 = 0$

5. $y'' + y'^2 = 2e^{-y}$

6. $y'' = e^y$

7. $y^4 - y^3 y'' = 1$

8. $yy'' - 2yy' \ln y = y'^2$

9. $yy'' + y = y'^2$

10. $yy''^2 = 1$

11. $y'' = ae^y$

12. $3y'' = y^{-5/3}$

13. $2(2a - y)y'' = 1 + y'^2$

14. $1 + y'^2 = 2yy''$

15. $y'^2 = (2y - 2y')y''$

16. $2y'^2 = (y-1)y''$

Tavsiyaetilganadabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

14-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “ Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

14-ma’ruza	**Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Noma’lum funksiya qatnashmagan Yuqori tartibli differensial tenglamalar. 2. Argument qatnashmagan Yuqori tartibli differensial tenglamalar 3.Oraliq integral.
Asosiy tushuncha va atamalar	Tartib, pasaytirsh.oraliq integral, yuqori tartibli tenglamalar, tartib pasaytirish.umumiy yechim.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish,	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

intizomlashtirish.	
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shakldа ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral " ma’ruza texnologik xaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(14.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Yuqori tartibli tenglama ta’rifini ayting? 2)To’liqmas yuqori tartibli tenglamani ta’rifini ayting? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(14.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(14.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4. . Noma’lum funksiya qatnashmagan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechish usulini ayting? 5. Argument qatnashmagan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechish usulini ayting? 6. Oraliq integral ta’rifini ayting?. 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi,	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar

	to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(14.3-14.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(14.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

14.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

14.2-ilova

"Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

4 tip .

Noma’lum funksiya qatnashmagan Yuqori tartibli differensial tenglamalar.

$$F(x, y^{(k)}, y^{(k+1)}, \dots, y^{(n)}) = 0 \qquad (1)$$

(1) tenglamani integrallash uchun

$y^{(k)} = z$ (2) almashtirishni olamiz.

Bundan $y^{(k+1)} = z'$ $y^{(k+2)} = z'', \dots, y^{(n)} = z^{(n-k)}$

Bularga asosan (1) tenglamani

$$F(x, z, z', \dots, z^{(n-k)}) = 0 \qquad (3)$$

Ko’rinishga keltiramiz.

Faraz etamiz (3) tenglamaning umumiy integrali

$$\phi(x, z, c_1, c_2, ..c_{n-k}) = 0 \qquad (4)$$

bo'lsin.

Bundagi z urniga (2) dan uning kiymatini keltirib qo'ysak

$$\phi(y^{(k)}, x, c_1, c_2, ..c_{n-k}) = 0 \qquad (5)$$

ga ega bo'lamiz. Bu (1) tenglamaning oraliq integralidir.

Agar (5) ni $y^{(k)}$ ga nisbatan yechsak

$$y^{(k)} = f(x, c_1, c_2, ..c_{n-k})$$

birinchi tipdagi differensial tenglamaga ega bo'lamiz.

Bu tenglamani k- marta ketma-ket integrallash natijasida (1) tenglamaning umumiy yechimi.

$$y = \varphi(x, c_1, c_2, ...c_{n-k}, ..., c_n)$$

ga ega bo'lamiz.

1-Misol. $4y' + y'^2 = 4xy''$

$$y' = z, \qquad y'' = z' \qquad 4z + z^2 = 4xz'$$

$$\frac{4dz}{4z + z^2} = \frac{dx}{x} \qquad \ell nx + \ell nc_1 = 4\int \frac{dz}{(z+2)^2 - 4} = \ell n\frac{(z+2) - 2}{(z+2) + 2}$$

$$c_1 x = \frac{z}{z+4} \qquad z = c_1 xz + 4c_1 x \qquad z = \frac{4c_1 x}{1 - c_1 x} \qquad y' = \frac{4c_1 x}{1 - c_1 x}$$

$$y = 4\int \frac{c_1 x}{1 - c_1 x} dx + c_2 = 4\int \left(\frac{1}{1 - c_1 x} - 1 \right) dx + c_2 = -\frac{4}{c_1} \ell n|1 - c_1 x| - 4x + c_2$$

5 tip.

Argument qatnashmagan Yuqori tartibli differensial tenglamalar

$$F(y, y', y'', .., y^{(n)}) = 0 \qquad (1)$$

Bunday ko'rinishdagi tenglamada ni argument, y' ni funksiya uchun qabul qilib $y' = p$ almashtirish yordamida tenglama tartibini 1 taga pasaytirish mumkin. Buning uchun dan bo'yicha olingan

$y', y'', ...y^{(n)}$ hosilalarni p dan y ga nisbatan olingan hosilalar bilan almashtiramiz: $p = p(y)$

$$y' = \frac{dy}{dx} = p; \qquad y'' = \frac{dy'}{dx} = \frac{dp}{dx} = \frac{dp}{dy} \cdot \frac{dy}{dx} = p\frac{dp}{dy}$$

$$y''' = \frac{d}{dx}\left(p\frac{dp}{dy} \right) = \frac{d}{dy}\left(p\frac{dp}{dx} \right) \cdot \frac{dy}{dx} = p\left[\left(\frac{dp}{dy} \right)^2 + p\frac{d^2 p}{dy^2} \right]$$

....

$$y^{(n)} = p\omega(p, p', p'', ..., p^{(n-1)})$$

Bu topilgan qiymatlarni (1) tenglamaga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F(y, p, pp'_y, ..., p\omega(p, p', p'', .., p^{(n-1)}) = 0 \qquad (2)$$

faraz etaylik (2) tenglamaning umumiy integrali

$\phi(y, p, c_1 c_2, .., c_{n-1}) = 0$ ni ga nisbatan yechish mumkin bo'lsin:

$$p = \varphi(y, c_1, c_2, ..., c_{n-1})$$

bundan $\dfrac{dy}{dx}=\varphi(y,c_1,c_2,..c_{n-1})$ $\quad dy=\varphi(y,c_1,c_2,...,c_{n-1})dx$

$\dfrac{dy}{\varphi(y,c_1,c_2,..,c_{n-1})}=dx$ $\quad x+c_n=\int\dfrac{dy}{\varphi(y,c_1,c_2,..c_{n-1})}$

Bu (1) tenglamaning umumiy integralidir.

2-Misol. $1+y'^2=2yy''$ $\quad y'=p$ $\quad y''=p\dfrac{dp}{dy}$

$1+p^2=2yp\dfrac{dp}{dy}$ $\quad \dfrac{dy}{y}=\dfrac{2pdp}{1+p^2}$ $\quad \ell ny+\ell nc_1=\ell n(1+p^2)$

$1+p^2=c_1y$ $\quad p^2=c_1y-1$ $\quad p=\sqrt{c_1y-1}$ $\quad \dfrac{dy}{dx}=\sqrt{c_1y-1}$

$\dfrac{dy}{\sqrt{c_1y-1}}=dx$ $\quad \dfrac{2}{c_1}\sqrt{c_1y-1}=x+c_2$ $\quad 4(c_1y-1)=c_1^2(x+c_2)^2$

Oraliq integrallari

n- chi tartibli

$$F(x,y,y',y'',..y^{(n)})=0 \qquad (1)$$

differensial tenglama berilgan bo'lsin.

Ma'lumki, bu tenglamaning umumiy integrali va ixtiyoriy ta $c_1,c_2,....,c_n$ o'zgarmas sonlar orasidagi

$$\phi(x,y,c_1,c_2...c_n)=0 \qquad (2)$$

Bog'lanishdan iborat edi.

Boshqacha qilib aytganda (2) tenglik va undan ga nisbatan ketma-ket olingan ta hosilalaridan tuzilgan tenglamalar sistemasidan ixtiyoriy o'zgarmas $c_i\,(i=\overline{1,n})$ larni yuqotish natijasida (1) tenglama hosil bo'lsa, (2) ifodaga (1) ning umumiy integrali deyiladi.

Faraz etaylik $\psi(x,y,y',y'',....,y^{(k)},c_{k+1},c_{k+2},....,c_n)=0 \qquad (3)$

ifoda berilgan bo'lsin.

Bunda $c_i\,(i=\overline{k+1,n})$ ixtiyoriy o'zgarmas sonlar (3) ni ga nisbatan ketma-ket marta differensiallaymiz.

$$\frac{\partial\psi}{\partial x}+\frac{\partial\psi}{\partial y}y'+\frac{\partial\psi}{\partial y'}y''+......+\frac{\partial\psi}{\partial y^{(k)}}y^{(k+1)}=0$$

$$.. \qquad (4)$$

$$\frac{\partial^{n-k}\psi}{\partial x^{n-k}}+.................+\frac{\partial\psi}{\partial y^{(k)}}y^{(n)}=0$$

ta (3) va (4) tenglamalardan ta c_i $(i=\overline{k+1,n})$ ixtiyoriy o'zgarmas sonlarni yuqotish natijasida (1) tenglama xosil bo'lsa (3) ga (1) tenglamaning oraliq integrali deyiladi.

Agar oraliq integrali bitta ixtiyoriy o'zgarmas c_1 ga boglik bo'lsa, ya'ni

$$\psi(x,y,y',y'',......,y^{(n-1)},c_1)=0$$

bunga (1) differensial tenglamaning birinchi integrali deyiladi.

Agar (3) ifodani differensial tenglama deb qarasak, uning o'zi xam nchi tartibli differensial tenglamadan iborat bo'ladi. Bu tenglamaning xar qanday yechimi (1) tenglamaning xam yechimi buladi.

Xakikatdan xam $y = y(x)$ (3) tenglamaning yechimi bo'lsa, u (3) va (4) tenglamalarni ayniyatga aylantiradi. (1) esa (3) va (4) ning natijasi bo'lgani sababli, bu funksiya (1) ni xam qanoatlantiradi. Ya'ni u (1) ning xam yechimi buladi.

Agar (3) ni ga nisbatan marta ketma-ket integrallasak, uning umumiy integralida $c_{k+1}, c_{k+2}, .. c_n$ ixtiyoriy sonlardan tashqari $c_1, c_2, .. c_k$ ixtiyoriy o'zgarmas sonlar xam qatnashadi.

Yuqorida aytilganlarga asosan bu umumiy integral, (1) tenglamaning xam umumiy integrali bo'ladi.

Demak (1) differensial tenglama (3) ko'rinishdagi oraliq integraliga ega bo'lsa, uni integrallash masalasi chi tartibli differensial tenglamaning integrallash masalasiga keltiriladi.

3-Misol. $4y' + y'^2 = 4xy''$

$$y' = z, \qquad y'' = z' \qquad 4z + z^2 = 4xz'$$

$$\frac{4dz}{4z + z^2} = \frac{dx}{x} \qquad \ell nx + \ell nc_1 = 4\int \frac{dz}{(z+2)^2 - 4} = \ell n \frac{(z+2)-2}{(z+2)+2}$$

$$c_1 x = \frac{z}{z+4} \qquad z = c_1 xz + 4c_1 x \qquad z = \frac{4c_1 x}{1 - c_1 x} \qquad y' = \frac{4c_1 x}{1 - c_1 x}$$

$$y = 4\int \frac{c_1 x}{1 - c_1 x} dx + c_2 = 4\int \left(\frac{1}{1 - c_1 x} - 1 \right) dx + c_2 = -\frac{4}{c_1} \ell n |1 - c_1 x| - 4x + c_2$$

14.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi

- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.

+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.

? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Yuqori tartibli tenglama ta'rifi ayting?			
2	Argument qatnashmagan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechish usulini ayting?			

3	Noma’lum funksiya qatnashmagan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechish usulini ayting?			
4	Umumiy integral ta’rifini ayting?			

Yuqori tartibli tenglama ta’rifini ayting?
.

14.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

14.5-ilova

"Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral " mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

1. $y'' - 9y' = e^{3x}\cos x$

2. $y''' - 49y' = 14e^{7x} - 49(\cos 7x + \sin 7x)$

3. $y''' - 64y' = 128\cos 8x - 64e^{8x}$

4. $y''' - 8y' = 162e^{9x} + 81\sin 9x$

5. $y'' + 4y' + 3y = 0$

6. $y^{\prime V} + 2y'' - 8y' + 5y = 0$

7. $y''' - 8y = 0$

8. $y^{\prime V} - 2y''' - 2y' - y = 0$

9. $y^{\prime V} + 4y = 0$

10. $y^{\prime V} - 4y''' + 8y'' - 16y' + 16y = 0$

11. $y^{\prime V} - y = 0$

12. $y'' - 2y' + 10y = 0$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

14-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “ Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

14-ma’ruza	**Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Noma’lum funksiya qatnashmagan Yuqori tartibli differensial tenglamalar. 2. Argument qatnashmagan Yuqori tartibli differensial tenglamalar 3.Oraliq integral.
Asosiy tushuncha va atamalar	Tartib, pasaytirsh.oraliq integral, yuqori tartibli tenglamalar, tartib pasaytirish.umumiy yechim.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral " ma'ruza texnologik xaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(14.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Yuqori tartibli tenglama ta'rifini ayting? 2)To'liqmas yuqori tartibli tenglamani ta'rifini ayting? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(14.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(14.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4. . Noma'lum funksiya qatnashmagan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechish usulini ayting? 5. Argument qatnashmagan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechish usulini ayting? 6. Oraliq integral ta'rifini ayting?. 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi.	Savol beradilar.

	3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(14.3-14.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(14.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

14.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

14.2-ilova

"Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

4 tip .

Noma’lum funksiya qatnashmagan Yuqori tartibli differensial tenglamalar.

$$F(x, y^{(k)}, y^{(k+1)},...,y^{(n)}) = 0 \qquad (1)$$

(2) tenglamani integrallash uchun

$y^{(k)} = z$ (2) almashtirishni olamiz.

Bundan $y^{(k+1)} = z'$ $y^{(k+2)} = z'',\ldots, y^{(n)} = z^{(n-k)}$

Bularga asosan (1) tenglamani

$F(x, z, z',...,z^{(n-k)}) = 0$ (3)

Ko’rinishga keltiramiz.

Faraz etamiz (3) tenglamaning umumiy integrali

$$\phi(x, z, c_1, c_2,..c_{n-k}) = 0 \qquad (4)$$

bo’lsin.

Bundagi z urniga (2) dan uning kiymatini keltirib qo’ysak

$\phi(y^{(k)}, x, c_1, c_2,..c_{n-k}) = 0$ (5)

ga ega bo’lamiz. Bu (1) tenglamaning oraliq integralidir.

Agar (5) ni $y^{(k)}$ ga nisbatan yechsak

$y^{(k)} = f(x, c_1, c_2,.c_{n-k})$

birinchi tipdagi differensial tenglamaga ega bo’lamiz.

Bu tenglamani k- marta ketma-ket integrallash natijasida (1) tenglamaning umumiy yechimi.

$$y=\varphi(x,c_1,c_2,....c_{n-k},...,c_n)$$

ga ega bo'lamiz.

1-Misol. $4y'+y'^2=4xy''$

$$y'=z,\qquad y''=z'\qquad 4z+z^2=4xz'$$

$$\frac{4dz}{4z+z^2}=\frac{dx}{x}\qquad \ell nx+\ell nc_1=4\int\frac{dz}{(z+2)^2-4}=\ell n\frac{(z+2)-2}{(z+2)+2}$$

$$c_1x=\frac{z}{z+4}\qquad z=c_1xz+4c_1x\qquad z=\frac{4c_1x}{1-c_1x}\qquad y'=\frac{4c_1x}{1-c_1x}$$

$$y=4\int\frac{c_1x}{1-c_1x}dx+c_2=4\int\left(\frac{1}{1-c_1x}-1\right)dx+c_2=-\frac{4}{c_1}\ell n|1-c_1x|-4x+c_2$$

5 tip.

Argument qatnashmagan Yuqori tartibli differensial tenglamalar

$$F(y,y',y'',..,y^{(n)})=0\qquad (1)$$

Bunday ko'rinishdagi tenglamada ni argument, y' ni funksiya uchun qabul qilib $y'=p$ almashtirish yordamida tenglama tartibini 1 taga pasaytirish mumkin. Buning uchun dan bo'yicha olingan

$y',y'',...y^{(n)}$ hosilalarni p dan y ga nisbatan olingan hosilalar bilan almashtiramiz: $p=p(y)$

$$y'=\frac{dy}{dx}=p;\qquad y''=\frac{dy'}{dx}=\frac{dp}{dx}=\frac{dp}{dy}\cdot\frac{dy}{dx}=p\frac{dp}{dy}$$

$$y'''=\frac{d}{dx}\left(p\frac{dp}{dy}\right)=\frac{d}{dy}\left(p\frac{dp}{dx}\right)\cdot\frac{dy}{dx}=p\left[\left(\frac{dp}{dy}\right)^2+p\frac{d^2p}{dy^2}\right]$$

....

$$y^{(n)}=p\omega(p,p',p'',....,p^{(n-1)})$$

Bu topilgan qiymatlarni (1) tenglamaga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F(y,p,pp'_y,...,p\omega(p,p',p'',..,p^{(n-1)})=0\qquad (2)$$

faraz etaylik (2) tenglamaning umumiy integrali

$\phi(y,p,c_1c_2,..,c_{n-1})=0$ ni ga nisbatan yechish mumkin bo'lsin:

$$p=\varphi(y,c_1,c_2,...,c_{n-1})$$

bundan $\dfrac{dy}{dx}=\varphi(y,c_1,c_2,..c_{n-1})\qquad dy=\varphi(y,c_1,c_2,...,c_{n-1})dx$

$$\frac{dy}{\varphi(y,c_1,c_2,..,c_{n-1})}=dx\qquad x+c_n=\int\frac{dy}{\varphi(y,c_1,c_2,..c_{n-1})}$$

Bu (1) tenglamaning umumiy integralidir.

2-Misol. $1+y'^2=2yy''\qquad y'=p\qquad y''=p\dfrac{dp}{dy}$

$$1+p^2=2yp\frac{dp}{dy} \qquad \frac{dy}{y}=\frac{2pdp}{1+p^2} \qquad \ell ny+\ell nc_1=\ell n(1+p^2)$$

$$1+p^2=c_1y \qquad p^2=c_1y-1 \qquad p=\sqrt{c_1y-1} \qquad \frac{dy}{dx}=\sqrt{c_1y-1}$$

$$\frac{dy}{\sqrt{c_1y-1}}=dx \qquad \frac{2}{c_1}\sqrt{c_1y-1}=x+c_2 \qquad 4(c_1y-1)=c_1^2(x+c_2)^2$$

Oraliq integrallari

n- chi tartibli

$$F(x,y,y',y'',..y^{(n)})=0 \qquad (1)$$

differensial tenglama berilgan bo'lsin.

Ma'lumki, bu tenglamaning umumiy integrali va ixtiyoriy ta $c_1, c_2, \ldots, c_n$ o'zgarmas sonlar orasidagi

$$\phi(x,y,c_1,c_2\ldots c_n)=0 \qquad (2)$$

Bog'lanishdan iborat edi.

Boshqacha qilib aytganda (2) tenglik va undan ga nisbatan ketma-ket olingan ta hosilalaridan tuzilgan tenglamalar sistemasidan ixtiyoriy o'zgarmas $c_i\,(i=\overline{1,n})$ larni yuqotish natijasida (1) tenglama hosil bo'lsa, (2) ifodaga (1) ning umumiy integrali deyiladi.

Faraz etaylik $\psi(x,y,y',y'',\ldots,y^{(k)}, c_{k+1},c_{k+2},\ldots,c_n)=0$ (3)

ifoda berilgan bo'lsin.

Bunda $c_i\,(i=\overline{k+1,n})$ ixtiyoriy o'zgarmas sonlar (3) ni ga nisbatan ketma-ket marta differensiallaymiz.

$$\frac{\partial\psi}{\partial x}+\frac{\partial\psi}{\partial y}y'+\frac{\partial\psi}{\partial y'}y''+\ldots\ldots+\frac{\partial\psi}{\partial y^{(k)}}y^{(k+1)}=0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (4)$$

$$\frac{\partial^{n-k}\psi}{\partial x^{n-k}}+\ldots\ldots\ldots\ldots+\frac{\partial\psi}{\partial y^{(k)}}y^{(n)}=0$$

ta (3) va (4) tenglamalardan ta c_i $(i=\overline{k+1,n})$ ixtiyoriy o'zgarmas sonlarni yuqotish natijasida (1) tenglama xosil bo'lsa (3) ga (1) tenglamaning oraliq integrali deyiladi.

Agar oraliq integrali bitta ixtiyoriy o'zgarmas c_1 ga boglik bo'lsa, ya'ni

$$\psi(x,y,y',y'',\ldots\ldots,y^{(n-1)},c_1)=0$$

bunga (1) differensial tenglamaning birinchi integrali deyiladi.

Agar (3) ifodani differensial tenglama deb qarasak, uning o'zi xam nchi tartibli differensial tenglamadan iborat bo'ladi. Bu tenglamaning xar qanday yechimi (1) tenglamaning xam yechimi buladi.

Xakikatdan xam $y=y(x)$ (3) tenglamaning yechimi bo'lsa, u (3) va (4) tenglamalarni ayniyatga aylantiradi. (1) esa (3) va (4) ning natijasi bo'lgani sababli, bu funksiya (1) ni xam qanoatlantiradi. Ya'ni u (1) ning xam yechimi buladi.

Agar (3) ni ga nisbatan marta ketma-ket integrallasak, uning umumiy integralida $c_{k+1}, c_{k+2}, ..c_n$ ixtiyoriy sonlardan tashqari $c_1, c_2, ..c_k$ ixtiyoriy o'zgarmas sonlar xam qatnashadi.

Yuqorida aytilganlarga asosan bu umumiy integral, (1) tenglamaning xam umumiy integrali bo'ladi.
Demak (1) differensial tenglama (3) ko'rinishdagi oraliq integraliga ega bo'lsa, uni integrallash masalasi chi tartibli differensial tenglamaning integrallash masalasiga keltiriladi.

3-Misol. $4y' + y'^2 = 4xy''$

$$y' = z, \qquad y'' = z' \qquad 4z + z^2 = 4xz'$$

$$\frac{4dz}{4z + z^2} = \frac{dx}{x} \qquad \ell nx + \ell nc_1 = 4\int \frac{dz}{(z+2)^2 - 4} = \ell n \frac{(z+2) - 2}{(z+2) + 2}$$

$$c_1 x = \frac{z}{z+4} \qquad z = c_1 xz + 4c_1 x \qquad z = \frac{4c_1 x}{1 - c_1 x} \qquad y' = \frac{4c_1 x}{1 - c_1 x}$$

$$y = 4\int \frac{c_1 x}{1 - c_1 x} dx + c_2 = 4\int \left(\frac{1}{1 - c_1 x} - 1 \right) dx + c_2 = -\frac{4}{c_1} \ell n|1 - c_1 x| - 4x + c_2$$

14.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Yuqori tartibli tenglama ta'rifi ayting?			
2	Argument qatnashmagan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechish usulini ayting?			
3	Noma'lum funksiya qatnashmagan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechish usulini ayting?			
4	Umumiy integral ta'rifini ayting?			

Yuqori tartibli tenglama ta'rifini ayting?
.

14.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

14.5-ilova

"Tartibini pasaytirishga imkon beradigan yuqori tartibli tenglamalar. Oraliq integral " mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

1. $y'' - 9y' = e^{3x}\cos x$

2. $y''' - 49y' = 14e^{7x} - 49(\cos 7x + \sin 7x)$

3. $y''' - 64y' = 128\cos 8x - 64e^{8x}$

4. $y''' - 8y' = 162e^{9x} + 81\sin 9x$

5. $y'' + 4y' + 3y = 0$

6. $y^{\prime V} + 2y'' - 8y' + 5y = 0$

7. $y''' - 8y = 0$

8. $y^{\prime V} - 2y''' - 2y' - y = 0$

9. $y^{\prime V} + 4y = 0$

10. $y^{\prime V} - 4y''' + 8y'' - 16y' + 16y = 0$

11. $y^{\prime V} - y = 0$

12. $y'' - 2y' + 10y = 0$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.

9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

16-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “n – nchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari. Mavjudlik va yagonalik teoremasi” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

16-ma’ruza	**n – nchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari. Mavjudlik va yagonalik teoremasi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. n – tartibli chiziqli tenglama, 2. n – tartibli chiziqli tenglamani xossalari 3.Mavjudlik va yagonalik teoremasi.
Asosiy tushuncha va atamalar	n– tartibli chiziqli tenglama, Mavjudlik va yagonalik teoremasi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish,	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli

materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

1.2. "n – nchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari. Mavjudlik va yagonalik teoremasi" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(16.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)n-chi tartibli chiziqli tenglamaning umumiy ko'rinishini yozing? 2)n – tartibli Chiziqli tenglamani 1-xossasini ayting? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(16.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(16.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda

	Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro’li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5.n– tartibli chiziqli tenglamani 1-xossasini ayting? 6. . n – tartibli chiziqli tenglamani 2-xossasini ayting? 7. Mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(16.3-16.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(16.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

16.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruhlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

16.2-ilova

"n – nchi tartibli chiziqli differensial tenglamalar va ularning xossalari. Mavjudlik va yagonalik teoremasi" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

n -chi tartibli Chiziqli differensial tenglama (chdt) deb, $y, y', y'', \ldots, \overset{(n)}{y}$ lar birinchi darajada bo’lgan

$$a_0(x)y^{(n)} + a_1(x)y^{(n-1)} + \ldots + a_{n-1}(x)y' + a_n(x)y = F(x) \qquad (1)$$

tenglamaga aytiladi.

Bunda $a_i(x) \quad (i = \overline{0,1})$ ko’rilayotgan oraliqda aniqlangan va uzluksiz funksiyalardir.Agar ko’rilayotgan oraliqda x ning hamma qiymatlarida $a_0(x) \neq 0$ bo’lsa,bu holda (1) tenglamaning har ikkala tomonini $a_0(x)$ ga bo’lib uni

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + \ldots + P_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = f(x) \qquad (2)$$

ko’rinishda yozish mumkin.

Bunda $P_i(x) = \dfrac{a_i(x)}{a_0(x)} \quad (i = \overline{1,n}), \qquad f(x) = \dfrac{F(x)}{a_0(x)}$

Agar $f(x) \neq 0$ bo’lsa (2) tenglamaga n- chi tartibli bir jinsli bo’lmagan Chiziqli differensial tenglama deyiladi.

Agar $f(x) = 0$ bo’lsa

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + \ldots + P_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = 0 \qquad (3)$$

tenglamaga n- chi tartibli bir jinsli Chiziqli differensial tenglama deyiladi. (aniqrog’i (2) tenglamaga mos bo’lgan bir jinsli Chiziqli differensial tenglama) Chiziqli differensial tenglamalar quyidagi xossalarga ega:

1-Xossa.. Agar Chiziqli differensial tenglamada argumentni ixtiyoriy

$$x = \varphi(t) \qquad (4)$$

Chiziqli almashtirsak, xosil bo’lgan tenglama yana Chiziqli differensial tenglama bo’ladi.

Bunda $\varphi(t)$ kurilayotgan oraliqda n marta uzluksiz differensiallanuvchi funksiya bo’lib, bu oraliqda $\varphi(t) \neq 0$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt} \cdot \frac{dt}{dx} = \frac{1}{\frac{dx}{dt}} \cdot \frac{dy}{dt} = \frac{1}{\varphi'(t)} \cdot \frac{dy}{dt}$$

Xuddi shunga o’xshash.

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d}{dx}\left[\frac{1}{\varphi'(t)}\frac{dy}{dt}\right] = \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{\varphi'(t)}\frac{dy}{dt}\right]\frac{dt}{dx} = \frac{1}{\varphi'^2(t)}\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{\varphi''(t)}{\varphi'^3(t)}\frac{dy}{dt}$$

Xuddi shunday davom ettirsak $\dfrac{d^ky}{dx^k}$ hosilani koeffisiyentlari t ning uzluksiz funksiyasi bo’lgan

$$\frac{dy}{dt}, \ldots\ldots, \frac{d^ky}{dt^k}$$

hosilalar orqali Chiziqli almashtirish mumkin bo’ladi.

Bu topilgan qiymatlarni (2) tenglamaga qo’ysak va ixchamlasak

$$\frac{d^ny}{dt^n} + b_1(t)\frac{d^{n-1}y}{dt^{n-1}} + \ldots. + b_{n-1}(t)\frac{dy}{dt} + b_n(t)y = 0(t)$$

tenglamaga ega bo’lamiz.

2-Xossa. Agar chiziqli differensial tenglamada noma’lum funksiyani ixtiyoriy

$$y = u(x)\eta + \vartheta(x) \qquad (5)$$

Chiziqli almashtirsak, xosil bo’lgan tenglama yana chiziqli differensial tenglama bo’ladi.

Bunda u, ϑ, η funksiyalar n marta uzluksiz differensialanuvchi funksiyalardir.
Haqiqatdan ham, (5) dan
$y' = u\eta' + u'\eta + \delta'$
$y'' = u\eta'' + 2u'\eta' + \delta'$........
Bularga asosan (1) tenglamani soddalashtirgan so'ng uni quyidagicha yozish mumkin.

$$C_0(x)\frac{d^n\eta}{dx^n} + C_1(x)\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + ... + C_{n-1}(x)\frac{dy}{dx} + C_n(x)y = F_1(x)$$

Mavjudlik va yagonalik teoremasi(Pikar teoremasi).

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + ... + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = f(x) \quad (2)$$

Agar (2) tenglamada hamma $P_i(x)(i = \overline{1, n})$ koeffisiyentlar va $f(x)$ funksiya $[a,b]$ intervalida uzluksiz bo'lsalar, u holda (2) tenglama $x = x_0$ bo'lganda
$y = y_0, \quad y' = y_0', ..., y^{(n-1)} = y_0^{(n-1)}$ boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi yagona $y = y(x)$ yechimga ega bo'lib, bu o'zining n- tartibli hosilasi bilan $[a,b]$oraliqda aniqlangan va uzluksiz bo'ladi.
Bu teoremani boshqacha ham bayon etish mumkin.
(2) tenglamani

$$L[y] \equiv y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + ... + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = f(x)$$

$$y^{(n)} = -\sum_{i=1}^{n-1} p_i(x)y^{(n-i)} + f(x) = F(x, y, y', y'', .. y^{(n-1)}) \quad (6)$$

$$x = x_0 \quad y(x_0) = y_0 \quad y^{(k)}(x_0) = y_0^{(k)} \quad (k = \overline{1, n-1}) \quad (7)$$

Teorema. Agar F funksiya yopiq D sohada o'zining barcha argumentlariga nisbatan uzluksiz va unda $y, y', y'', ..., y^{(n-1)}$ o'zgaruvchilar bo'yicha Lipshis shartini qanoatlantirsa , u holda D sohaning ixtiyoriy $(x_0, y_{0.}, y_0', ... y_0^{(n-1)})$ nuqtasida (6) tenglama yagona yechimga ega bo'lib, bu yechim $x = x_0$ nuqta atrofida aniqlangan va uzluksiz bo'ladi, hamda (7) boshlang'ich shartni qanoatalantiradi.

16.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Yuqori tartibli Chiziqli tenglamada argumentni yoki funksiyani almashtirsak qanday tenglama xosil bo’ladi?			
2	Yuqori tartibli differensial tenglama yechimining mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting?			
3	Chiziqli tenglama yechimlarining xossasini ayting?			
4	Qaysi vaqtda Chiziqli tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi mavjud?			

16.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega boʻlmogʻi lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmogʻi lozim.
3. Kichik guruh oldiga qoʻyilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, oʻqituvchi ularga yoʻriqnoma berishi lozim.
6. Nima boʻlganda ham muloqotda boʻling, oʻz fikringizni erkin namoyon eting.

16.5-ilova

" Bir jinsli va umumlashgan bir jinsli yugori tartibli differensial tenglamalar Tenglamaning chap tomoni biror funksiyaning to’liq differensiali bo’lgan hol" mavzusi boʻyicha mustaqil ish uchun savollar

1.Chiziqli tenglamaning umumiy yechimini yozing?
2. Ikkinchi tartibli Chiziqli tenglamaning bitta xususiy yechimi berilgan bo’lsa, uning umumiy yechimi qanday topiladi?
3.Chiziqli tenglama yechimlarining xossasini ayting?
4.Tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi deb nimaga aytiladi?

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472c.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312c
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

1. Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган

иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

i. Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

17-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “n- tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglama.Yechimning xossalari. Vronskiy determinanti va uning xossalari” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

17-ma’ruza	n- tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglama. Yechimning xossalari. Vronskiy determinant va uning xossalari.
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.n-chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar. 2.Yechim xossalari. 3.Vronskiy determinanti, fundamental yechimlar sistemasi, yechim, xususiy yechim, umumiy yechim.
Asosiy tushuncha va atamalar	Bir jinsli va bir jinsli bulmagan chiziqli differensial tenglamalar, Vronskiy determinant, yechim, xususiy yechim, umumiy yechim.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "n- tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglama. Yechimning xossalari. Vronskiy determinant va uning xossalari" ma'ruza texnologik xaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(17.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)n-chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamani ko'rinishini yozing? 2)n-chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamani 1-xossasini ayting? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(17.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(17.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4 n-chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamani 2-xossasini yozing? 5Yechim xossalari ,chiziqli bog'liqlikni aytinig? 6. Vronskiy determinant yozing? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini

	to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(17.3-17.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(17.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

17.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

17.2-ilova

"n- tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglama. Yechimning xossalari. Vronskiy determinant va uning xossalari" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

n- chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + ... + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = 0 \quad (1)$$

bir jinsli chiziqli differensial tenglama berilgan bo’lsin.
Quyidagi belgilashni kiritamiz.

$$L[y] = y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + ... + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y$$

u holda (1) tenglamani $L[y] = 0$ (1)

ko’rinishda yozish mumkin. $L[y]$ ga chiziqli differensial operator deyiladi. U noma’lum y o’zgaruvchi ustida bajarilgan amallar to’plamini bilidiradi.
Chiziqli differensial operator quyidagi xossalarga ega:

1 Xossa. Yig’indinig operatori, operatorlar yigindinsiga teng.Ya’ni

$$L[y_1 + y_2] = L[y_1] + L[y_2]$$

2 Xossa. O'zgarmas sonni operator ishorasidan tashqariga chiqarish mumkin ya'ni $L[cy] = cL[y]$

Bu xossalarni isbotlash juda ham oson.

TEOREMA 1. Agar y_1 va y_2 (1) tenglamaning yechimlari bo'lsa u holda $y_1 + y_2$ ham (1) tenglamaning yechimlari bo'ladi

Isbot. Operator xossasiga asosan

$L[y_1 + y_2] = L[y_1] + L[y_2]$

lekin, shartga ko'ra y_1 va y_2 (1) tenglamaning yechimlari bo'lgani uchun

$L[y_1] \equiv 0, \qquad L[y_2] \equiv 0$

Shuning uchun $\qquad L[y_1 + y_2] \equiv 0$

Bu ko'rsatadikim $y_1 + y_2$, (1) tenglamaning yechimidir

TEOREMA 2. Agar y_1 (1) tenglamaning yechimi bo'lsa, u holda cy_1 $\quad (c = const)$ ham (1) tenglamani yechimi bo'ladi.

Isbot. Operator xossasiga asosan $L[cy_1] = cL[y_1]$ lekin $L[y_1] \equiv 0,$

Bo'lgan uchun $L[cy_1] \equiv 0,$ bundan cy_1 tenglamaning yechimi ekanligi kelib chiqadi.

Natija. Agar $y_1, y_2, ..., y_k$ lar (10) tenglamaning xususiy yechimlari bo'lsalar u holda ularning chiziqli

$$y = c_1y_1 + c_2y_2 + ... + c_ky_k$$

kombinasiyasi ham (1) tenglamaning yechimi bo'ladi.

Agar $k = n$ bo'lsa $\qquad y = c_1y_1 + c_2y_2 + ... + c_ny_n$

(1) tenglamaning umumiy yechimi bo'ladi. $y_1, y_2, ..., y_n$ lar (xususiy yechimlar) umumiy yechimni tashkil qilishi ularning chiziqli bog'liq va bog'liq bo'lmasligiga bog'liqdir.

Ta'rif. Hammasi birdaniga nolga teng bo'lmagan $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n$ sonlar mavjud bo'lsakim, $[a,b]$ oralig'ida aniqlangan $\varphi_1(x), \quad \varphi_2(x), ...\varphi_n(x)$ funksiyalar, x ning bu oraliqdagi hamma qiymatlari uchun

$\alpha_1\varphi_1(x) + \alpha_2\varphi_2(x) + ... + \alpha_n\varphi_n(x) \equiv 0 \qquad (2)$

ayniyat bajarilsa, u holda bu oraliqda $\varphi_i(x)(i = \overline{1,n})$ funksiyalar chiziqli bog'langan deyiladi.

Agar (2) ayniyat faqat $\alpha_1 = \alpha_2 = ... = \alpha_n = 0$ qiymatda bajarilsa,u holda $\varphi_i(x)$ funksiyalari, ko'rilayotgan oraliqda chiziqli bog'lanmagan bo'ladi.

Misol-1. Faraz etaylik $\varphi_1(x), \varphi_2(x), ...\varphi_n(x)$ funksiyalardan biri ko'rilayotgan oraliqda nolga teng bo'lsin.U holda bu funksiyalar chiziqli bog'langan bo'ladilar.

$\varphi_n(x) = 0$

$0 \cdot \varphi_1(x) + 0 \cdot \varphi_2(x) + ... + \alpha_n\varphi_n(x) \equiv 0$

$x_1 = x_2 = ... = x_{n-1} = 0$

Misol 2. $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1$ bo'lsa

$\varphi_1(x) = \sin^2 x, \quad \varphi_2(x) = \cos^2 x, \quad \varphi_3(x) = 1$

Funksiyalar ichiziqli bog'lagan bo'ladi, chunki

$\sin^2 x + \cos^2 x - 1 \equiv 0$

Misol 3. $1, x, x^2, ..., x^n$ funksiyalar $(-\infty, \infty)$ oraliqda chiziqli bog'lanmagan.

Haqiqatan ham faraz etaylik ular chiziqli bog'langan bo'lsin.U holda hammasi birdaniga nolga teng bo'lmagan shunday $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n, \alpha_{n+1}$ sonlari mavjudki

$\alpha_1 + \alpha x + \alpha_3x^2 + .. + \alpha_nx^{n-1} + \alpha_{n+1}x^n \equiv 0 \qquad (3)$

Ayniyat x ning hamma qiymatlarida bajariladi.
Lekin bu oxirgi tenglik n chi darajali algebraik tenglamadir. Ma'lumki bu tenglama faqat x ning n ta qiymatida nolga teng bo'ladi .
Bu qarama-qarshilik ko'rsatadikim, berilgan funksiyalar $(-\infty,\infty)$ oraliqda chiziqli bog'lanmagan.
x ga nisbatan $n-1$ chi tartibli uzluksiz hosilalarga ega bo'lgan $y_1, y_2, y_3, ... y_n$ funksiyalardan tuzulgan

$$w[y_1, y_2, ..., y_n] = w(x) = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & y_3 & ... & y_n \\ y_1' & y_2' & y_3' & ... & y_n' \\ y_1'' & y_2'' & y_3'' & ... & y_n'' \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_1^{(n-1)} & y_2^{(n-1)} & y_3^{(n-1)} & ... & y_n^{(n-1)} \end{vmatrix} \qquad (4)$$

determinantga Vronskiy determinanti deyiladi. (Vronskiy Yuzef 1778-1853 polyak)
Teorema 3. Agar $y_1, y_2, ..., y_n$ funksiyalar $[a,b]$ oraliqda chiziqli bog'liq bo'lsalar,u holda bu oraliqda ularning Vronskiy determinanti aynan nolga teng bo'ladi.Ya'ni $w(x) \equiv 0$
Isbot. Shartga asosan $y_1, y_2, ..., y_n$ funksiyalar $[a,b]$ oraligida chiziqli boglangan bo'lganligi sababli hammasi nolga teng bo'lmagan shunday $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n$ sonlari mavjudki x ning hamma qiymatlari uchun
$\alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 + \alpha_3 y_3 + ... + \alpha_{n-1} y_{n-1} + \alpha_n y_n \equiv 0$
tenglik bajariladi.
Faraz etaylik $\alpha_n \neq 0$ bo'lmasin. U holda keyingi tenglikdan

$$y_n = \beta_1 y_1 + \beta_2 y_2 + ... + \beta_{n-1} y_{n-1} \qquad (5)$$

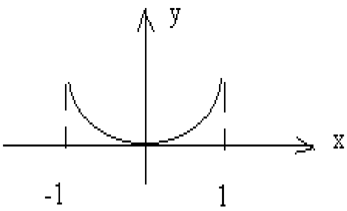
ga ega bo'lamiz.Bunda $\beta_i = -\dfrac{\alpha_i}{\alpha_n}$ $(i = \overline{1, n-1})$.(5) ni ketma-ket $n-1$ marta differensiallash natijasida

$$\begin{aligned} y_n' &= \beta_1 y_1' + \beta_2 y_2' + ... + \beta_{n-1} y_{n-1}' \\ y_2'' &= \beta_1 y_1' + \beta_2 y_2'' + ... + \beta_{n-1} y_{n-1}'' \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ y_n^{(n-1)} &= \beta_1 y_1^{(n-1)} + ... + \beta_{(n-1)} y_{n-1}^{(n-1)} \end{aligned} \qquad (6)$$

ga ega bo'lamiz.
Agar Vronskiy determinantini 1-chi ustun elementlarini $-\beta_1$ ga, 2-chi ustun elementlarini $-\beta_2$ ga,va xokazo $n-1$ chi ustun elementlarini $-\beta_{n-1}$ ga ko'paytirib, ularning yig'indisini oxirgi ustun elementlari bilan qo'shsak (6) ga asosan oxirgi ustun elemenilari nolga teng bo'ladi U holda determinantning qiymati ham nolga teng bo'ladi ya'ni
$w(x) \equiv 0$
Vronskiy determinantining nolga teng bo'lishi berilgan funksiyalarining ko'rilayotgan oraliqda chiziqli bog'langan bo'lishligining faqat zaruriy sharti bo'ladi, yetarli shart emas. $[-1,1]$ oralig'ida

$$y_1(x) = \begin{cases} x^2 & -1 \le x \le 0 \\ 0 & 0 < x \le 1 \end{cases}$$

$$y_2(x) = \begin{cases} 0 & -1 \le x \le 0 \\ x^2 & 0 < x \le 1 \end{cases}$$



$$w(x) = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 \\ y_1^{!} & y_2^{!} \end{vmatrix} \equiv 0 \qquad -1 \le x \le 1$$

chunki $-1 \le x \le 1$ oraliqda ikkinchi ustun elementlari nolga teng. $0 < x \le 1$ oralig'ida esa birinchi ustun elementlari nolga teng. Lekin $y_1(x), y_2(x)$ funksiyalari $-1 \le x \le 1$ oraliqda chiziqli bog'lanmagandirlar. Chunki

$\alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 \equiv 0$ ayniyatdan $-1 \le x \le 0$ oraliqda $\alpha_1 = 0,\ 0 < x \le 1$ oraliqda $\alpha_2 = 0$ ekanligi kelib chiqadi.

Bu ko'rsatadikim $y_1(x)$ va $y_2(x)$ funksiyalar $[-1,1]$ oralig'ida chiziqli bog'lanmagandirlar.

Teorema 4. Agar $y_1, y_2, ..., y_n$ (1) tenglamaning $[a,b]$ da chiziqli bog'liq bo'lmagan yechimlari bo'lsa, u holda uning Vronskiy determinanti ko'rilayotgan oraliqning xech bir nuqtasida nolga teng bo'lmaydi ya'ni

$$w(x) \ne 0$$

Isbot. Teskarisincha faraz etaylik $x = x_0\ \alpha < x_0 < b$ nuqtasida $w(x_0) = 0$ bo'lsin.

Quyidagi tenglamalar sistemasini tuzamiz.

$$\begin{cases} c_1 y_{10} + c_2 y_{20} + ... + c_n y_{n0} = 0 \\ c_1 y'_{10} + c_2 y'_{20} + ... + c_n y'_{20} = 0 \\ .... \\ c_1 y_{10}^{(n-1)} + c_2 y_{20}^{(n-1)} + ... + c_n y_{n0}^{(n-1)} = 0 \end{cases} \qquad (7)$$

Bunda $x = x_0$ bo'lganda $y_i^{(K)}(x_0) = y_{i0}^{(K)} \quad (i = \overline{1,n}, k = \overline{0, n-1})$.

Agar (7) sistemada $c_1, c_2, ...c_n$ larni no'malum deb qarasak, $c_1, c_2, ...c_n$ larga nisbatan n no'molumli n ta bir jinsli chiziqli algebraik tenglamalar sistemaga ega bo'lamiz. Bu sistemani asos determinanti Vronskiy determinatidan iborat bo'lib farazimizga asosan $w(x_0) = 0$ bo'lgani uchun (7) sistemadan trivial bo'lmagan

$c_1^{(0)}, c_2^{(0)}, ...c_n^{(0)}$ yechimlarga ega bo'lamiz.

U holda (7) dan

$$\begin{matrix} c_1^{(0)} y_{10} + c_2^{(0)} y_{20} + ... + c_n^{(0)} y_{n0} \equiv 0 \\ c_1^{(0)} y'_{10} + c_2^{(0)} y'_{20} + ... + c_n^{(0)} y'_{n0} \equiv 0 \\ .... \\ c_1^{(0)} y_{10}^{cn-!!} + c_2^{(0)} y_{20}^{cn-!!} + ... + c_n^{(0)} y_{n0}^{cn-!!} \equiv 0 \end{matrix} \qquad (8)$$

ega bo'lamiz.

Quyidagi funksiyani tuzamiz

$$y(x)=c_1^{(0)}y_1+c_2^{(0)}y_2+\ldots+c_n^{(0)}y_n \qquad (9)$$

Teorema1 2 va uning natijasiga asosan (9), (1) tenglamaning yechimi bo'ladi. (9) dan $n-1$ marta hosila olib, so'ngra unda $x=x_0$ desak (8)ga asosan

$$y(x_0)=0,\ y'(x_0)=0,\ldots,y^{(n-1)}(x_0)=0 \qquad (10)$$

ga ega bo'lamiz. (10) boshlang'ich qiymatlar mavjudlik teoremasiga asosan, (1) tenglama faqat $y\equiv 0$ yechimga ega bo'lishligini ko'rsatadi. U holda (9) dan, x ning $a<x<b$ oralig'idagi hamma qiymatlari uchun

$$c_1^{(0)}y_1+c_2^{(0)}y_2+\ldots+c_n^{(0)}y_n\equiv 0$$

ayniyatga ega bo'lamiz ya'ni $y_1,y_2,\ldots,y_n$ lar chiziqli bog'langan.Bu qarama-qarshilik teoremani to'g'riligini isbot etadi.

Ta'rif. n –chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamaning n ta chiziqli bog'lanmagan $y_1,y_2,\ldots,y_n$ yechimlariga, tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi deyiladi.

Teorema 5. Koeffisiyentlari uzluksiz bo'lgan har qanday n-chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar, fundamental yechimlar sistemasiga ega.

Isbot.n^2 ta a_{ik}(i,k=$\overline{1,n}$) sonlaridan nolga teng bo'lmagan determinant tuzamiz.

$$\begin{vmatrix} a_{11},a_{12}\ldots\ldots a_{1n}\\ a_{21},a_{22}\ldots\ldots a_{2n}\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ a_{n1},a_{n2}\ldots\ldots a_{nn}\end{vmatrix}\neq 0 \qquad (11)$$

(1) tenglamaning $y_1,y_2,\ldots,y_n$ xususiy yechimlarini $x=x_0$ bo'lganda $y_i(x_0)=a_{1i},\ y_i^{(k)}(x_0)=a_{k+1,i}\quad (i=\overline{1,n};k=\overline{1,n-1})$ boshlang'ich shartlar yordamida aniqlaymiz. U holda (11) ga asosan ulardan tuzilgan Vronskiy determinanti nolga teng bo'lmaydi.4 teoremaga asosan ,ko'rilayotgan oraliqda x ning hamma qiymatlarida ham Vronskiy determinanti nolga teng bo'lmaydi. Demak bu ko'rilayotgan oraliqda funksiyalar chiziqli bog'lanmagan bo'ladilar,ya'ni ular tenglamaningfundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi.

Misol: $y_1=1+x,\qquad y_2=\ell^x \qquad (x\neq 0)$

$\begin{vmatrix}1+x & \ell^x\\ 1 & \ell^x\end{vmatrix}=\ell^x+x\ell^x-\ell^x=x\ell^x\ \ x\neq 0$ da ular fundamental yechimlar sistemasi tashkil etadi.

TEOREMA 6. Agar $y_1,y_2,\ldots.y_n$ (1) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi bo'lsa, u holda tenglamaning umumiy yechimi.

$$y=c_1y_1+c_2y_2+\ldots\ldots+c_ny_n \qquad (12)$$

dan iborat. $c_i(i=\overline{1,n})$ o'zgarmas sonlar.

Isbot. Ma'lumki ixtiyoriy n ta o'zgarmas sonlarga bog'liq bo'lgan ifodadan ixtiyoriy o'zgarmaslarni ma'lum bir qiymatlarida tenglamaning hamma xususiy yechimlari kelib chiqsa bunday ifoda tenglamaning umumiy yechimi bo'lar edi.

Ma'lumki xususiy yechimlar boshlang'ich shartlar yordamida bir qiymatli aniqlanadi. (mavjudlik va yagonalik teoremasiga asosan) $x=x_0$ bo'lganda

$$y(x_0)=y_0 \qquad y'=y_0' \qquad y_0',\ldots\ldots,y_0^{(n-1)}=y^{(n-1)} \qquad (13)$$

$y_0,y_1',\ldots..y_0^{(n-1)}$ ixtiyoriy sonlar, $a<x_0<b$

(12) ning umumiy yechim ekanligini isbotlash uchun undagi $c_1, c_2, ...c_n$ larni shunday aniqlash mumkin bo'lsakim, (13) boshlang'ich shartlar bajarilsin. (12) dan ketma-ket $n-1$ marta hosila olib, ularning x=x$_0$ dagi šiymatlarni aniklaymiz.

$$\begin{aligned}
&c_1 y_{10} + c_2 y_{20} + ... + c_n y_{n0} = y_0 \\
&c_1 y_{10}^! + c_2 y_{20}^! + ... + c_n y_{n0}^! = y_0^1 \\
&.. \\
&c_1 y_{10}^{(n-1)} + c_2 y_{20}^{(n-1)} + ... + c_n y_{n0}^{(n-1)} = y_0^{(n-1)}
\end{aligned} \qquad (14)$$

Agar (14) sistemada $c_i (i = \overline{1, n})$ larni noma'lum deb šarasak, (15) bir jinsli bulmagan algebraik tenglamalar sisitemasini tashkil etadi. Bu sisitemaning asos determinanti Vronskiy determinatida x urniga x$_0$ š¢yilgan determinatidan ya'ni $w(x_0)$ iborat bulib, u 4 teoremaga asosan nolga teng emas; $w(x_0) \neq 0$

Shuning uchun (14) sisitemadan c_i lar bir šiymatli aniklanadi.

c_i ning bu topilgan šiymatlarida (12), boshlanђich (13) shartni kanoatlantiradi.

Demak (12) ifoda (1) tenglamaning umumuiy yechimidir.

TEOREMA 7. Agar n- nchi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar $y_1, y_2, ..., y_n, y_{n+1}$ xususiy yechimlarga ega bo'lsa, bu yechimlar chiziqli bog'langan bo'ladilar. Boshqacha aytganda n-chi tartibli bir jinslichiziqli differensial tenglamalar n tadan ortiqchiziqli bog'lanmagan yechimga ega emas.

Isbot. Faraz etaylik $y_1, y_2, ..., y_n$ lar chiziqli bog'langan bo'lsinlar. U holda n ta chiziqli bog'langan funksiyalar $(n+1)$ ta chiziqli bog'langan funksiyalarning xususiy xolidir.

Xaqiqatan ham, x ning hamma qiymatlarida

$$\alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 + ... + \alpha_n y_n + 0 \cdot y_{n+1} \equiv 0$$

ayniyat bajariladi.

2 xol. $y_1, y_2, ..., y_n$ funksiyalarchiziqlibog'lanmaganbo'lsin.

Uholdaularfundamentalyechimlarsistemanitashkiletadi.

Ma'lumkitenglamaningixtiyoriyxususiyyechimibularorqalikoeffisentlario'zgarmasbo'lganchiziqliravishdaifodalanadi, shujumladan y_{n+1} yechimham

$$y_{n+1} = \alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 + ... + \alpha_n y_n$$

ya'ni ular chiziqli bog'langandir.

17.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Funksiyalarning chiziqli bog’liq shartini ayting?			
2	Chiziqli tenglama yechimlarining xossasini ayting?			
3	Vronskiy determinantining moxiyati nimadan iborat?			
4	Tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi deb nimaga aytiladi?			
5	Qaysi vaqtda chiziqli tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi mavjud?			
6	Bir jinsli tenglamaning tartibini qanday qilib pasaytirish mumkin ?			

17.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

17.5-ilova

"n- tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglama. Yechimning xossalari. Vronskiy determinant va uning xossalari" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Funksiyalarni chiziqli bog’liq yoki erkli ekanligini tekshiring.

1. $e^x,\ xe^x,\ x^2e^x$

2. $\sin x,\ \cos x,\ \cos 2x$

3. $1,\ \sin x,\ \cos 2x$

4. $5,\ \cos^2 x,\ \sin^2 x$

5. $\cos x,\ \cos(x+1),\ \cos(x-2)$

6. $1,\ \sin 2x,\ (\cos x-\sin x)^2$

7. $x,\ a^{\log_a x}\ \ (x>0)$

8. $\log_a x,\ \log_a x^2\ \ (x>0)$

9. $1,\ arc\sin x,\ arc\cos 2x$

10. $5,\ arc\,tg\,x,\ arcctg\,x$

O’zgaruvchi koeffisiyentli chiziqli bir jinsli tenglamaning umumiy yechimini toping.

11. $y''+\dfrac{2}{x}y'+y=0,\quad y_1=\dfrac{\sin x}{x}$

12. $(\sin x-\cos x)y''-2\sin xy'+(\cos x+\sin x)y=0,\quad y_1=e^x$

13. $(\cos x+\sin x)y''-2\cos xy'+(\cos x-\sin x)y=0,\quad y_1=\cos x$

14. $\left(1-x^2\right)y''-xy'+1/4\,y=0,\quad y_1=\sqrt{1+x}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

18-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Yechimning fundamental sistemasi. Ostrogradskiy –liuvill formulasi” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

18-ma’ruza	**Yechimning xossalari. Ostrogradskiy formulasi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50 nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.n-chi tartibli bir jinsli differensial tenglamaning yechimining xossalari. 2.Ostrogradskiy-Liuvill formulasi. 3.Bir jinsli chiziqli differensial tenglamaning tartibini pasaytirish
Asosiy tushuncha va atamalar	Yechim, xususiy yechim, umumiy yechim, bir jinsli va bir jinsli bo’lmagan chiziqli differensial tenglamalar.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Yechimning fundamental sistemasi. Ostrogradskiy –liuvill formulasi" ma’ruza texnologik xaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(18.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Chiziqli tenglamaning umumiy yechimini yozing? 2)Bir jinsli tenglamaning tartibini qanday qilib pasaytirish mumkin? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(18.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(18.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Yuqori tartibli Chiziqli tenglamada argumentni yoki funksiyani almashtirsak qanday tenglama xosil bo’ladi? 5.Funksiyalarning Chiziqli bog’liq shartini ayting? 6. Vronskiy determinantining moxiyati nimadan iborat? 7. Bir jinsli tenglamaning tartibini qandayqilib pasaytirish mumkin? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich,	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga	Savol beradilar.

yakuniy(15 daqiqa)	kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(18.3-18.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(18.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

18.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

18.2-ilova

"Yechimning fundamental sistemasi. Ostrogradskiy –liuvill formulasi" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

TEOREMA Agar ikkita bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + ... + p_{n-1}(x)y^1 + p_n(x)y = 0$$
$$y^{(n)} + q_1(x)y_1^{(n-1)} + q_2(x)y^{(n-2)} + ... + q_{n-1}(x)y' + q_n(x)y = 0 \qquad (15)$$

bir xil fundamental yechimlar sistemasiga ega bo’lsa ,u holda ular aynan o’zaro tengdir ya’ni $q_i(x) \equiv p_i(x) \quad (i = \overline{1,n})$

Isbot. (15) tenglamalarning birinchisidan ikkinchisini hadlab ayiramiz:

$$(p_1 - q_1)y^{(n-1)} + (p_2 - q_2)y^{(n-2)} + \ldots + (p_n - q_n)y = 0 \qquad (16)$$

tenglamaga ega bo’lamiz.

Faraz etaylik $p_1 \neq q_1$ bo’lmasinlar u holda $p_i(x)$ *ва* $q_i(x)$ uzluksiz funksiyalar bo’lgani sababli shunday $\alpha < x < \beta$ oraliq topiladikim bu oraliqda ayirma nolga teng bo’lmaydi:

$$p_i(x) - q_i(x) \neq 0.$$

shuning uchun (16) ni har ikkala tomonini $p_i(x) - q_i(x)$ bo’lib ,uni

$$y^{(n-1)} + \frac{p_2 - q_2}{p_1 - q_1}y^{(n-2)} + \ldots + \frac{p_n - q_n}{p_1 - q_1}y = 0$$

bu tenglama (15) tenglamalarning natijasi bo’lgani uchun $y_1, y_2,....., y_n$ lar bu tenglamaning fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi.

Lekin bu tenglama $(n-1)$ tartibli bo’lgani uchun u n ta chiziqli bog’liq bo’lmagan $y_1, y_2,....., y_n$ yechimlarga ega bo’lolmaydi (7 teorema).Bu qarama-qarshilik ko’rsatadikim

$$p_i(x) - q_i(x) \equiv 0.$$

Xuddi shunday davom ettirsak natijada

$P_i(x) \equiv q_i(x) \qquad (i = \overline{1,n})$

ga ega bo'lamiz. Demak (15) tenglamalar bitta tenglamadan iboratdir.

Masala. Agar n- chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamaning fundamental yechimlari $y_1, y_2, ..., y_n$ berilgan bo'lsa, tenglamani tuzing.

Yechish. Faraz etaylik izlangan bir jinsli chiziqli differensial tenglama

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(y-2)} + ... + p_n(x)y = 0 \qquad (17)$$

bo'lsin.Bunda $p_i(x)$ koeffisentlar xozircha aniqlanmagan funksiyalardir.

Shartga ko'ra $y_1, y_2, ..., y_n$ lar (17) tenglamaning yechimlari bo'lgani uchun:

$$\begin{array}{l} y_1^{(n)} + p_1(x)y_1^{(n-1)} + p_2(x)y_1^{(n-2)} + ...p_n(x)y_1 \equiv 0 \\ y_2^{(n)} + p_1(x)y_2^{(n-1)} + p_2(x)y_2^{(n-2)} + ...p_n(x)y_{21} \equiv 0 \\ .... \\ y_{n1}^{(n)} + p_1(x)y_{n1}^{(n-1)} + p_2(x)y_n^{(n-2)} + ...p_n(x)y_n \equiv 0 \end{array} \qquad (18)$$

(18) $p_i(x)$ larga nisbatan bir jinsli bo'lmagan algebraik tenglamalar sistemasidan iborat. Uning asos determinati Vronskiy determinatidan iboratbo'lgani uchun u nolga teng emas (chunki $y_i \quad i = \overline{1,n}$ tenglamaning fundamental yechimlar sistemasidir) shuning uchun (18) sistemadan $p_i(x)$ lar bir qiymatli aniqlanadi. Bu topilgan $p_i(x)$ qiymatlarni (17) tenglamaga qo'ysak, izlangan bir jinsli tenglamaga ega bo'lamiz.

Topilgan tenglamani determinat shaklida yozish mumkin:

$$\begin{vmatrix} y^{(n)} \; y^{(n-1)}.....y' \; y \\ y_1^{(n)} y_1^{(n-1)}......y_1' \quad y_1 \\ y_2^{(n)} y_2^{(n-1)}.......y_2' \quad y_2 \\ .... \\ y_n^{(n)} \quad y_n^{(n-1)}....y_n' \quad y_n \end{vmatrix} = 0 \quad \text{ёки} \begin{vmatrix} y_1 \quad y_{2.}........y_n \quad y \\ y_1' \quad y_2'........y_n' \quad y' \\ y_1'' \quad y_2''.......y_n'' \quad y'' \\ .... \\ y_1^{(n-1)} y_2^{(n)}......y_n^{(n)} \quad y^{(n)} \end{vmatrix} = 0 \qquad (19)$$

haqiqatdan ham oxirgi ustun elementlari urniga $y_1, y_2, ..., y_n$ larni qo'ysak ikki ustun elementlari teng bo'lgani uchun determinat qiymati nolga teng bo'ladi. (19) topilishi kerak bo'lgan bir jinsli chiziqli differensial tenglamadir.

Misol. Xusuiy yechimlari e^x, e^{2x}, e^{3x} bo'lgan bir jinsli tenglamani tuzing

Isbot etish mumkinki bu funksiyalar chizili bog'lanmagan.

$$\begin{vmatrix} e^x \; e^{2x}.....e^{3x} \; y \\ e^x \; 2e^{2x} \quad 3e^{3x} \; y' \\ e^x \; 4e^{2x} \quad 9e^{3x} \quad y'' \\ e^x \; 8e^{2x} \quad 27e^{3x} \; y''' \\ n \end{vmatrix} = 0 \quad e^{x+2x+3x} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & y \\ 1 & 2 & 3 & y^1 \\ 1 & 4 & 9 & y'' \\ 1 & 8 & 27 & y''' \end{vmatrix} = 0$$

determinatni ochib chiqib, ixchamlasak $y''' - 6y'' + 11y' - 6y = 0$ ga ega bo'lamiz.

(19) determinatni oxirgi ustun elementlari bo'yicha ochib chiqamiz

$$y^{(n)}\begin{vmatrix} y_1 & y_2. & \ldots\ldots\ldots & y_n \\ y_1' & y_2' & \ldots\ldots\ldots & y_n' \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y_2^{(n-1)} & y_2^{(n-1)} & \ldots\ldots & y_2^{(n-1)} \\ . \end{vmatrix} - y^{(n-1)}\begin{vmatrix} y_1 & y_2. & \ldots\ldots y_n \\ y_1' & y_2'. & \ldots\ldots y_n' \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ y_1^{(n-2)} & y_2^{(n-2)} & \ldots\ldots y_n^{(n-2)} \\ y_1^{(n)} & y_2^{(n)} & y_n^{(n)} \end{vmatrix} + \ldots + (-1)^n \begin{vmatrix} y_1' & y_2' \ldots\ldots y_n' \\ y_1'' & y_2'' \ldots\ldots y_n'' \\ \ldots & \ldots \\ y_1^{(n)} & y_2^{(n)} \ldots\ldots y_n^{(n)} \end{vmatrix} = 0$$

(20)

$y^{(n)}$ oldidagi koeffisiyent Vronskiy determinatidan iborat bo'lgani uchun u nolga teng emas. Shuning uchun (20) xar ikkala tomonini $w(x)$ ga bulish mumkin.

So'ngra xosil bo'lgan tenglama bilan (17) ni solishtirib qarasak

$$p_1(x) = -\frac{\begin{vmatrix} y_1 \ y_2 \ldots\ldots y_n \\ y_1' \ y_2' \ldots\ldots y_n' \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ y_1^{(n)} \ y_2^{(n)} \ldots\ldots y_n^{(n)} \end{vmatrix}}{w(x)} \qquad (21)$$

ga ega bo'lamiz.

(21) ning surati, maxrajining hosilasidan iboratdir.

Haqiqatan ham oliy, algebradan ma'lumki elementlari x ning funksiyasidan iborat bo'lgan n-chi tartibli determinatning hosilasi, n ta n-chi tartibli determinatlar yig'indisiga teng bo'lib, ularning birinchisida birinchi satr elementlaring hosilasi olinib qolgan elementlar o'zgartirilmay qoladi. Ikkinchi determinatda ikkinchi satr elementlarning hosilasi olinib qolgan elementlar o'z xolicha qoladi va xokazo shunday davom ettirsak n-chi determinatning n-chi satr elemantlari, ularning hosilasi bilan almashtirib qolgan elementlaro'z xolicha qoldiriladi. Shunday qilib, $n-1$ ta n-chi tartibli determinatlarda ikki satr elementlari o'zaro teng bo'lgani uchun ular nolga teng.oxirgi n-chi determinat esa (21) determinatning suratidan iborat bo'ladi. ya'ni

$$p_1(x) = -\frac{w'(x)}{w(x)}$$

Bu O'zgaruvchilari ajraladigan differensial tenglamalardir

$$\frac{dw(x)}{w(x)} = -p_1(x)dx$$

$$\ell nw(x) = -\int_{x_0}^{x} p_1(x)dx + \ell nw(x_0)$$

(22)

$$w(x) = w(x_0)\ell^{-\int_{x0}^{x} p_1(x)dx}$$

Agar $w(x_0) = c$ desak $\qquad w(x) = c\ell^{-\int_{x}^{x} p(x)dx} \qquad$ (23)

(22) ga Ostorgradskiy – Liuvill formulasi deyiladi.

Ostrogradskiy-Liuvill formulasini, ikkinchi tartibli differensial tenglamalarning umumiy yechimini topishga tadbiq etamiz.

Faraz etaylik y_1

$$y'' + p_1(x)y' + p_2(x)y = 0$$

tenglamaning xususiy yechimi bo'lsin. y esa uning y_1 dan farq qiluvchi ixtiyoriy yechimi (23) ga asosan

$$\begin{vmatrix} y & y_1 \\ y' & y_1^1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} y_1 & y \\ y_1^1 & y' \end{vmatrix} = c_1 \ell^{-\int p_1(x)dx}$$

$$y' y_1 - y y_1^1 = C_1 \ell^{-\int p_1(x)dx}$$

Bu tenglamaning har ikkala tomonini y_1^2 ga bo'lamiz:

$$\frac{y' y_1 - y y_1^1}{y_1^2} = \frac{c_1}{y_1^2} \ell^{-\int p_1(x)dx}$$

$$d\left(\frac{y}{y_1}\right) = \frac{c_1}{y_1^2} \ell^{-\int p_1(x)dx} \qquad \frac{y}{y_1} = c_1 \int \frac{\ell^{-\int p_1(x)dx}}{y_1^2} dx + C_2$$

$$y = y_1 \left\{ c_1 \int \frac{\ell^{-\int p_1(x)dx}}{y_1^2} dx + c_2 \right\}$$

ga ega bo'lamiz. Bu formulada ikkita ixtiyoriy o'zgarmas son qatnashayotir.
Bu ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimidir.

Xulosa. Agar bir jinsli ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglamaning bitta xususiy yechimi berilgan bo'lsa uning umumiy yechimi kvadratura yordamida aniqlanadi.

Bir jinsli chiziqli differensial tenglamaning tartibini pasaytirish

n-chi tartibli bir jinsli Chiziqli differensial tenglama berilgan bo'lsin.

$$y^{(n)} + p_1(x) y^{(n-1)} + p_2(x) y^{(n-2)} + ... + p_{n-1}(x) y' + p_n(x) y = 0 \qquad (1)$$

Agar bu tenglamaning nolga teng bulmagan y_1 xususiy yechimi berilgan bo'lsa
$y = y_1 z$
almashtirish yordamida (1) tenglamaning tartibini bittaga pasaytirish mumkin. Haqiqatan ham, (2) dan

$$y' = y_1 z' + y_1' z$$

$$y'' = y_1 z'' + 2 y_1' z' + y_1'' z$$

$$y''' = y_1 z''' + 3 y_1' z'' + 3 y_1'' z' + y_1''' z$$

....

$$y^{(n-1)} = y, z^{(n-1)} + c_{n-1} y_1' z^{(n-2)} + c_{n-1}^2 y_1'' z^{(n-3)} + ... + y_1^{(n-1)} z$$

$$y^{(n)} = y, z^{(n)} + c'_n y_1' z^{(n-1)} + c_n^2 y_1'' z^{(n-2)} + ... + y_1^{(n)} z$$

Bu topilgan qiymatlarni (1) tenglamaga qo'yib ixchamlasak

$$y_1 z^{(n)} + (p_1(x) y_1 + c_n' y_1') z^{(n-1)} + ... + (y_1^{(n)} + p_1(x) y_1^{(n-1)} + p_2(x) y_1^{(n-2)} + .. + P_{n-1}(x) y_1' + p_n(x) y_1) z = 0$$

ga ega bo'lamiz.shartga asosan $y_1 \neq 0$ (1) tenglamaning yechimi ya'ni

$L[y_1] \equiv 0$ shuning uchun keyingi tenglamadagi z oldidagi koeffisiyent nolga teng bo'ladi.

(3) tenglamaning xar ikkiala tomonini y_1 ga bo'lsak.

$$z^{(n)} + Q_1(x) z^{(n-1} + Q_2(x) z^{(n-2)} + ... + Q_1(x) z' = 0$$

tenglamaga ega bo'lamiz.

Bu tenglamada $z' = u$ almashtirishni olib uni

$$u^{(n-1)} + Q_1(x) u^{(n-2)} + ... + Q_1(x) u = 0 \qquad (4)$$

Ko'rinishga keltiramiz.

Agar (4) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi u_1, $u_2, ..., u_{n-1}$ bo'lsa, u holda (1) tenglamaning xusuiy yechimlari

$$y_1; \quad y_2 = y_1 \int u_1 dx; \quad y_3 = y_1 \int u_2 dx, ..., y_n = y_1 \int u_{n-1} dx \qquad (5)$$

bo'ladi.Isbot etamizki bu yechimlar Chiziqli bog'lanmagandirlar.ya'ni ular (1) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi.

Teskarincha faraz etaylik bular Chiziqli bog'langan bo'lsinlar.U holda birdaniga hammasi nolga teng bo'lmagan shunday $c_1, c_2, ... c_n$ sonlari topiladikim, x –ning ko'rilayotgan oraliqdagi hamma qiymatlari uchun

$$c_1 y_1 + c_2 y_2 + ... + c_n y_n \equiv 0 \qquad (6)$$

ayniyat bajariladi.

Bundan y_1 nolga teng bo'lmaganli sababli (6) dan

$$c_1 + c_2\left(\frac{y_2}{y_1}\right) + c_3\left(\frac{y_3}{y_1}\right) + .. + c_n\left(\frac{y_n}{y_1}\right) = 0 \qquad (7)$$

(5) va (7) ga asosan

$$c_2 u_1 + c_3 u_2 + ... + c_n u_{n-1} = 0$$

gaegabo'lamiz.

Lekin $u_1, u_2, ... u_{n-1}$ larChiziqlibog'liqbo'lmaganligisababli ,keyingitenglikdan

$$c_2 = c_3 = ... = c_n = 0$$

kelib chiqadi. U holda (6) dan $c_1 = 0$ kelib chiqadi.

Bu qarama-qarshilik ko'rsatadikim $y_1, y_2, ... y_n$ larChiziqli bog'liq emas.

Demak ular (1) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi.

Faraz etaylik (1) tenglamaning k ta $y_1, y_2, ... y_л$ xususiy yechimlari berilgan bo'lsin.

$u = \left(\frac{y}{y_1}\right)'$ almashtirish yordamida (1) tenglama (4) ko'rinishga keladi.

Lekin (4) tenglamaning

$$u_1 = \left(\frac{y_2}{y_1}\right)', \quad u_2 = \left(\frac{y_3}{y_1}\right)', \quad ....., \quad u_{k-1} = \left(\frac{y_k}{y_1}\right)' \qquad (8)$$

yechimlari mavjud bo'ladi.

Isbot etamizkim, (8) yechimlar sistemasi o'zaro Chiziqli bog'liq emas.Aksincha faraz etaylik bular Chiziqli bog'liq bo'lsinlar. U holda hammasi birdaniga nolga teng bo'lmagan shunday $\gamma_1, \gamma_2, ..., \gamma_k$ sonlarni topish mumkinkim

$$\gamma_2 u_1 + \gamma_3 u_2 + ... + \gamma_k u_{k-1} \equiv 0 \qquad (9)$$

(9) nihar ikkala tomonini integrallaymiz

$$\gamma_2 \int u_1 dx + \gamma_3 \int u_2 dx + ... + \gamma_k \int u_{k-1} dx = -\gamma_1$$

(γ_1 - integrallash doimiyligi)

bu keyingi tenglikdan

$$\gamma_2\left(\frac{y_2}{y_1}\right) + \gamma_3\left(\frac{y_3}{y_1}\right) + ... + \gamma_k\left(\frac{y_k}{\gamma_1}\right) = -\gamma_1$$

$$\gamma_1 y_1 + \gamma_2 y_2 + \gamma_3 y_3 + ... + \gamma_k y_k = 0$$

shartga asosan $y_1, y_2, ..., y_k$ lar Chiziqli bog'lanmagan, shuning uchun keyingi tenglikdan

$$\gamma_1 = \lambda_2 = ... = \gamma_k = 0$$

Bu qarma- qarshilik ko'rsatadikim

$u_1, u_2, ..., u_k$

larChiziqli bog'lanmagandirlar

Ya'ni ular (4) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi.

(4) tenglamada $\vartheta=\left(\dfrac{u}{u_1}\right)'$ almashtirishni olsak tenglamaning tartibi bittaga pasayadi (1) tenglamaning tartibi esa ikki birlikka pasayadi.
Bundan shunday xulosaga kelamiz.
Agar bir jinsli Chiziqli differensial tenglamaning k ta Chiziqli bog'liq bo'lmagan xususiy yechimlari berilgan bo'lsa, u holda uning tartibi k birlikka kamayadi ya'ni (1) tenglamani integrallash $n-k$ chi tartibli tenglamani integrallashga keltiriladi.

Ikkinchi tartibli bir jinsli differensial tenglamaning bitta $y_1 \neq 0$ xususiy yechimi berilgan bo'lsin. $y''+p_1(x)y'+p_2(x)y=0$ (10)

$y=y_1\int udx$ almashtirishni olamiz. $y^1=y_1u+y_1'\int udx$ $y''=2y_1\ u+y_1u'+y_1^{11}\int udx$.

Bularga asosan (10) tenglamani

$$y_1u'+(2y_1'+p_1(x)y_1)u+(y_1''+p_1(x)y_1'+p_2(x)y_1=0$$

$$u'+\frac{2y_1'+p_1(x)y_1}{y_1}u=0 \quad \frac{u'}{u}=-\left(\frac{2y_1'}{y_1}+p_1(x)\right)$$

$$\ln u=-2\ln y_1-\int p_1(x)dx+\ln c_1 \quad u=\frac{c_1e^{-\int p_1(x)dx}}{y_1^2}$$

Bu qiymatni $y=y_1\int udx+c_2$ ga qo'ysak

$$y=y_1\left[\int\frac{c_1e^{-\int p_1(x)dx}}{y_1^2}dx+c_2\right]$$

ga ega bo'lamiz. Bu esa (10) tenglamaning umumiy yechimidir.

$$u=\left(\frac{u}{u_1}\right)' \quad \frac{y}{y_1}=\int udx+c$$

Misol

$$x^3y'''-3x^2y''+6xy'-6y=0$$

tenglamaning 2 ta xususiy yechimi $y_1=x,\ y_2=x^2$ berilgan bo'lsa, tenglamaning umumiy yechimini toping.

$y=x\int udx$ almashtirshini olamiz.

$$y'=\int udx+xu \quad y''=2u+xu' \quad y'''=3u'+xu''$$

$$x^3(3u'+xu'')-3(2u+xu')x^2+6x(\int udx+xu)-6x\int udx=0$$

$$x^2u''=0\ u''=0$$

$$u_1=\left(\frac{y_2}{y_1}\right)'=\left(\frac{x^2}{x}\right)'=(x)'=1 \qquad u_1=1$$

$$v=\left(\frac{u}{u_1}\right)' \qquad u=u_1\int vdv=\int vdv$$

$$u'=v, \qquad u''=v' \qquad v'=0 \qquad v=2$$

$$u_2 = u_1 \int v dx = 2\int dx = 2x$$

$$u_1 = \left(\frac{y_2}{y_1}\right)' \qquad u_2 = \left(\frac{y_3}{y_1}\right)' \qquad y_3 = y_1 \int u_2 dx = x \int 2x dx = x^3$$

$$y = c_1 x + c_2 x^2 + c_3 x^3.$$

18.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Yuqori tartibli Chiziqli tenglamada argumentni yoki funksiyani almashtirsak qanday tenglama xosil bo’ladi?			
2	Yuqori tartibli differensial tenglama yechimining mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting?			
3	Funksiyalarning Chiziqli bog’liq shartini ayting?			
4	Chiziqli tenglama yechimlarining xossasini ayting?			
5	Vronskiy determinantining moxiyati nimadan iborat?			
6	Tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi deb nimaga aytiladi?			
7	Ostrogradskiy-Liuvill formulasini yozing?			

18.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.

5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

18.5-ilova

"Yechimning fundamental sistemasi. Ostrogradskiy –liuvill formulasi" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Berilgan fundamental yechimlar sistemasiga ko’ra differensial tenglama tuzing.

1. $y_1 = x, y_2 = cosx, y_3 = sinx;$ 2. $y_1= 2x, y_2 = x - 2 , y_3 = ye^x;$
3. $y_1 = x, y_2 = x^2, y_3 = x^3;$ 4. $y_1=cos^2x, y_2=sin^2x;$
5. $y_1 = ye^x, y_2 = xe^{x;}$ 6. $y_1 = ye^x, y_2 = ye^x sinx, y_3 = ye^x cosx.$

Berilgan chiziqli birjinslimas tenglamaga mos bo’lgan birjinsli tenglamaning fundamental yechimlar sistemasini bilgan holda uning umumiy yechimini toping.

7. $y'' + y = 5,\ \ y_1 = Cosx,\ \ y_2 = Sinx;$

8. $y'' - \dfrac{y'}{x} = x,\ \ (x > 0)\ \ y_1 = 1,\ \ y_2 = x^2;$

9. $y'' + y = tg^2 x,\ \ x \in (-\dfrac{\pi}{2};\dfrac{\pi}{2})\ \ y_1 = Cosx,\ \ y_2 = Sinx;$

10. $y'' - y' = \dfrac{1}{e^{x-1}},\ \ y_1 = 1,\ \ y_2 = e^x;$

Tavsiyaetilganadabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.

11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

19-Ma'ruza mashg'ulot.

1. "Bir jinsli bo'lmagan *n* - tartibli chiziqli differensial tenglama va ularning umumiy va xususiy echimlarini topish. O'garmaslarni variatsiyalash usuli. Koshi formulasi" ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasi modeli

19-ma'ruza	**Bir jinsli bo'lmagan *n* - tartibli chiziqli differensial tenglama va ularning umumiy va xususiy echimlarini toppish. O'garmaslarni variatsiyalash usuli. Koshi formulasi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1. Bir jinsli bo'lmagan n- chi tartibli chiziqli differensial tenglama. 2. O'garmaslarni,variatsiyalash usuli.
Asosiy tushuncha va atamalar	Bir jinsli bo'lmagan *n* - chi tartibli chiziqli differensial tenglama, xususiy va umumiy yechim, o'zgarmas koeffisiyentli bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalar, variasiyalash metodi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-

o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Bir jinsli bo’lmagan *n* - tartibli chiziqli differensial tenglama va ularning umumiy va xususiy echimlarini topish. O’garmaslarni variatsiyalash usuli. Koshi formulasi" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(19.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Bir jinsli bo’lmagan n - chi tartibli chiziqli tenglamaning yechimi qanday topiladi? 2)Variasiyalash usuli nimadan iborat? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(19.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(18.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar,

	mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Fundamental yechimlar sistemasi ma’lum bo’lsa, bir jinsli bulmagan tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi? 5. Bir jinsli bulmagan n-nchi tartibli chizikli tenglamaning yechimi qanday topiladi? 6. Variasiyalash usuli nimadan iborat? 7 . Xrakteristik tenglama qanday tuziladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(19.3-19.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(19.5 -ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

19.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

19.2-ilova

"Bir jinsli bo'lmagan *n* - tartibli chiziqli differensial tenglama va ularning umumiy va xususiy echimlarini topish. O'garmaslarni variatsiyalash usuli. Koshi formulasi" mavzusi bo'yicha tarqatma material

n (n>1)- chi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamaning umumiy ko'rinishi
$y^{(n)}+p_1(x)y^{(n-1)}+p_2(x)y^{(n-2)}+...+p_{n-1}(x)y'+p_n(x)y=f(x)$ (1)
dan iboratdir.

Bunda $p_1(x)$ $i=\overline{1,n}$ funksiyalar ko'rilayotgan oraliqda aniqlangan va uzluksiz funksiyalardir. $f(x)$ funksiya ham uzluksizdir.

(1) tenglamaning koeffisiyentlaridan tuzilgan
$y^{(n)}+p_1(x)y^{(n-1)}+p_2(x)y^{(n-2)}+...+p_{n-1}(x)y'+p_n(x)y=0$ (2)
tenglamaga, (1) tenglamaga mos bo'lgan bir jinsli tenglama deyiladi.

TEOREMA-1. (1) tenglamaning umumiy yechimi, uning biror Y_1 xususiy yechimi bilan (1) tenglamaga mos bo'lgan (2) bir jinsli tenglama umumiy yechimining yig'indisiga tengdir.

$$y=Y_1+\sum_{i=1}^{n}c_iy_i$$

Bunda y_i, $i=\overline{1,n}$ (2) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasidir.

Isbot. Y_1 (1) tenglamaning xususiy yechimi bo'lsin.

$$y=Y_1+z \quad (3)$$

almashtirishni olamiz.

(3) ni (1) tenglamaga qo'yamiz.

$$L[Y_1+z]=f(x)$$

$L[Y_1]+L[z]=f(x)$

Lekin $L[Y_1]=f(x)$ bo'lgani uchun keyingi tenglikdan

$L[z]=0$ $L[z]=f(x)$

Bu esa bir jinsli tenglamadir. Agar bu tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi $y_1, y_2, ..., y_n$ bo'lsa, uning umumiy yechimi

$$z=\sum_{i=1}^{n}c_iy_i \qquad \text{bo'ladi.}$$

(3) ga asosan (1) tenglamaning umumiy yechimi

$$y=Y_1+\sum_{i=1}^{n}c_iy_i$$

dan iborat bo'ladi.

O'zgarmaslarni variasiyalash metodi (Lagranj metodi).

n- chi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli
$y^{(n)}+p_1(x)y^{(n-1)}+p_2(x)y^{(n-2)}+...+p_{n-1}(x)y'+p_n(x)y=f(x)$ (1)
differensial tenglama berilgan bo'lsin va unga mos bir jinsli
$y^{(n)}+p_1(x)y^{(n-1)}+p_2(x)y^{(n-2)}+...+p_{n-1}(x)y'+p_n(x)y=0$ (2)
chiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimi

$$y=\sum_{i=1}^{n}c_iy_i \qquad (3)$$

berilgan bo'lsin.

TEOREMA-2 Agar n -chi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial (1) tenglamaga mos bo'lgan bir jinsli chiziqli differensial (2) tenglamaning umumiy yechimi berilgan bo'lsa, (1) tenglamaning umumiy yechimi kvadraturada aniqlanadi.

Isbot. (1) tenglamaning yechimini ham, c_i ni x ning funksiyasi deb (3) ko'rinishda izlaymiz:

$$y=\sum_{i=1}^{n}c_i(x)y_i \qquad (4)$$

$c_i(x)$ larni aniqlash uchun (4) dan tashqari yana $(n-1)$ ta tenglamalar tuzamiz.Bu tenglamalarni quyidagicha tuzamiz.(4) dan

$$y'=\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y_i+\sum_{i=1}^{n}c_i(x)y'_i$$

bunda $c_i=const$ deb qarasak

$$\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y_i=0 \quad (4_1) \qquad y'=\sum_{i=1}^{n}c_i(x)y'_i \quad (5_1)$$

ga ega bo'lamiz.

(5_1) ni yana x ga nisbatan differensiallaymiz

$$y''=\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y'_i+\sum_{i=1}^{n}c_i(x)y''_i$$

bunda ham $c_i=const$ deb olsak

$$\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y'_i=0 \quad (4_2) \qquad y''=\sum_{i=1}^{n}c_i(x)y''_i \quad (5_2)$$

ga ega bo'lamiz.

Bu ishlarni xuddi shunday davom ettirsak natijada:

$$y^{(n-1)}=\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y_i^{(n-2)}+\sum_{i=1}^{n}c_i(x)y_i^{(n-1)}$$

bunda $c_i=const$ desak

$$\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y_i^{(n-2)}=0 \quad (4_{n-1}) \qquad y^{(n-1)}=\sum_{i=1}^{n}c_i(x)y_i^{(n-1)} \quad (5_{n-1})$$

(5_{n-1})ni yana bir marta differensiallaymiz:

$$y^{(n)}=\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y_i^{(n-1)}+\sum_{i=1}^{n}c_i(x)y_i^{(n)} \quad (6)$$

(3), (5_1),(5_2),…,(5_{n-1}), (6) larni (1) tenglamaga qo'ysak

$$\sum_{i=1}^{n}c_i(x)\left[y_i^{(n)}+P_1(x)y_i^{(n-1)}+P_2(x)y_i^{(n-2)}+\ldots+P_{n-1}(x)y'_i+P_n(x)y_i\right]+$$

$$+\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y_i^{(n-1)}=f(x)$$

ga ega bo'lamiz.Lekin $L[y_i]=0$ bo'lgani uchun, keyingi tenglikdan

$$\sum_{i=1}^{n}c'_i(x)y_i^{(n-1)}=f(x) \qquad (7)$$

bo'ladi.

Shunday qilib $c_i(x)$ larni aniqlash uchun

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x) y_i = 0$$

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x) y'_i = 0$$

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x) y''_i = 0 \qquad (8)$$

$$- - - - - - - - - -$$

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x) y_i^{(n-1)} = f(x)$$

tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz.Bu sistema $c_i'(x)$larga nisbatan n-noma'lumli n ta bir jinsli bo'lmagan algebraik tenglamalar sistemasi bo'lib. Uning asos determinanti Vronskiy determinantidan iborat bo'lgani uchun *u* nolga teng emas: $W(x) \neq 0$

Shuning uchun (8) sistemasidan $c_i'(x)$ lar bir qiymatli aniqlanadi:

$$c_i'(x) = \frac{W_{ni}(x) f(x)}{W(x)} \qquad (9)$$

bunda $W_{ni}(x)$ Vronskiy determinantidagi *W(x)*-ning *n*-chi satr, *i*-chi ustun elementining algebraik to'ldiruvchisidir

$\dfrac{W_{ni}(x) f(x)}{W(x)}$ funksiya uzluksiz bo'lgani uchun (9) dan

$$c_i(x) = \int_{x_0}^{x} \frac{W_{ni}(x) f(x)}{W(x)} dx + \gamma_i$$

bu qiymatlarni (3) ga qo'ysak

$$y = \sum_{i=1}^{n} y_i \left[\int_{x0}^{x} \frac{W_{ni}(x) f(x)}{w(x)} dx + \gamma_i \right] = \sum_{i=1}^{n} y_i \int_{x0}^{x} \frac{W_{ni}(x) f(x)}{w(x)} dx + \sum_{i=1}^{n} y_i \gamma_i \quad (10)$$

Bu bir jinsli bo'lmagan (1) tenglamaning umumiy yechimidir.

Bunda birinchi summa (1) tenglamaning xususiy yechimi bo'lib, ikkinchi summa esa (1) tenglamaga mos bo'lgan bir jinsli tenglamaning umumiy yechimidir.

Misol

$$y'' + y = tgx \qquad \lambda^2 + 1 = 0 \quad \lambda_{1,2} = \pm i \qquad (11)$$

$$y_1 = \cos x, \quad y_3 = \sin x \quad \overline{y} = \ell^{ix} = \cos x + i \sin x, \quad y = c_1 \cos x + c_2 \sin x$$

$$\begin{cases} c_1'(x)\cos x + c_2'(x)\sin x = 0 \\ c_1'(x)\sin x + c_2'(x)\cos x = tgx \end{cases}$$

$$W(x) = \begin{vmatrix} \cos x & \sin x \\ \sin x & \cos x \end{vmatrix} = \cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$c_1'(x) = -\sin x \cdot tgx = -\frac{\sin^2 x}{\cos^2 x}$$

$$c_1'(x) = \cos x\, tgx = \sin x$$

$$c_1(x)=-\int\frac{\sin^2 x}{\cos x}dx+\gamma_1=-\int\frac{1-\cos^2 x}{\cos x}dx+_{1_1}=-\ell_n\left|tg\left(\frac{x}{2}+\frac{\pi}{4}\right)\right|+\sin x+\gamma_1$$

$$c_2(x)=\int\sin xdx+\gamma_2=-\cos x+\gamma_2$$

Bu qiymatlarni (11) ga qo'yib

$$y=\left[-\ell n\left|tg\left(\frac{x}{2}+\frac{\pi}{4}\right)\right|+\sin x+\gamma_1\right]\cos x+(-\cos x+\gamma_2)\sin x=$$

$$=\gamma_1\cos x+\gamma_2\sin x-\cos x\ell n\left|tg\left(\frac{x}{2}+\frac{\pi}{4}\right)\right|$$

Berilgan tenglamaning umumiy yechimiga ega bo'lamiz

3.O'zgarmasni variasiyalash usuli.

Chiziqli bir jinsli bo'lmagan

$$a_0y^{(n)}+a_1y^{(n-1)}+\ldots+a_ny=f(x) \tag{10}$$

tenglamaning yechishning umumiy usullaridan biri o'zgarmasni variasiyalash usulidir.

Faraz qilaylik, bir jinsli chiziqli

$$a_0y^{(n)}+a_1y^{(n-1)}+\ldots+a_ny=0$$

tenglamaning umumiy yechimi topilgan va u $y=C_1y_1+C_2y_2+\ldots+C_ny_n$ ko'rinishda bo'lsin. Bu yerda c_i lar ixtiyoriy o'zgarmaslar, $y_i(x)$ lar esa bir jinsli tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi u holda (10) tenglamaning yechimi,

$$y=C_1(x)y_1+C_2(x)y_2+\ldots+C_n(x)y_n$$

ko'rinishda qidiriladi. Bu yerda $C_i(x)$ noma'lum funksiyalarni topib olish uchun

$$\begin{aligned}C_1'y_1+C_2'y_2+\ldots+C_n'y_n&=0,\\ C_1'y_1'+C_2'y_2'+\ldots+C_n'y_n'&=0,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots&\ldots\\ C_1'y_1^{(n-2)}+C_2'y_2^{(n-2)}+\ldots+C_n'y_n^{(n-2)}&=0,\\ C_1'y_1^{(n-1)}+C_2'y_2^{(n-1)}+\ldots+C_n'y_n^{(n-1)}&=f(x)\end{aligned} \tag{12}$$

tenglamalar sistemasini olamiz. Bu sistemaning $C_1',\ C_2',\ \ldots,\ C_n'$ yechimlarini topib, ularni integrallab $C_1(x),\ C_2(x),\ \ldots,\ C_n(x)$ funksiyalarini olamiz. Bularni (11) ga qo'yib, bir jinsli bo'lmagan tenglamaning umumiy yechimini olamiz. (12) sistemaning yechimga ega ekanligi $y_1(x),\ y_2(x),\ \ldots,\ y_n(x)$ funksiyalarning fundamental yechimlar sistemasi ekanligidan kelib chiqadi.

Misol. $y''+y=1/\sin x$ tenglamani o'zgarmasni variasiyalash usuli bilan yeching.

Yechimi. $y''+y=0$ bir jinsli tenglamaning umumiy yechimini topib olaylik. Xarakteristik tenglamasi $\lambda^2+1=0$ bo'lib, $\lambda=\pm1$ bo'ladi. Shuning uchun, bir jinsli tenglamaning yechimi

$$y=C_1\cos x+C_2\sin x$$

ko'rinishda ekanligi kelib chiqadi.

Endi berilgan tenglamaning yechimini

$$y = C_1 \cos x + C_2 \sin x$$

ko'rinishda izlaymiz, buni tenglamaga qo'yib (12) sistemani olamiz

$$C_1' \cos x + C_2' \sin x = 0,$$

$$-C_1' \sin x + C_2' \cos x = 1/\sin x.$$

Bu sistemani yechib, $C_2' = ctg\, x,\ C_1' - 1$ ifodalarni, bularni integrallab esa $C_1(x) = -x + \bar{C}_1,\ C_2(x) = \ln \sin x + \bar{C}_2$ larni olamiz. Bularni olib borib o'rniga qo'yib

$$y = \bar{C}_1 \cos x + \bar{C}_2 \sin x - x \cos x + \sin x \ln|\sin x|$$

berilgan tenglamani umumiy yechimini olamiz.

19.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Bir jinsli bulmagan n-nchi tartibli chiziqli tenglamaning yechimi qanday topiladi?			
2	Variasiyalash usuli nimadan iborat?			
3	Fundamental yechimlar sistemasi ma’lum bo’lsa, bir jinsli bulmagan tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi?			
4	Bir jinsli bulmagan n-nchi tartibli chizikli tenglama haqidagi teoremani ayting?			

19.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.

5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

19.5-ilova

“Bir jinsli bo’lmagan *n* - tartibli chiziqli differensial tenglama va ularning umumiy va xususiy echimlarini topish. O’garmaslarni variatsiyalash usuli. Koshi formulasi” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Tenglamani o’zgarmasni variasiyalash usuli bilan yeching.

1. $x^3y''' + x^2y'' = \sqrt{x}$

2. $4x^2y^3y'' = x^2 - y^4$

3. $\left(1+x^2\right)y'' + 2xy' = x^3$

4. $\left(x+1\right)y''' + y'' = x+1$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.

13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

20-Ma’ruza mashg’ulot.

3. “ n - tartibli o’zgarmas koeffitsientli bir jinsli chizigli differensial tenglamalar” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

20-ma’ruza	**n - tartibli o’zgarmas koeffitsientlibir jinsli chizigli differensial tenglamalar.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. n-tartibli o’zgarmas koeffisiyentli bir jinsli chiziqli tenglama. 2. Xarakteristik tenglama, xususiy yechimlarni umumiy ko’rinishda aniqlash.
Asosiy tushuncha va atamalar	O’zgarmas koeffisiyentli chiziqli tenglama, xarakteristik tenglama, xususiy yechim, karrali ildiz, kompleks ildiz.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish;	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish;

*3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "n - tartibli o'zgarmas koeffitsientli bir jinsli chizigli differensial tenglamalar" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(20.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)n-tartibli o'zgarmas koeffisiyentli chiziqli tenglamani umumiy ko'rinishini yozing? 2)Xarakteristik tenglama qanday tuziladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(20.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(20.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish,	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar

	nimalarni taqoza etadi? 4.O'zgarmas koeffisiyentli chiziqli tenglama deb, qanday tenglamaga aytiladi? 5.Xarakteristik tenglamaning ildizlari xaqiqiy va xar xil bo'lsa, tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi? 6. Xarakteristik tenglama karrali ildizga ega bo'lsa, tenglamaning yechimi qanday topiladi? 7Xarakteristik tenglama kompleks ildizlarga ega bo'lsa, tenglamaning yechimi qanday topiladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(20.3-20.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(20.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

20.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

20.2-ilova

"n - tartibli o'zgarmas koeffitsientli bir jinsli chizigli differensial tenglamalar" mavzusi bo'yicha tarqatma material

O’zgarmas koeffisiyentli n(n>1) chi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamalarning umumiy ko’rinishi

$$L[y] \equiv y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + a_2 y^{(n-2)} + ... + a_{n-1} y' + a_n y = 0 \qquad (1)$$

Bunda $a_i = const \ (i = \overline{1, n})$ (1) tenglamaning xamma vaqt umumiy yechimini topish mumkin.(1) tenglamaning umumiy yechimini topish masalasi algebraik tenglamani yechishga keltiriladi.

Ma’lumki (1) tenglamaning umumiy yechimini topish uchun uning n- ta fundamental yechimlar sisitemasini topishga to’g’ri keladi. Fundamental yechimlar sistemasini elementar funksiya ko’rinishda izlaymiz:

$$y = e^{\lambda x} \qquad (2)$$

bundan $y' = \lambda e^{\lambda x}$ $\quad y'' = \lambda^2 e^{\lambda x}$ $\quad y''' = \lambda^3 e^{\lambda x}, ...,$ $\quad y^{(n)} = \lambda^n e^{\lambda x}$

Bu qiymatlarni (1) tenglamaga qo’ysak

$$L[e^{\lambda x}] = e^{\lambda x}[\lambda^n + a_1 \lambda^{n-1} + a_2 \lambda^{n-2} + ... + a_{n-1}\lambda + a_n] \qquad (3)$$

tenglamaning chap tomonini (3) ko’rinishda yozish mumkin. (3)da qavs ichidagi ifodani $F(\lambda)$ deb belgilasak (3) dan

$$L[e^{\lambda x}] = e^{\lambda x} F(\lambda)$$

$F(\lambda)$ga L operatorga mos bo’lganko’pxadli deyiladi. Agar (2), (1) tenglamaning yechimi bo’lsa, u xolda (3) ning chap tomoni nolga teng bo’ladi. $e^{\lambda ч} \neq 0$ bo’lmagani uchun (3) dan

$$F(\lambda) = \lambda^n + a_1 \lambda^{n-1} + a_2 \lambda^{n-2} + ...+ a_{n-1}\lambda + a_n = 0 \qquad (4)$$

ga ega bo’lamiz. (4) ga (1) tenglamaga mos bo’lgan xarakteristik tenglama deyiladi. (5) dan ko’rinadikim, berilgan differensial tenglamaga mos bo’lgan xarakteristik tenglamani tuzish uchun, undagi hosilalar o’rniga λ ni hosila tartibiga teng bo’lgan darajada yozish kifoyadir.

Faraz etaylik λ_1 (4) tenglamaning ildizlaridan biri, λ_1 ni (3) ga qo’ysak, uning ung tomoni nolga teng bo’ladi.shuning uchun $L[e^{\lambda_1 x}] = 0$ bo’ladi.

Bu ko’rsatadikim $y_1 = e^{\lambda_1 x}$ (1) tenglamaning xususiy yechimi bo’ladi.

Bunda quyidagi xollar bulishi mumkin.

1 xol.

Xarakteristik tenglamaning ildizlari bir-biriga teng emas.

A) faraz etaylik xarakteristik tenglamaning ildizlari

$\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_k, .. \lambda_n$ haqiqiy va bir-biriga teng bo’lmasin.

Xarakteristik tenglamaning bu ildizlarga mos bo’lgan (1) tenglamaning xususiy yechimlari.

$$y_1 = e^{\lambda_1 x}, \quad y_2 = e^{\lambda_2 x}, \quad y_3 = e^{\lambda_3 x}, ..., \quad y_n = e^{\lambda_n x} \qquad (5)$$

dan iborat bo’ladi.

Isbot etamizkim bu yechimlar sistemasi (1) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi. Buning uchun ulardan tuzilgan Vronskiy determinantini qaraymiz.

$$W(x)=\begin{vmatrix} e^{\lambda_1 x} & e^{\lambda_2 x}...... & e^{\lambda_n x} \\ \lambda_1 e^{\lambda_1 x} & \lambda_2 e^{\lambda_2 x}... & .\lambda_n e^{\lambda_n x} \\ \lambda_1^2 e^{\lambda_1 x} & \lambda_2^2 e^{\lambda_2 x}.... & .\lambda_n^2 e^{\lambda_n x} \\ \lambda_1^{n-1} e^{\lambda_1 x} & \lambda_2^{n-1} e^{\lambda_2 x}.....\lambda_n^{n-1} & e^{\lambda_n x} \end{vmatrix}=$$

$$=e^{(\lambda_1+\lambda_2+...+\lambda_n)x}\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & ... & 1 \\ \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 & ... & \lambda_n \\ \lambda_1^2 & \lambda_2^2 & \lambda_3^2 & ... & \lambda_n^2 \\ . & . & . & . & . \\ \lambda_1^{n-1} & \lambda_2^{n-1} & \lambda_3^{n-1} & ... & \lambda_n^{n-1} \end{vmatrix}$$

Bu Vandermond determinanti bo'lib, uning qiymati

$$=e^{\delta x}\left[(\lambda_2-\lambda_1)(\lambda_3-\lambda_1)(\lambda_y-\lambda_1)......(\lambda_n-\lambda_1)(\lambda_3-\lambda_t)...(\lambda_n-\lambda_2)...(\lambda_n-\lambda_{n-1})\right]\neq 0$$

chunki λ_i lar bir-biriga teng emas.

Demak $y_1, y_2, \ldots y_n$ lar (1) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi. Uxolda (6) teoremaga asosan (1) tenglamaning umumiy yechimi

$$y=c_1e^{\lambda_1 x}+c_2e^{\lambda_2 x}+.....+c_ne^{\lambda_n x}$$

bo'ladi.

Misol. $y'''-6y''+11y'-6y=0$

$\lambda^3-6\lambda^2+11\lambda-6=0$ $\qquad \lambda_1=1$ tenglamani ildiz

Gorner sxemasiga asosan

$\lambda_2=2 \qquad \lambda_3=3$

$$(\lambda_1-1)(\lambda^2-5\lambda+6)=0$$

$$(\lambda_1-1)(\lambda_2-5)(\lambda_3-3)=0$$

Berilgan tenglamaning umumiy yechimi

$$y=c_1e^{x}+c_2e^{2x}+c_3e^{3x}$$

B) xarakteristik tenglama kompleks ildizga ega bo'lsin. Xar qanday haqiqiy argumentli $f(x)$ kompleks funksiyani

$$f(x)=u(x)+i\vartheta(x) \qquad (6)$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Bunda $u(x)$va $v(x)$ lar haqiqiy argumentli haqiqiy funksiyalar-dir va aksincha 2 ta haqiqiy agrumentli haqiqiy u(x) va $v(x)$ funksiyalar berilgan bo'lsa, kompleks funksiyani (6) ko'rinishda yozish mumkin.

Lemma Agar (1) tenglama (6) ko'rinishdagi kompleks yechimga ega, bo'lsa, u xolda u(x) va $v(x)$ larning xar biri (1) tenglamaning haqiqiy yechimlari bo'ladi.

Isbot. Faraz etaylik (1) tenglama (6) ko'rinishdagi kompleks yechimga ega bo'lsin ya'ni

$L[u(x)+iv(x)]\equiv 0$

operator xossasiga asosan $L[u(x)]\equiv 0, \quad L[v(x)]\equiv 0$ chunki

$$L[u(x)+iv(x)]=L[u(x)]+iL[v(x)]\equiv 0$$

Bu ko'rsatadikim u(x) va $v(x)$ lar (1) tenglamaning yechimlaridir.

Agar xarakteristik tenglama $\lambda_1 = \alpha + \beta i$ kompleks ildizga ega bo'lsa, xarakteristik tenglamaning koeffisiyentlari haqiqiy bo'lgani uchun, xarakteristik tenglama λ_1 ga qo'shma bo'lgan $\lambda_2 = \alpha - \beta i$ ildizga xam ega bo'ladi.

Ma'lumki Eyler formulasi

$$e^{\beta x i} = \cos\beta x + i\sin\beta x$$

dan iboratdir.

Demak xarakteristik tenglamaning har bir juft qo'shma kompleks ildiziga, (1) tenglamaning 2 ta haqiqiy yechimi mos keladi.

Misol. $y''' - 5y'' + 17y' - 13y = 0$

$$\lambda^3 - 5\lambda^2 + 17\lambda - 13 = 0$$

Gorner sxemasini tuzamiz

	1	-5	17	-13
1	1	-4	13	0

$$(\lambda - 1)(\lambda^2 - 4\lambda + 13) = 0$$

$$\lambda_1 = 1 \qquad \lambda_{2,3} = 2 \pm 3i$$

Bu ildizlarga mos bo'lgan (1) tenglamaning yechimlari

$$y_1 = e^x, \quad y_2 = e^{2x}\cos 3x \qquad y_3 = e^{2x}\sin 3x$$

bo'lib uning umumiy yechimi

$$y = c_1 e^{2x} + e^{2x}(c_2\cos 3x + c_3\sin 3x)$$

2 xol

Xarakteristik tenglama karrali ildizlarga ega bo'lsin.

Faraz etaylik λ_1 xarakteristik tenglamaning $k \le n$ karrali ildizi bo'lsin. U xolda xarakteristik tenglamaning bir-biridan farq qiluvchi ildizlar soni n tadan kam bo'ladi. Shu sababli ularga mos bo'lgan tenglama yechimlari xam n tadan kam bo'ladi. Ya'ni biz bu xolda (1) tenglamaning umumiy yechimini tuza olmaymiz.

Bu xolda umumiy yechim quyidagicha topiladi:

$$y = e^{\lambda x} \qquad (8)$$

bunga asosan $\quad L[e^{\lambda x}] = e^{\lambda x}F(\lambda) \qquad (9)$

(9) tenglikning xar ikkila tomonidan λ ga nisbatan m-nchi tartibli hosilalarini olamiz.

(9) chap tomonidan

$$\frac{\partial^m}{\partial\lambda^m} L\left[e^{\lambda x}\right] = L\left[\frac{\partial^m}{\partial\lambda^m} e^{\lambda x}\right] = L\left[x^m e^{\lambda x}\right] \qquad (10)$$

Leybnis formulasiga asosan (9) ning o'ng tomonini hosilasi

$$(uv)^{(m)} = \sum_{i=0}^{m} c_m^i u^{(i)} v^{(m-i)}$$

Da $u = F(\lambda), \qquad v = e^{\lambda x} \qquad$ deb olsak

$$\frac{\partial^m}{\partial\lambda^m}\left(e^{\lambda x}F(\lambda)\right) = \sum_{i=0}^{m} C_m^i F^{(i)}(\lambda) x^{m-i} e^{\lambda x} \qquad (11)$$

(10) va (11) ga asosan (9) ning xar ikkala tomonidan λ ga nisbatan olingan m -nchi tartibli hosila

$$L[x^m e^{\lambda x}] = \sum_{i=0}^{m} C_m^i F^{(i)}(\lambda) x^m e^{\lambda x} \qquad (12)$$

ga ega bo'lamiz.

Agar λ_1 xarakteristik tenglamaning k karrali ildizi bo'lsa

$F(\lambda)=0, \quad F'(\lambda)=0, \quad F''(\lambda)=0,....,F^{(k-1)}(\lambda)=0$ bo'lib

$F^{(k)}(\lambda)\neq 0$ bo'ladi.

λ_1 qiymatini (12) ga qo'ysak

$$L[x^m e^{\lambda_1 x}] \equiv 0 \qquad m=\overline{0,k-1} \qquad (13)$$

ga ega bo'lamiz.

Bu ko'rsatadikim $e^{\lambda_1 x}$, $xe^{\lambda_1 x}$, $x^2e^{\lambda_1 x},....,x^{k-1}e^{\lambda_1 x}$ lar xarakteristik tenglamaning k karrali λ_1 ildiziga mos bo'lgan (1) tenglamaning xususiy yechimlari bo'ladi.

Agar λ_2 xarakteristik tenglamaning k_2 karrali ildizi, λ_3 xarakteristik tenglamaning k_3 karrali ildizi v.x.z λ_p xarakteristik tenglamaning k_p karrali ildizi bo'lsa, bunda

$k+k_2+k_3+...+k_p \leq$ n

bu xolda bu ildizlarga mos bo'lgan (1) tenglamaning xususiy yechimlari:

$$\begin{array}{l} e^{\lambda_1 x}, \quad xe^{\lambda_1 x}, \quad x^2e^{\lambda_1 x},....,x^{k-1}e^{\lambda_1 x} \\ e^{\lambda_2 x}, \quad xe^{\lambda_2 x}, \quad x^2e^{\lambda_2 x},....,x^{k_2-1}e^{\lambda_2 x} \\ .... \\ e^{\lambda_p x}, \quad xe^{\lambda_p x}, \quad x^2e^{\lambda_p x},....,x^{k_p-1}e^{\lambda_p x} \end{array} \qquad (13_1)$$

dan iborat bo'ladi.

Isbot etamizki, bu yechimlar sistemasi (1) tenglamaning xususiy yechimlarini tashkil etadi. Aksincha faraz etaylik bular chiziqli bog'lik bo'lsinlar ya'ni

$$\sum_{r=1}^{p}(A_0^{(r)}+A_1^{(r)}x+A_2^{(r)}x^2+....+A_{k_{r-1}}^{(r)}x^{k_{k-1}})e^{\lambda_r x} = \sum_{r=1}^{p}P_r(x)e^{\lambda_r x}=0 \quad (14)$$

Bunda $A_j^{(r)}$ lar xammasi birdaniga nolga teng bo'lmagan o'zgarmas sonlardir. $(r=\overline{1,p}; \quad j=\overline{0,m_r-1})$.Faraz etaylik $P_r(x)$ ko'pxadlilardan xech bo'lmaganda biri nolga teng bo'lmasin, masalan $P_1(x)\neq 0$

(14) ni $e^{\lambda_1 x}$ ga bo'lib

$$P_1(x)+\sum_{r=2}^{p}P_r(x)e^{(k_r-k_1)x}=0$$

ga ega bulamiz.

Bu oxirgi tenglikni $k=k_1$ marta x nisbatan differensiallasak, birinchi qo'shiluvchi nolga teng bo'ladi chunki $p_1(x)$ $k-1$ darajali ko'pxadlidir.Summa esa o'sha darajali boshqa ko'pxadliga aylanadi.

$$\sum_{r=2}^{p}Q_r(x)e^{(k_r-k_1)x}=0 \qquad (15)$$

bunda $Q_r(x)$ ko'pxadli aynan nolga teng emas.(15) yig'indi r-1 qo'shiluvchilardan iborat.Bu ishni yuqoridagidek davom ettirsak, natijasida

$$R_p(x)e^{(k_p-k_{p-1})x}=0 \qquad (16)$$

Ga ega bo'lamiz.

Bundan $e^{(k_p-k_{p-1})x} \neq 0$ bo'lganligi sababli $R_p(x)=0$ bo'lishi kerak.

Buning bo'lishi mumkin emas, chunki $R_p(x)$ ko'pxadlining darajasi $P_p(x)$ ko'pxadlining darajasi kabi bo'lib unda koeffisiyentlardan biri nolga teng emas.

Bu qarama-qarshilik ko'rsatadikim (13_1) yechimlar sistemasi (1) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi.

Tenglamaning umumiy yechimi

$$y=\sum_{r=1}^{p} G_r(x)e^{\lambda_r x}$$

Bunda $G_r(x)$ lar k_r-1ko'pxadlilardir.

Misol.

$$y^{IV}+4y'''+6y''+4y'+y=0$$

$$\lambda^4+4\lambda^3+6\lambda^2+4\lambda+1=0 \qquad (\lambda+1)^4=0$$

$$\lambda_{1,2,3,4}=-1$$

Xarakteristik tenglamaning bu ildizlariga mos bo'lgan tenglamaning xususiy yechimlari

e^{-x} , xe^{-x} , x^2e^{-x}, x^3e^{-x}

bulib, uning umumiy yechimi

$$y=(c_1+c_2x+c_3x^2+c_4x^3)e^{-x}$$

dan iborat bo'ladi.

b) Endi λ_1 xarakteristik tenglamaning k_1 karrali kompleks ildizi bo'lsin

$$\lambda_1=\alpha+\beta i$$

xarakteristik tenglamaning koeffisiyentlari haqiqiy bo'lgani uchun u $\lambda_1$ga qo'shma bo'lgan k_1 karrali $\lambda_2=\alpha-\beta i$

ildizga xam ega bo'ladi.

Ya'ni biz tenglamaning $2k_1$ ta haqiqiy yechimlariga ega bo'lamiz:

$L[x^m e^{(\gamma+\beta i)x}]=0 \qquad \lambda_1, k_1-$karrali

$$e^{\alpha}\cos\beta x,\quad xe^{\alpha x}\cos\beta x,\quad x^2e^{\alpha x}\cos\beta x,\ldots,\ x^{k_1-1}e^{\alpha x}\cos\beta x$$

$$e^{\alpha x}\sin\beta x,\quad xe^{\alpha x}\sin\beta x,\quad x^2e^{\alpha x}\sin\beta x,\ldots,x^{k_1-1}e^{\alpha x}\sin\beta x$$

Misol

$$y^{IV}-8y'''+42y''-104y'+169y=0$$

$$\lambda^4-8\lambda^3+42\lambda^2-104\lambda+169=0$$

$$\lambda^4-8\lambda^3+26\lambda^2+16\lambda^2-104\lambda+169=0$$

$$\lambda^4-2\lambda^2(4\lambda-13)+(4\lambda-13)^2=0$$

$$(\lambda^2-4\lambda+13)^2=0 \qquad \lambda_{1,2}=2\pm 3i \qquad 2\ \textit{каррали}$$

tenglamaning xususiy yechimlari

$$e^{2x}\cos 3x\ ,\ xe^{2x}\cos 3x$$

$$e^{2x}\sin 3x\ ,\ xe^{2x}\sin 3x$$

bulib, uning umumiy yechimi

$$y=e^{2x}(c_1+c_2x)\cos 3x+e^{2x}(c_3+c_4x)\sin 3x \quad y=e^{2x}(c_1+c_2x)\cos 3x+e^{2x}(c_3+c_4x)\sin 3x$$

Misol 2. $y^{IV}+2y'''+3y''+2y'+y=0$

$$\lambda^4+2\lambda^3+3\lambda^2+2\lambda+1=0$$

Bunday tenglamaga kaytma tenglama deyiladi uni kuyidagicha yechamiz.

Xar ikkala tomonini λ^2 ga bulamiz:

$$\lambda^2+2\lambda+3+\frac{2}{\lambda}+\frac{1}{\lambda^2}=0$$

$$\lambda^2+\frac{1}{\lambda^2}+2(\lambda+\frac{1}{\lambda})+3=0$$

$$\lambda+\frac{1}{\lambda}=z \qquad \lambda^2+\frac{1}{\lambda^2}=z^2-2$$

$$z^2-2+2z+3=0 \qquad z^2+2z+1=0$$

$$(z+1)^2=0 \qquad z_{1,2}=-1$$

$$\lambda+\frac{1}{\lambda}=-1 \qquad \lambda^2+\lambda+1=0$$

$$\lambda_{1,2}=-\frac{1}{2}\pm\frac{\sqrt{3}}{2}i$$

Bunga mos bo'lgan tenglamaning xusuiy yechimlari

$$e^{-\frac{1}{2}x}\cos\frac{\sqrt{3}}{2}x, \qquad xe^{-\frac{1}{2}x}\cos\frac{\sqrt{3}}{2}x$$

$$e^{-\frac{1}{2}x}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}x, \qquad xe^{-\frac{1}{2}x}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}x$$

umuiy yechim esa

$$y=(c_1+c_2x)e^{-\frac{1}{2}x}\cos\beta x+(c_3+c_4x)e^{-\frac{1}{2}x}\sin\beta x$$

20.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi

- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.

+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.

? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman	Bilib oldim

			(?)	
1	n (n>1) tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamaning umumiy ko'rinishini yozing?			
2	Tenglamaning xususiy yechimlari qanday topiladi?			
3	Bir jinsli tenglamaga mos bo'lgan xarakteristik tenglama qanday topiladi?			
4	Vandermond determinanti qandayhisoblanadi?			
5	Tenglamaning xarakteristik tenglamasi kompleks ildizga, karrali ildizlarga ega bo'lsa unga mos bo'lgan tenglamaning xususiy yechimlari qanday topiladi?			
6	Qaytma tenglama, qanday yechiladi?			

20.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

20.5-ilova

"n - tartibli o'zgarmas koeffitsientli bir jinsli chizigli differensial tenglamalar" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Koshi masalasini qanoatlantiruvchi xususiy yechimni toping

1. $y'' - 5y' + 6y = 0, \qquad y(0) = \frac{1}{2},\ y'(0) = 1;$

2. $y'' + 4y = 0, \qquad y(\frac{\pi}{2}) = -4,\ y'(\frac{\pi}{2}) = 2;$

3. $y'' - 6y' + 9y = 0, \qquad y(0) = 0,\ y'(0) = 2;$

Xarakteristik tenglamaga ko'ra chiziqli bir jinsli tenglamani tuzing.

4. a) $9\lambda^2 - 6\lambda + 1 = 0$; b) $\lambda(\lambda+1)(\lambda+2) = 0$;
c) $(\lambda^2+1)^2 = 0$; d) $\lambda^2(\lambda-1) = 0$.

Xarakteristik tenglamani ildizlariga ko'ra birjinsli chiziqli tenglamani tuzing va uning umumiy yechimini yozing.

5. a) λ_1=1, λ_2=2; b) $\lambda_{1,2,3}$=1; c) $\lambda_{1,2}$=3$\pm$2i;
d) λ_1=2, $\lambda_{2,3}$=$\pm$ i.

Tenglamaning umumiy yechimini toping.

6. $y'' + 4y' + 3y = 0$

7. $y''' - 2y'' + 9y' - 18y = 0$

8. $y'' - 2y' + 10y = 0$

9. $y^{IV} + 2y'' - 8y' + 5y = 0$

10. $y''' - 8y = 0$

11. $y^{IV} - 2y''' - 2y' - y = 0$

12. $y^{IV} + 4y = 0$

13. $y^{IV} - 4y''' + 8y'' - 16y' + 16y = 0$

14. $y^{IV} - y = 0$

15. $y^{IV} + 2y''' + 3y'' + 2y' + y = 0$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

21. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
22. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
23. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472c.
24. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312c
25. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

26. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
27. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январь –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
28. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
29. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
30. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
31. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
32. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
33. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
34. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
35. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
36. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
37. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

38. www.lib.homelinex.org/math
39. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
40. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

21-Ma’ruza mashg’ulot.

1. **“ *n* - chi tartibli o’garmas koeffitsientli bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli**

21-ma’ruza	***n*** **- chi tartibli o’garmas koeffitsientli bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50 nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.O’zgarmas koeffisiyentli bir jinsli bo’lmagan chiziqli differensial tenglama 2.Uumumiy va xususiy yechim ko’rinishlari. tushunchasi.
Asosiy tushuncha va atamalar	O’zgarmas koeffisiyentli tenglama, Uumumiy va xususiy yechim, xarakteristik tenglama.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

4. " *n* - chi tartibli o’garmas koeffitsientli bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(21.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)O’zgarmas koeffisiyentli chiziqli tenglama deb, qanday tenglamaga aytiladi? 2)Xrakteristik tenglama qanday tuziladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(21.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(21.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4. Xarakteristik tenglamaning ildizlari haqiqiy va har xil bo’lsa, tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi? 5.Xarakteristik tenglama karrali ildizga ega bo’lsa, tenglamaning yechimi qanday topiladi? 6. Xrakteristik tenglama qanday tuziladi? 7. Xarakteristik tenglamaning ildizlari kompleks bo’lsa, tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi,	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar.

	to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(21.3-21.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(21.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

20.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

21.2-ilova

" *n* - chi tartibli o'garmas koeffitsientli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differenstial tenglamalar" mavzusi bo'yicha tarqatma material

$n\ (n > 1)$-nchi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamaning umumiy ko'rinishi
$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + ... + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = f(x)$ (1)
dan iboratdir.

Bunda $p_i(x)$ $(i = \overline{1,n})$ funksiyalar ko'rilayotgan oraliqda aniqlangan va uzluksiz funksiyalardir. $f(x)$ funksiya xam uzluksizdir.

(2) tenglamaning koeffisiyentlaridan tuzilgan

$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + ... + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = 0$ (2)

tenglamaga, (1) tenglamaga mos bo'lgan bir jinsli tenglama deyiladi.

TEOREMA 1. (1) tenglamaning umumiy yechimi, uning biror Y_1 xususiy yechimi bilan (1) tenglamaga mos bo'lgan (2) bir jinsli tenglama umumiy yechimining yig'indisiga tengdir.

$$y = Y_1 + \sum_{i=1}^{n} c_i y_i$$

bunda Y_i $(i = \overline{1, n})$ (2) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasidir.

Isbot. Y_1 (1) tenglamaning xususiy yechimi bo'lsin.

$$y=Y_1+z \qquad (3)$$

almashtirishni olamiz.

(3)ni (1) tenglamaga qo'yamiz.

$$L[Y_1+z]=f(x)$$

$$L[Y_1]+L[z]=f(x)$$

Lekin $L[Y_1]\equiv f(x)$ bo'lgani uchun keyingi tenglikdan

$$L[z]=0$$

Bu esa bir jinsli tenglamadir. Agar bu tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi $y_1, y_2, \ldots, y_2,$ bo'lsa, uning umumiy yechimi

$$z = \sum_{i=1}^{n} c_i y_i \qquad \text{bo'ladi.}$$

(3) ga asosan (1) tenglamaning umumiy yechimi

$$y = Y_1 + \sum_{i=1}^{n} c_i y_i$$

dan iborat bo'ladi.

Uzgarmaslarni variasiyalash metodi (Lagranj metodi).

n –chi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + \ldots + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = f(x) \quad (1)$$

differensial tenglama berilgan bo'lsin va unga mos bir jinsli

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + \ldots + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = 0 \quad (2)$$

chiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimi

$$y = \sum_{i=1}^{n} c_i y_i \qquad (3)$$

berilgan bo'lsin.

TEOREMA. Agar n -chi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial (1) tenglamaga mos bo'lgan bir jinsli chiziqli differensial (2) tenglamaning umumiy yechimi berilgan bo'lsa, (1) tenglamaning umumiy yechimi kvadraturada aniqlanadi.

Isbot. (1) tenglamaning yechimini xam, c_i ni x ning funksiyasi deb (3) ko'rinishda izlaymiz:

$$y = \sum_{i=1}^{n} c_i(x) y_i \qquad (4)$$

$c_i(x)$ larni aniqlash uchun (4) dan tashqari yana $(n-1)$ ta tenglamalar tuzamiz. Bu tenglamalarni quyidagicha tuzamiz.(4) dan

$$y' = \sum_{i=1}^{n} c'_i(x) y_i + \sum_{i=1}^{n} c_i(x) y'_i$$

bunda $c_i = cont$ deb qarasak

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x) y_i = 0 \quad (4_1) \qquad y' = \sum_{i=1}^{n} c_i(x) y'_i \quad (5_1)$$

ga ega bo'lamiz.

(5_1) ni yana x ga nisbatan differensiallaymiz

$$y''=\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y'_i+\sum_{i=1}^{n} c_i(x)y''_i$$

bunda xam $c_i = cont$ deb olsak

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y'_i=0 \quad (4_2) \qquad y''=\sum_{i=1}^{n} c_i(x)y''_i \quad (5_2)$$

ga ega bo'lamiz.

Bu ishlarni xuddi shunday davom ettirsak natijada:

$$y^{(n-1)}=\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y_i^{(n-2)}+\sum_{i=1}^{n} c_i(x)y_i^{(n-1)}$$

bunda $c_i = cont$ desak

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y_i^{(n-2)}=0 \quad (4_{n-1}) \qquad y^{(n-1)}=\sum_{i=1}^{n} c_i(x)y_i^{(n-1)} \quad (5_{n-1})$$

(5_{n-1})ni yana bir marta differensiallaymiz:

$$y^{(n)}=\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y_i^{(n-1)}+\sum_{i=1}^{n} c_i(x)y_i^{(n)} \quad (6)$$

(3), (5_1),(5_2),…,(5_{n-1}), (6) larni (1) tenglamaga quysak

$$\sum_{i=1}^{n} c_i(x)\left[y_i^{(n)}+P_1(x)y_i^{(n-1)}+P_2(x)y_i^{(n-2)}+\ldots+P_{n-1}(x)y'_i+P_n(x)y_i\right]+$$

$$+\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y_i^{(n-1)}=f(x)$$

ga ega bo'lamiz.Lekin $L[y_i]=0$ bo'lgani uchun, keyingi tenglikdan

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y_i^{(n-1)}=f(x) \qquad (7)$$

Bo'ladi.

Shunday qilib $c_i(x)$ larni aniqlash uchun

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y_i=0$$

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y'_i=0$$

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y''_i=0 \qquad (8)$$

$$-\,-\,-\,-\,-\,-\,-\,-\,-$$

$$\sum_{i=1}^{n} c'_i(x)y_i^{(n-1)}=f(x)$$

tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz.Bu sistema $c'_i(x)$ larga nisbatan n noma'lumli n ta bir jinsli bo'lmagan algebraik tenglamalar sistemasi bo'lib. Uning asos determinanti Vronskiy determinantidan iborat bo'lgani uchun *u* nolga teng emas: $W(x)\neq 0$

Shuning uchun (8) sistemasidan $c'_i(x)$ lar bir qiymatli aniqlanadi:

$$c'_i(x) = \frac{W_{ni}(x) f(x)}{W(x)} \qquad (9)$$

bunda $W_{ni}(x)$ Vronskiy determinantidagi *W(x)*-ning n -chi satr, *i*-chi ustun elementining algebraik to'ldiruvchisidir

$\frac{W_{ni}(x) f(x)}{W(x)}$ funksiya uzluksiz bo'lgani uchun (9) dan

$$c_i(x) = \int_{x_0}^{x} \frac{W_{ni}(x) f(x)}{W(x)} dx + \gamma_i$$

bu qiymatlarni (3) ga qo'ysak

$$y = \sum_{i=1}^{n} y_i \left[\int_{x0}^{x} \frac{W_{ni}(x) f(x)}{w(x)} dx + \gamma_i \right] = \sum_{i=1}^{n} y_i \int_{x0}^{x} \frac{W_{ni}(x) f(x)}{w(x)} dx + \sum_{i=1}^{n} y_i \gamma_i \quad (10)$$

Bu bir jinsli bo'lmagan (1) tenglamaning umumiy yechimidir.
Bunda birinchi summa (1) tenglamaning xususiy yechimi bulib, ikkinchi summa esa (1) tenglamaga mos bo'lgan bir jinsli tenglamaning umumiy yechimidir.
Misol

$$y'' + y = tgx \qquad \lambda^2 + 1 = 0 \quad \lambda_{1,2} = \pm i \qquad (11)$$

$$y_1 = \cos x, \quad y_3 = \sin x \quad \overline{y} = \ell^{ix} = \cos x + i \sin x, \quad y = c_1 \cos x + c_2 \sin x$$

$$\begin{cases} c_1^1(x) \cos x + c_2^1(x) \sin x = 0 \\ c_1^1(x) \sin x + c_2^1(x) \cos x = tgx \end{cases}$$

$$W(x) = \begin{vmatrix} \cos x & \sin x \\ \sin x & \cos x \end{vmatrix} = \cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$c_1^1(x) = -\sin x \cdot tgx = -\frac{\sin^2 x}{\cos^2 x}$$

$$c_1^1(x) = \cos x \, tgx = \sin x$$

$$c_1(x) = -\int \frac{\sin^2 x}{\cos x} dx + \gamma_1 = -\int \frac{1 - \cos^2 x}{\cos x} dx +_{11} = -\ell_n \left| tg\left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \right| + \sin x + \gamma_1$$

$$c_2(x) = \int \sin x dx + \gamma_2 = -\cos x + \gamma_2$$

Bu kiymatlarni (11) ga kuyib

$$y = \left[-\ell n \left| tg\left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \right| + \sin x + \gamma_1 \right] \cos x + (-\cos x + \gamma_2) \sin x =$$

$$= \gamma_1 \cos x + \gamma_2 \sin x - \cos x \ell n \left| tg\left(\frac{x}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \right|$$

Berilgan tenglamaning umumiy yechimiga ega bo'lamiz

21.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:
V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Bir jinsli bo’lmagan n-nchi tartibli chiziqli tenglamaning yechimi qanday topiladi?			
2	Variasiyalash usuli nimadan iborat?			
3	Fundamental yechimlar sistemasi ma’lum bo’lsa, bir jinsli bo’lmagan tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi?			

21.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

21.5-ilova

" *n* - chi tartibli o’garmas koeffitsientli bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Tenglamani o’zgarmaslarni variasiyalash metodi bilan yeching.

1. $y'' + 4y = \dfrac{1}{\cos 2x}$ **2.** $y'' + y = tg\ x$

3. $y'' - y = \dfrac{1}{x}$

4. $y''' + y' = \dfrac{\sin x}{\cos^2 x}$

5. $y'' - 2y' + y = \dfrac{x^2 + 2x + 2}{x^3}$

6. $y'' - y' = \dfrac{2 - x}{x^3} e^x$

7. $y'' - y = 4\sqrt{x} + \dfrac{1}{x\sqrt{x}}$

8. $y'' + y = \dfrac{1}{\sin 2x \sqrt{\cos 2x}}$

9. $y'' + y = \dfrac{1}{\sin x}$

10. $y'' - y = \dfrac{1}{e^x + 1}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

41. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
42. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
43. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
44. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
45. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

46. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
47. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
48. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
49. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
50. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
51. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
52. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
53. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
54. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
55. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
56. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
57. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

58. www.lib.homelinex.org/math
59. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
60. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

22-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “ n −chi tartibli bir jinsli bo’lmagan o’zgarmas koffitsientli chiziqli differenstial tenglamalarning xususiy yechimlarini topish usullari” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

22-ma’ruza	**n-chi tartibli bir jinsli bo’lmagan o’zgarmas koffitsientli chiziqli differenstial tenglamalarning xususiy yechimlarini topish usullari.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.O’zgarmas koeffisiyentli bir jinsli bo’lmagan chiziqli differensial tenglamalar. 2.Xususiy yechimlarni topish qoidalari.
Asosiy tushuncha va atamalar	O’zgarmas koeffisiyentli chiziqli tenglama, xarakteristik tenglama, xususiy yechim, karrali ildiz, kompleks ildiz, xususiy yechim
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

tyug'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. " n-chi tartibli bir jinsli bo'lmagan o'zgarmas koffitsientli chiziqli differenstial tenglamalarning xususiy yechimlarini topish usullari" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(22.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) O'zgarmas koeffisiyentli chiziqli tenglama deb, qanday tenglamaga aytiladi? 2) Xarakteristik tenglama qanday tuziladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(22.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(22.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro'li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. $f(x)$ning ko'rinishi$P_m(x)$ko'rinishda bo'lsa xususiy	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda

	yechim qanday topiladi? 6. $f(x)$ning ko'rinishi$P_n(x)cos\beta x+R_m(x)sin\beta x$ ko'rinishda bo'lsa xususiy yechim qanday topiladi? 7.$f(x)$ning ko'rinishi$E^{\alpha x}P_m(x)$(α-haqiqiy son) ko'rinishda bo'lsa xususiy yechim qanday topiladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(22.3-22.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(22.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

22.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

22.2-ilova

" *n* - chi tartibli o'garmas koeffitsientli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differenstial tenglamalar" mavzusi bo'yicha tarqatma material

Bunday tenglamaning umumiy ko'rinishi

$$L[y] \equiv y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + a_2 y^{(y-2)} + ...+ a_{n-1} y^1 + a_n y = f(x) \qquad (1)$$

yoki $L[y] = f(x)$

dan iborat

Bunda $a_i\,(i=\overline{1,n})$ o'zgarmas sonlar bo'lib, $f(x)$ ko'rilayotgan oraliqda aniqlangan va uzluksizdir.

(1) Tenglamaning o'ng tomoni bir necha funksiyalarning yig'indisidan iborat bo'lishi mumkin.

Masalan $f(x)=f_1(x)+f_2(x)$ bo'lsin u xolda

$$L[y]=f_1(x)+f_2(x) \qquad (2)$$

bo'ladi.

LEMMA. Agar y_1 $L[y]=f_1(x)$ tenglamaning yechimi, y_2 *эса* $L[y]=f_2(x)$ tenglamaning yechimi bo'lsa, u xolda y_1+y_2 xam (2) tenglamaning yechimi bo'ladi.

Haqiqatdan xam operator xossasiga ko'ra

$$L[y_1+y_2]=L[y_1]+L[y_2]$$

Lekin shart asosi $L[y_1]\equiv f_1(x), \quad L[y_2]\equiv f_2(x)$

bo'lgan uchun

$$L[y_1+y_2]\equiv f_1(x)+f_2(x)$$

ga ega bo'lamiz.

Bundan y_1+y_2 (2) tenglamaning yechimi ekanligi kelib chiqadi.

Ma'lumki bir jinsli bo'lmagan tenglamaning umumiy yechimi, uning biror xususiy yechimi bilan unga mos bo'lgan bir jinsli tenglama umumiy yechimining yig'indisiga teng.Shuning uchun biz dastavval (1) tenglamaning xususiy yechimini topish yo'llarini qaraymiz.

$f(x)$ ning ba'zi bir xusuiy ko'rinishlarida berilgan tenglamaning xususiy yechimini kvadraturasiz topish mumkin.

1 xol.

$$f(x)=P_m(x)e^{\alpha x}$$

Ko'rinishda bo'lsin.

Bunda $$P_m(x)=p_0x^m+p_1x^{m-1}+\ldots..+p_{m-1}x+p_m \qquad (3)$$

$p_i\,(i=\overline{0,m})$ - lar o'zgarmas sonlar

ya'ni $P_m(x), x$ ga nisbatan m-chi darajali ko'pxadli.

Bu xolda (1) tenglamaning xususiy yechimini

$$Y=Q_m(x)e^{\alpha x} \qquad (4)$$

ko'rinishda izlaymiz.

Bunda xam $Q(x), x$ - ga nisbatan m - nchi darajali kupxadli

$$Q_m(x)=q_0x^m+q_1x^{m-1}+\ldots..+q_{m-1}x+q_m \qquad (5)$$

$q_i\,(i=\overline{0,m})$ o'zgarmas sonlar

Bu o'zgarmas sonlarni shunday aniqlaymizki (4) , (1) tenglamaning yechimi bo'lsin.

$$L[Q_m(x)e^{\alpha x}]\equiv P_m(x)e^{\alpha x} \qquad (6)$$

1) α xarakteristik tenglamaning ildizi bo'lmasin.

(5) ga ko'ra (6) ni quyidagicha yozib olamiz.

$$L[(q_0x^m+q_1x^{m-1}+q_2x^{m-2}+\ldots+q_{m-1}x+q_m)e^{\alpha x}]=P_m(x)e^{\alpha x}$$

yoki $$L[Q_m(x)e^{\alpha x}]=L[\sum_{j=0}^{m}q_jx^{m-j}e^{\alpha x}]=\sum_{j=0}^{m}q_jL[x^{m-j}e^{\alpha x}]=$$

$$=\sum_{j=0}^{m}q_j\sum_{i=0}^{m-j}C_{m-j}^{i}F^{(i)}(\alpha)x^{m-j-i}e^{\alpha x}$$

$$\sum_{j=0}^{m} q_j (F(\alpha)x^{m-j} + C_{m-j}^1 F'(\alpha)x^{m-j-1} C_{m-j}^2 F''(\alpha)x^{m-j-2} +$$
$$+ C_{m-j}^3 F'''(\alpha)x^{m-j-3} + ...+ C_{m-j}^{m-j-1} F^{(m-j-1)}(\alpha)x +$$
$$+ C_{m-j}^{m-j} F^{(m-j)}(\alpha)e^{\alpha x} = P_m(x)e^{\alpha x}$$

$e^{\alpha x} \neq 0$ bo'lmagani uchun, keyingi tenglamaning xar ikkala tomonini $\ell^{\alpha x}$ ga bo'lsak

$$\sum_{j=0}^{m} q_j (F(\alpha)x^{m-j} + C_{m-j}^1 F'(\alpha)x^{m-j-1} + C_{m-j}^2 F''(\alpha)x^{m-j-2} + ...+ \qquad (7)$$
$$+ C_{m-j}^{m-j-1} F^{(m-j-1)}(\alpha)x + F^{(m-j)}(\alpha)) = P_m(x)$$

Bu tenglikning bajarilishi uchun o'ng va chap tomondagi x- ning bir xil darajali xad oldidagi koeffisiyentlar teng bo'lishi kerak .x ning bir xil darajali xadlar oldidagi koeffisentlarini tenglashtiramiz.

$$\left|\begin{array}{l} q_o F(\alpha) = p_0 \\ q_1 F(\alpha) + q_0 C_m^1 F'(\alpha) = p_1 \\ q_2 F(\alpha) + q_1 C_{m-1}^1 F'(\alpha) + q_0 C_m^2 F''(\alpha) = p_2 \\ . \\ q_m F(\alpha) + q_{m-1} F^1(\alpha) + ... + q_0 F^{(m)}(\alpha) = p_m \end{array}\right. \qquad (8)$$

α xarakteristik tenglamaning ildizi bo'lmagani uchun $F(\alpha) \neq 0$ emas.Shuning uchun (8) sistemadan ketma-ket $q_0, q_1, ..q_m$ koeffisiyentlarni $p_0, p_1, ..., p_m$ lar orqalianiqlaymiz.

Boshqacha aytganda (8) sistemadan, uning asos determinanti $[F(\alpha)]^{m+1} \neq 0$ bo'lmagani sababli

undan $q_i\ (i = \overline{1, n})$ lar bir qiymati aniqlanadi bu topgan qiymatlarni (4) ga qo'ysak, (1) tenglamaning xususiy yechimi aniqlanadi. U xolda (1) tenglamaga mos bo'lgan bir jinsli tenglamaning umumiy yechimini topsak, (1) tenglamaning umumiy yechimi aniqlanadi.

Misol-1.

$y'' - 3y' + 2y = (x^2 + x)e^{3x} \qquad \alpha = 3$

$y'' - 3y' + 2y = 0 \qquad \lambda^2 - 3\lambda + 2 = 0 \qquad \lambda_{1,2} = \dfrac{3 \pm 1}{2}$

$\lambda_1 = 1, \qquad \lambda_2 = 2.$

$\alpha = 3$ xarakteristik tenglamaning ildizi emas

$P_2(x)e^{3x} = (x^2 + x)e^{3x}$ bo'lgani uchun

$Y = Q_2(x)e^{3x} = (Ax^2 + Bx + C)e^{3x}$

$Y' = [3Ax^2 + (2A + 3B)x(B + 3C)]e^{3x}$

$Y'' = [6Ax^2 + 2A + 3B]e^{3x} 3[3Ax^2 + (2A + 3B)x + (B + 3C)]e^{3x} =$

$= [9Ax^2 + (12A + 9B)x + (6B + C]e^{3x}$

y, y', y'' qiymatlarniberilgantenglamagaqo'yib, so'ngra$x$ ningbirxildarajalarioladidagikoeffisiyentlarnitenglashtirsak

$$\begin{cases} 2A = 1 \\ 6A + 2B = 1 \\ 3B + 2c = 0 \end{cases}$$

tenglamalarga ega bo'lamiz.

Bundan $A=\frac{1}{2}, \quad B=-1; \quad C=1$

U xolda berilgan tenglamaning xususiy yechimi

$$Y=\left(\frac{1}{2}x^2-x+1\right)e^{3x}$$

Uning umumiy yechimi esa

$$y=c_1e+c_2e^{2x}+\left(\frac{1}{2}x-x+1\right)e^{3x}$$

dan iborat bo'ladi.

2) α - xarkteristik tenglamaning k –karrali ildizi bo'lsin

$$F(\alpha)=0 \quad F'(\alpha)=0,\ldots.., \quad F^{(k-1)}(\alpha)=0 \qquad F^{(k)}(\alpha)\neq 0$$

U xolda (1) tenglamaning xususiy yechimini

$$Y=x^kQ_m(x)e^{\alpha x} \tag{9}$$

ko'rinishda izlaymiz.

Bunda xam $Q_m(x)$ x ga nisbatan m –chi darajali kupxadli.

$$Q_m(x)=\sum_{j=0}^{m}q_jx^{m-j} \tag{10}$$

$q_j\,(j=\overline{0,m})$ o'zgarmas sonlar. Ularni shunday tanlab olamizki, (9), (1) tenglamaning qanoatlantirsin.

q_j larnianiqlash uchun (9) ni (1) tenglamaga qo'yamiz.

$$L[x^kQ_m(k)e^{\alpha x}]\equiv P_m(x)e^{\alpha x} \qquad \text{yoki}$$

$$L[\sum_{j=0}^{m}q_jx^{m-j+k}e^{\alpha x}]\equiv P_m(x)e^{\alpha x}$$

Operator xossasiga asosan, o'zgarmas soni operetor ishorasidan tashqari chiqarish mumkin

$$\sum_{j=0}^{m}q_jL[x^{m+k-j}e^{\alpha x}]=P_m(x)e^{\alpha x}$$

$$\sum_{j=0}^{m}q_j\sum_{i=0}^{m+k-j}C_{m+k-j}^{i}F^{(i)}(\alpha)x^{m+k-j-i}ee^{\alpha x}=P_m(x)e^{\alpha x} \tag{11}$$

$$\sum_{j=0}^{m}q_j\sum_{i=0}^{m+k-j}C_{m+k-j}^{i}F^{(i)}(\alpha)x^{m+k-j-i}=P_m(x)$$

Shartga asosan α xarakteristik tenglamaning k karrali ildizi. Shuning uchun (11) tenglikni

$$\sum_{j=0}^{m}q_j\sum_{i=k}^{m+k-j}C_{m+k-j}^{i}F^{(i)}(\alpha)x^{m+k-j-i}\equiv P_m(x) \tag{12}$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Ichki summani ochib chiqamiz.

$$\sum_{j=0}^{m}q_j[C_{m+r-j}^{k}F^{(k)}(\alpha)x^{m-j}+C_{m+k-j}^{k+1}F^{(k+i)}(\alpha)x^{m-j-1}+$$

$$+C_{m+k-j}^{k+2}F^{(k+2)}(\alpha)x^{m-j-2}+\ldots+C_{m+k-j}^{m+k-j-1}F^{m+k-j-1)}(\alpha)x+$$

$$+C_{m+k-j}^{m+k-j}F^{(m+k+i)}(\alpha)]\equiv p_0x^m+p_1x^{m-1}+p_2x^{m-2}+\ldots.+P_m$$

Aniqmas koeffisiyentlar metodidan foydalanib keyingi tenglikdan q_j larni aniqlaymiz.

$$q_0C_{m+k}^{k}F^{(k)}(\alpha)=p_0$$

$$q_1C_{m+k-1}^{k}F^{(k)}(\alpha)+q_0C_{m+k}^{k+1}F^{(k)}(\alpha)=p_1$$

$$q_2C_{m+k-2}^{k}F^{(k)}(\alpha)+q_1C_{m+k}^{k+1}F^{(k+1)}(\alpha)+q_0C_{m+k}^{k+2}F^{(k+2)}(\alpha)=p_2$$

$$-----------------------------------$$

$$q_mF^{(k)}(\alpha)+q_{m-1}F^{(k+1)}(\alpha)+q_{m-1}+....+q_0F^{(k+k)}(\alpha)=p_m$$

α, xarakteristik tenglamaning k-karrali yechimi ildizi bo'lgan uchun $F^{(k)}(\alpha)\neq 0$

Shuning uchun yuqoridagi sisitemadan $q_0,q_1,q_2,..q_m$ lar bir qiymatli aniqlanadi.q_j-ning topilgan bu qiymatlarini (9) ga qo'ysak (1) tenglamaning xususiy yechimi topiladi. Bu xolda uning umumiy yechimi xam aniqlanadi.

Misol-2.

$$y''-2y'+y=e^x \qquad \alpha=1$$

$$y''-2y'+y=0 \qquad \lambda^2-2\lambda+1=0 \qquad (\lambda-1)^2=0 \qquad \lambda_{1,2}=1$$

1, xarkteristik tenglamaning ikki karrali ildizi.Bir jinsli tenglamaning umumiy yechimi

$$u=(c_1+c_2x)e^x$$

$$Y=Ax^2e^x \qquad A=\frac{1}{2} \qquad Y=\frac{1}{2}x^2e^x$$

$$y=u+Y=(c_1+c_2x)e^x+\frac{1}{2}x^2e^x$$

3-xol

$$f(x)=e^{\alpha x}[P_n(x)\cos\beta x+R_m(x)\sin\beta x]$$

ko'rinishda bo'lsin.

Bu xolda xususiy yechimni quyidagicha topamiz.

$$\cos\beta x=\frac{e^{i\beta x}+e^{-i\beta x}}{2} \qquad \sin\beta x=\frac{e^{i\beta x}-e^{-i\beta x}}{2i}=-\frac{e^{i\beta x}-e^{-i\beta x}}{2}i$$

$$f(x)=e^{\alpha x}\left[\frac{e^{i\beta x}+e^{-i\beta x}}{2}\cdot P_n(x)-R_m(x)\frac{e^{i\beta x}-e^{-i\beta x}}{2}i\right]=$$

$$=\frac{1}{2}[P_n(x)-iR_m(x)]e^{(\alpha+i\beta)x}+\frac{1}{2}[P_n(x)+iR_m(x)]e^{(\alpha-i\beta)x}=$$

$$=\tilde{P}_\tau(x)e^{(\alpha+i\beta)x}+\tilde{R}_\tau(x)e^{(\alpha-i\beta)x} \qquad \tau=\max(n,m)$$

$$Y = \tilde{Q}_\tau(x)e^{(\alpha+i\beta)x} + \tilde{F}_\tau(x)e^{(\alpha-i\beta)x}$$

$$\tilde{Q}_\tau(x) = \frac{1}{2}(Q_\tau(x) - iF_\tau(x)) \qquad \tilde{F}_\tau(x) = \frac{1}{2}(Q_\tau(x) + iF_\tau(x))$$

$$Y = \frac{1}{2}(Q_\tau(x) - iF_\tau(x))e^{(\alpha+i\beta)x} + \frac{1}{2}(Q_\tau(x) + iF_\tau(x))e^{(\alpha-i\beta)x} =$$

$$= \frac{1}{2}(Q_\tau(x) - iF_\tau(x))e^{\alpha x}(\cos\beta x + i\sin\beta x) + \frac{1}{2}(Q_\tau(x) + iF_\tau(x))e^{\alpha x}(\cos\beta x - i\sin\beta x) =$$

$$= \frac{1}{2}e^{\alpha x}[Q_\tau(x)\cos\beta x - iF_\tau(x)\cos\beta x + iQ_\tau(x)\sin\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x +$$

$$+ Q_\tau(x)\cos\beta x + iF_\tau(x)\cos\beta x - iQ_\tau(x)\sin\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x] =$$

$$= e^{\alpha x}[Q_\tau(x)\cos\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x]$$

Demak bu xolda xususiy yechimni

$$Y = e^{\alpha x}[Q_\tau(x)\cos\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x] \qquad (13)$$

ko'rinishda izlash kerak.

Bunda $\tau = \max(n,m)$.

Agar $\alpha \pm i\beta$ xarakteristik tenglamaning ildizi bo'lmasa, (1) tenglamaning xususiy yechimini (13) ko'rinishda izlaymiz.

Agar $\alpha \pm i\beta$ xarakteristik tenglamaning k karrali ildizi bo'lsa, xususiy yechimni

$$Y = x^k e^{\alpha x}[Q_\tau(x)\cos\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x]$$

ko'rinishda izlaymiz.

Misol-3

$$y'' - 8y' + 20y = 5xe^{4x}\sin 2x \qquad \alpha = 4 \pm 2i$$

$$y'' - 8y' + 20y = 0 \qquad \lambda^2 - 8\lambda + 20 = 0 \qquad \lambda_{1,2} = 4 \pm 2i$$

F(α)=0 ya'ni α= $4 \pm 2i$ xarakteristik tenglamaning ildizi

$$Y = xe^{4x}[(Ax+B)\cos 2x + (Cx+D)\sin 2x]$$

ko'rinishda izlaymiz.

Y-xususiy yechimni topish jadvali.

	f(x) ning ko'rinishi	F(λ)=0 xarakteristik teng. ildizi	Y xususiy yechimning ko'rinishi
1.	$P_m(x)$	0 soni xarak. teng.ildizi emas	$Q_m(x)$
		0 soni xarak.teng.k karrali ildizi	$x^k Q_m(x)$
2.	$E^{\alpha x}P_m(x)$ (α-haqiqiy son)	α soni xarak. teng.ildizi emas	$e^{\alpha x}Q_m(x)$
		α soni xarak.teng.k karrali ildizi	$x^k e^{\alpha x}Q_m(x)$
3.	$P_n(x)\cos\beta x + R_m(x)\sin\beta x$	$\pm i\beta$ soni xarak. teng.ildizi emas	$Q_\tau(x)\cos\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x$ $\tau=\max(n,m)$
		$\pm i\beta$ soni xarak.teng.k karrali ildizi	$x^k(Q_\tau(x)\cos\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x)$ $\tau=\max(n,m)$
4.	$e^{\alpha x}(P_n(x)\cos\beta x + R_m(x)\sin\beta x)$	A$\pm i\beta$ soni xarak. teng.ildizi emas	$e^{\alpha x}(Q_\tau(x)\cos\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x)$ $\tau=\max(n,m)$
		α$\pm i\beta$ soni xarak.teng.k karrali ildizi	$x^k e^{\alpha x}(Q_\tau(x)\cos\beta x + F_\tau(x)\sin\beta x)$ $\tau=\max(n,m)$

22.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Tenglamani, o’zgarmas koeffisiyentli tenglamaga keltirish uchun qanday almashtirish olinadi?			
2	Bir jinsli bo’lmagan Eyler tenglamasi qanday yechiladi?			
3	O’zgarmas koeffisiyentli chiziqli tenglama deb, qanday tenglamaga aytiladi?			
4	Xrakteristik tenglama qanday tuziladi?			
5	$f(x)$ ning ko’rinishi $P_m(x)$ ko’rinishda bo’lsa xususiy yechim qanday topiladi?			
6	$f(x)$ ning ko’rinishi $E^{\alpha x}P_m(x)$ (α-haqiqiy son) ko’rinishda bo’lsa xususiy yechim qanday topiladi?			
7	$f(x)$ ning ko’rinishi $P_n(x)\cos\beta x+R_m(x)\sin\beta x$ ko’rinishda bo’lsa xususiy yechim qanday topiladi?			

22.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

22.5-ilova

" n - chi tartibli o’garmas koeffitsientli bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Tenglamalarning umumiy yechimini toping

1. $y'' + 4y' + y = 4$; 2. $y'' + 6y' + 9y = 12e^{-3x}$;

3. $y'' - 6y' + 9y = x^2$; 4. $y'' + 4y' = 4xe^{-4x}$;

5. $y'' + 6y' - 3y = 12\cos 3x$; 6. $y'' - y = 2x - 1 + e^{5x}$;

7. $y'' - 3y' = 1 + e^x + \cos x + \sin x$;

Koshi masalasini qanoatlantiruvchi xususiy yechimni toping

8. $y'' - 2y' = e^x(x^2 + x - 3),$ $y(0) = 2$, $y'(0) = 2;$

9. $y'' - 5y' + 6y = e^{-x}(3x - 2),$ y(0) = $y'(0) = 0;$

10. $y'' - y = 3x,$ $y(1) = -1,$ $y'(1) = 0;$

11. $y'' + 6y' + 9y = 10\sin x,$ y(0) = $y'(0) = 0;$

12. $y'' - y' = -5e^{-x}(\sin x + \cos x),$ $y(0) = -4$, $y'(0) = 5.$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

61. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
62. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
63. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
64. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
65. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

66. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
67. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
68. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
69. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
70. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.

71. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
72. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
73. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
74. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
75. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
76. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
77. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

78. www.lib.homelinex.org/math
79. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
80. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

23-Ma'ruza mashg'ulot.

1. "Eylerning bir jinsli vabir chinsli bo'lmagan differensial tenglamalari. Chebishev, Bessel tenglamalari" ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasi modeli

23-ma'ruza	**Eylerning bir jinsli va bir chinsli bo'lmagan differenstial tenglamalari. Chebishev, Bessel tenglamalari.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Eylerning bir jinslichiziqli differensial tenglamasi. 2. Eylerning bir jinslibo'lmagan chiziqli differensial tenglamasi. 3.Chebishev, Bessel tenglamalari.
Asosiy tushuncha va atamalar	Eylerning bir jinslibo'lmagan chiziqli differensial tenglamasi,umumiy va xususiy yechim.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi;

olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Eylerning bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamalari. Chebishev, Bessel tenglamalari" ma'ruza texnologikxaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(23.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) Eylerning bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamasining umumiy ko'rinishi yozing? 2)Eylerning bir jinslichiziqli differensial tenglamasiniyechiminini topishda qanday almashtirish olinadi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(23.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(23.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni

	mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro'li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5Chebishev, Bessel tenglamalarini ko'rinishini yozing? 6. Eylerning bir jinslichiziqli differensial tenglamasiniyechiminini topishda qanday almashtirish olingandan so'ng qanday turdagi tenglamaga keladi? 7. Eyler tenglamasining xarakteristik tenglamasini yozing? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(23.3-23.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(23.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

23.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

23.2-ilova

"Eylerning bir jinsli va bir jinsli bo’lmagan differensial tenglamalari. Chebishev, Bessel tenglamalari" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Eylerning bir jinsli chiziqli differensial tenglamasining umumiy ko’rinishi

$$x^n y^{(n)} + a_1 x^{n-1} y^{(n-1)} + a_2 x^{n-2} y^{(n-2)} + \ldots\ldots + a_{n-1} x y^1 + a_n y = 0 \qquad (1)$$

dan iboratdir bunda $a_i (i = \overline{1,n})$ o’zgarmas sonlar. (1) ko’rinishdagi tenglamaning xamma vaqt

$$x = \ell^t \qquad (2)$$

almashtirish yordamida koeffisiyentlari o’zgarmas bo’lgan chiziqli differensial tenglamaga keltirish mumkin.

(1) tenglamada y dan x bo’yicha olingan hosilalarni y dan t bo’yicha olingan hosilalar bilan almashtiramiz:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt} \cdot \frac{dt}{dx} = \frac{1}{e^t} \frac{dy}{dt} = e^{-t} \frac{dy}{dt}$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{dy'}{dx} = \frac{dy'}{dt} \cdot \frac{dt}{dx} = e^{-t} \frac{d}{dt}\left(e^{-t} \frac{dy}{dt} \right) = e^{-t}\left(e^{-t} \frac{d^2 y}{dt^2} - e^{-t} \frac{dy}{dt} \right) = e^{-2t}\left(\frac{d^2 y}{dt^2} - \frac{dy}{dt} \right)$$

$$\frac{d^3 y}{dx^3} = e^{-3t}\left(\frac{d^3 y}{dx^3} - 3\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\frac{dy}{dt} \right)$$

....

$$\frac{d^k y}{dx^k} = e^{-kt} F_k$$

Bunda $F_k, \dfrac{d^k y}{dt^k}, \quad \dfrac{d^{k-1} y}{dt^{k-1}}, \quad ...., \dfrac{dy}{dt}$

larorqalikoeffisiyentlario’zgarmasbo’lganchiziqlifunksiyako’rinishdaifodalanadi. Bu topilgan qiymatlarni (1) tenglamaga qo’yib, ixchamlasak

$$F_n + a_1 F_{n-1} + \ldots a_{n-1} F_1 + a_n F_0 = 0$$

yoki F_k ni qiymatlarini e’tiborga olsak keyingi tenglamani

$$\frac{d^n y}{dt} + A_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \ldots\ldots + A_{n-1} \frac{dy}{dt} + A_n y = 0 \qquad (3)$$

Bunda $A_i \quad i = \overline{1,n}$ o’zgarmas sonlar. Bu esa o’zgarmas koeffisiyentli chiziqli differensial tenglamadir.

Misol-1 $x^3 y''' + xy' - y = 0$

$$x = e^t \qquad t = \ell n x \qquad y'_x = e^{-t} y'_t \qquad y''_x = e^{-2t}(y''_t - y'_t)$$

$$y''' = e^{-3t}(y'''_t - 3y''_t + 2y^1_t)$$

$$\ell^{3t} \cdot e^{-3t}(y'''_t - 3y''_t + 2y^1_t) + e^t \cdot e^{-t} y'_t - y = 0$$

$$y''' - 3y'' + 3y' - y = 0 \qquad y = e^{\lambda t}$$

$$\lambda^3 - 3\lambda^2 + 3\lambda - 1 = 0 \qquad (\lambda - 1)^3 = 0 \qquad \lambda_{1,2,3} = 1$$

1 xarakteristik tenglamaning uch karrali ildizi shuning uchun unga mos bo’lgan tenglamaning xususiy yechimlari.

$$e^t, \; te^t, \quad t^2 e^t \qquad y_t = e^t(c_1 + c_2 t + c_3 t^2)$$

berilgan tenglamaning umumiy yechimi esa

$y = x(c_1 + c_2 \ln|x| + c_3 \ln^2|x|)$

o'zgarmas koeffisiyenti chiziqli tenglamaga keltirilgan Eyler tenglamasi $e^{\lambda t}$, $t^m e^{\lambda t}$ ko'rinishdagi xususiy yechimlarga (agarda xarakteristik tenglamaning ildizlari haqiqiy bo'lsa) ega bo'lganligi sababli, Eyler tenglamasining uzi esa.

$x^{\lambda}, \quad [\ell n|x|]^m x^{\lambda}$

ko'rinishdagixususiyyechimlargaegabo'ladishuninguchunEylertenglamaningxususiyyechimini

$y = x^{\lambda}$ (4)

ko'rinishda izlash mumkin.

Bu xolda $y^{(i)} = \lambda(\lambda-1)(\lambda-2)....(\lambda-i+1)x^{\lambda-i}$

ga ega bo'lamiz. Bu qiymatni (1) tenglama qo'ysak:

$x^n \cdot \lambda(\lambda-1)(\lambda-2)....(\lambda-n+1)x^{\lambda-n} + a_1 x^{n-1}\lambda(\lambda-1)(\lambda-2)....(\lambda-n+2)x^{\lambda-(n-1)} +$

$...... + a_n x^{\lambda} = 0$

yoki

$\lambda(\lambda-1)(\lambda-2)....(\lambda-n+1) + a_1\lambda(\lambda-1)(\lambda-2)....(\lambda-n+2) + ... + a_{n-1}\lambda + a_n = 0$ (5

tenglamaga ega bo'lamiz. (5) Eyler tenglamasining xarakteristik tenglamasidir.

Misol-2 $x^3 y''' + xy' - y = 0$

$y = x^{\lambda} \quad y' = \lambda x^{\lambda-1} \quad y'' = \lambda(\lambda-1)x^{\lambda-2}$

$y''' = \lambda(\lambda-1)(\lambda-2)x^{\lambda-3}$

$x^3\lambda(\lambda-1)(\lambda-2)x^{\lambda-3} + x\cdot\lambda x^{\lambda-1} - x^{\lambda} = 0$

$\lambda(\lambda-1)(\lambda-2) + \lambda - 1 = 0$

$(\lambda-1)(\lambda-2\lambda+1) = 0 \qquad \lambda_1 = 1, \qquad \lambda_{2,3} = 1$

$y = c_1 x + c_2 x\ell n|x| + c_3 x\ell n^2|x|$

Agar xarakteristik tenglama $\alpha \pm \beta i$ kompeleks ildizga ega bo'lsa, u holda unga mos bo'lgan xususiy yechim quyidagicha topiladi.

$x^{(\alpha+\beta i)} = x^{\alpha}\cdot x^{\beta i} = x^{\alpha}e^{i\beta\ell nx} = x^{\alpha}(\cos\beta\ell nx + i\sin\beta\ell n(x)$

$y_1 = x^{\alpha}\cos\beta\ell n|x|$

$y_2 = x^{\alpha}\sin\beta\ell n|x|$

Misol-3 $x^2 y'' - 3xy' + 5y = 0$

$y = x^{\lambda}, \qquad x^2\lambda(\lambda-1)x^{\lambda-2} - 3x\lambda x^{\lambda-1} + 5x^{\lambda} = 0$

$\lambda(\lambda-1) - 3\lambda + 5 = 0 \qquad \lambda^2 - 4\lambda + 5 = 0 \qquad \lambda_{1,2} = 2 \pm i$

$y_1 = x^2\cos\ell n|x| \qquad y_2 = x^2\sin\ell n|x|$

Eylerning bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamasining umumiy ko'rinishi

$x^n y^{(n)} + a_1 x^{n-1}y^{(n-1)} + ... + a_{n-1}xy^1 + a_n y = f(x)$ (6)

bunda $ai(i = \overline{1,n})$ lar o'zgarmas sonlar bo'lib $f(x)$ ko'rilayotgan oraliqda uzluksiz funksiyadir.

Bunday ko'rinishdagi tenglamani xam

$x = e^t \qquad t = \ell nx$

almashtirish yordamida o'zgarmas koeffisiyentli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamaga keltirish mumkin.

Misol-3 $x^2y'' - 2y = \sin \ell nx$

$x = e^t \qquad t = \ell nx$

$y_t'' - y_t' - 2y = \sin t$

$y'' - y' - 2 \qquad \lambda^2 - \lambda - 2 = 0 \qquad \lambda_1 = -1 \qquad \lambda_2 = 2$

$u = ce^{-t} + ce^{2t} = c_1x^{-1} + c_2x^2$

$y = A\cos t + \beta \sin t \qquad A = 0{,}1 \qquad B = -0{,}3$

$y = 0{,}1\cos \ell nx - 0{,}3\sin \ell nx$

$y = u + y = c_1x^{-1} + c_2x^2 + 0{,}\backslash 1os\ell nx - 0{,}3\sin \ell nx.$

Bu berilgan differensial tenglamaning umumiy yechimidir.

$(ax+b)^n y^{(n)} + a_1(ax+b)^{n-1}y^{(n-1)} + ... + a_{n-1}(ax+b)y' + a_ny = 0$

ko'rinishdagi tenglamani xam (Lagranj tenglamasi)

$ax + b = e^t$

almashtirish yordamida koeffisiyentlari o'zgarmas bo'lgan chiziqli differensial tenglamaga keltirish mumkin.

Bizga ma'lumki xar qanday o'zgarmas koeffisiyentli bir jinsli chiziqli tenglamaning umumiy yechimini topish mumkindir. Ba'zi xollarda koeffisiyentlari o'zgaruvchi bo'lgan bir jinsli chiziqli tenglamalarni almashtirish yordamida o'zgarmas koeffisiyentli bir jinsli differensial tenglamaga keltirish mumkin.

$$y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + p_2(x)y^{(n-2)} + ... + p_{n-1}(x)y' + p_n(x)y = 0 \qquad (7)$$

tenglamada $t = \varphi(x)$ (8)

almashtirishini olamiz.

U xolda

$y_x' = \varphi'(x)y_t'$

$y_x'' = [\varphi'(x)]^2 y_t'' + \varphi''(x)y_t'$

....

$y_x^{(n)} = [\varphi'(x)]^n y_t^{(n)} + ... + \varphi^{n)}(x)y_t'$

Bu qiymatlarni (7) tenglamaga qo'ysak

$[\varphi'(x)]^n y_t^{(n)} + ... + p_n(x)y = 0$

ga ega bo'lamiz.

Ko'rilayotgan oraliqda $\varphi'(x) \neq 0$ bo'lmasin. Shunga ko'ra, keyingi tenglamadan

$$y_t^{(n)} + ... + \frac{p_n(x)}{[\varphi'(x)]^n} y = 0$$

ga ega bo'lamiz.

Bu tenglama o'zgarmas koeffisiyentli bo'lishi uchun y oldidagi koeffisiyent o'zgarmas bo'lishi kerak.

$$\frac{p_n(x)}{[\varphi'(x)]^n} = \frac{1}{c^n}$$

$[\varphi'(x)]^n = c''p_n(x) \qquad \varphi'(x) = c''\sqrt{p_n(x)}$

$t = \varphi(x) = c\int \sqrt[n]{p_n}(x)dx$

Misol-4 Chebishev tenglamasini

$$(1-x^2)y''-xy'+n^2y=0$$

(-1,1) oraliqda o'zgarmas koeffisiyentli tenglamaga keltiring.

$$y''-\frac{x}{1-x^2}y'+\frac{n^2}{1-x^2}y=0$$

$$t=c\int\sqrt{\frac{n^2}{1-x^2}}dx=cn\int\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}=\arccos x$$

$$c=-\frac{1}{n}$$

$$t=\arccos x \qquad x=\cos t$$

$$y'=-\frac{1}{\sin t}\frac{dy}{dt} \qquad y''=\frac{1}{\sin^2 t}y_t''-\frac{\cos t}{\sin^3 t}y_t'$$

$$\frac{1}{\sin^2 t}y''-\frac{\cos t}{\sin^3 t}y_t'+\frac{\cos t}{\sin^3 t}\frac{1}{\sin t}y_t'+\frac{n^2}{\sin^2 t}y=0$$

$$y_t''+n^2y=0$$

$$y=c_1\cos nt+c_2\sin nt$$

Misol-5

$$(ax+by)^n y^{(n)}+a_1(ax+by)^{n-1}y^{(n-1)}+\cdots+a_ny=0$$

tenglamani o'zgarmas koeffisiyentli tenglamaga keltiring.

$$P_n(x)=\frac{a_n}{(ax+b)^n}$$

$$t=c\int\sqrt[n]{\frac{a_n}{(ax+b)^n}}dx=c\int\frac{\sqrt[n]{a_n}}{ax+b}dx=\ln|ax+b|$$

$$\frac{c\sqrt[n]{a_n}}{a}=1 \qquad c=\frac{a}{\sqrt[n]{a_n}}$$

$$t=\ln(ax+b) \qquad ax+b=e^t$$

$$y_x'=ae^{-t}y_t'$$

$$y_x''=a^2e^{-2t}(y_t''-y_t') \qquad y_x'''=a^3e^{-3t}(y_t'''-3y_t''+2y_t')$$

Bularni berilgan tenglamaga qo'yib, so'ngra ixchamlasak

$$b_ny_t^{(n)}+b_{n-1}y_t^{(n-1)}+\ldots+b_1y_t'+b_0y=0$$

bundab_i $i=\overline{0,n}$ o'zgarmas sonlar.

Bu n-chi tartibli o'zgarmas koeffisiyentli chiziqli differensial tenglamadir.

Bessel tenglamasi

$$x^2\frac{d^2y}{dx^2}+x\frac{dy}{dx}+(x^2-n^2)y=0$$

Ko'rinishdagi tenglama Bessel tenglamasi deyiladi. Bu yerda n ixtiyoriy son. Bu tenglama $n=\frac{1}{2}$ da elementar funksiyalar yordamida integrallanadi. Bu holda tenglama

$$x^2\frac{d^2y}{dx^2}+x\frac{dy}{dx}+\left(x^2-\frac{1}{4}\right)y=0 \quad (1)$$

Ko'rinishda bo'ladi. Bu tenglamaga

$$y=x^{-\frac{1}{2}}z, \qquad z=z(x)$$

Almashtirish qo’llaymiz, buning uchun $y' \, va \, y''$hosilalarni hisoblaymiz

$$y' = x^{-\frac{1}{2}}z' - \frac{1}{2}x^{-\frac{3}{2}}z \qquad y''=x^{-\frac{1}{2}}z'' - x^{-\frac{3}{2}}z' + \frac{3}{4}x^{-\frac{5}{2}}z \qquad (2)$$

(2) ni (1) ga qo’yamiz

$$x^{\frac{3}{2}}z'' - x^{-\frac{1}{2}}z' + \frac{3}{4}x^{-\frac{1}{2}}z + x^{\frac{1}{2}}z' - \frac{1}{2}x^{-\frac{1}{2}}z + x^{\frac{3}{2}}z - \frac{1}{4}x^{-\frac{1}{2}}z = 0$$

Soddalashtirishdan so’ng

$$z'' + z = 0$$

Ko’rinishdagi o’zgarmas koeffisiyentli chiziqli tenglamani hosil qilamiz Bu tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi $z_1 = cosx, \;\; z_2 = sinx$ va umumiy yechimi $z = c_1 cosx + c_2 sinx$ eski izlanuvchi funksiyaga qaytib $n = \frac{1}{2}$ da Bessel tenglamasini

$$y = c_1 \frac{cosx}{\sqrt{x}} + c_1 \frac{sinx}{\sqrt{x}}$$

Ko’rinishdagi umumiy yechimni topamiz.

23.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Eyler tenglamasining umumiy ko’rinishi qandaybo’ladi?			
2	Eyler tenglamasining xarakteristik tenglamasini yozing?			
3	Eyler tenglamasining xususiy yechimlari qanday ko’rinishda bo’ladi?			
4	Bir jinsli bo’lmagan Eyler tenglamasi qanday yechiladi?			
5	Chebishev tenglamasi qanday yechiladi?			
6	Bessel tenglamasini umumiy ko’rinishini yozing?			
7	Bessel tenglamasi qanday yechiladi?			

23.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

23.5-ilova

"Eylerning bir jinsli va bir jinsli bo’lmagan differensial tenglamalari. Chebishev, Bessel tenglamalari" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Eyler tenglamasini yeching.

1. $x^2y'' - 2y = \cos\ln x$ **2.** $(x+1)^2 y''' - 12y' = 0$

3. $x^2y'' - xy' + x^4/(1+x^2) = 0$ **4.** $x^2y'' - xy' + y = 8x^3$

5. $x^2y'' - xy' - y = x^4$

6. $x^2y'' + y = 0$; 7. $x^2y''' - 2y' = 0$;

8. $xy''' + y'' = 0$;

9. $(x+1)^2 y'' - 2(x+1)y' + 2y = 0$;

10. $xy'' - xy' + y = 6x\ln x$; 11. $x^2y'' - xy' = -x + \dfrac{3}{x}$;

12. $x^2y'' + xy' + y = 2\sin(\ln x)$.

13. $(1+x^2)^2 y'' + 2x(1+x^2)y' + y = 0$;

14. $(1-x^2)y'' - 2xy' + n^2 y = 0$ (Chebishev tenglamasi);

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

81. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
82. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
83. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
84. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
85. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

86. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
87. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
88. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
89. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
90. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, " Ўзбекистон", 1994.
91. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
92. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
93. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
94. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
95. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
96. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
97. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

98. www.lib.homelinex.org/math
99. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
100. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

III-BOB DIFFERENSIAL TENGLAMALAR SISTEMASI
24-Ma'ruza mashg'ulot.

1. **"Differensial teglamalar sistemasining normal shakli. Normal sistema uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi. Gronuolla - Belman lemmasi" ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasi modeli**

24-ma'ruza	**Differensial teglamalar sistemaning normal shakli. Normal sistema uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi. Gronuolla - Belman lemmasi**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Differenstial teglamalar sistemaning normal shakli? 2.Normal sistema uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi. 3. Gronuolla - Belman lemmasi
Asosiy tushuncha va atamalar	Normal sistema, sistema yechish, boshlang'ich shart, umumiy integral, birinchi integral zaruriy va yetarli shart, sistema integrallari tariflari.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

1.2. "Differensial teglamalar sistemaning normal shakli. Normal sistema uchun mavjudlik va yagonalik sistemasi. Gronuolla - Belman lemmasi" ma'ruza texnologikxaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(24.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Differensial tenglamalar sistemasining normal shakli tenglamasini ko'rinishini yozing? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(24.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(24.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro'li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. Normal sistema uchun mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting? 6. Gronuolla - Belman lemmasi ayting? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi,	Savol beradilar. Tinglaydilar;

	talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(24.3-24.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(24.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

24.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

24.2-ilova

"Differensial teglamalar sistemaning normal shakli. Normal sistema uchun mavjudlik va yagonalik sistemasi. Gronuolla - Belman lemmasi" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Differensial tenglamalarning normal

$$\frac{dy_i}{dx} = f_i(x, y_1 y_2, \ldots y_n) \quad (1) \quad (i = \overline{,1n})$$

Sistemasi berilgan bo’lsin. Bundagi f_i funksiyalar va ulardan $y_1, y_2, \ldots y_n$ larga nisbatan olingan xususiy hosilalar, barcha argumentlarga nisbatan biror yopiq D sohada uzluksiz bo’lsinlar. U xolda (1) sistema uchun mavjudlik va yagonalik teoremasini qo’llash mumkin.

Agar koordinatalari $x_0, y_1^0, \ldots, y_n^0$ bo’lgan nuqta D soxada yotsa, (1) sistema bitta va faqat bitta $x = x_0$ bo’lganda $y_i = y_i^0$ boshlang’ich shartlarni qanoatlantiruvchi yechimlar sistemasiga ega bo’ladi.

Faraz etaylik bu yechimlar

$$y_i = \varphi_i(x, x_0, y_1^0, \ldots y_n^0) \qquad (2)$$

bo’lsin bu yechimlar boshlang’ich $x_0, y_1^0, \ldots, y_n^0$ qiymatlarga bog’lik bo’lib, biz ularni, turli qiymatlar qabul qilishi mumkin bo’lgan parametr uchun qabul qilamiz. Quyidagi teoremani isbotsiz keltiramiz

Agar $\frac{dy_i}{dx} = f_i(x, y_1 y_2, \ldots y_n)$ sistema biror yopiq $D \begin{pmatrix} |x - x_0| \le a \\ |y_0 - y_1^0| \le c \end{pmatrix}$ sohada $\frac{\partial f_i}{\partial y_k}$ uzluksiz xususiy hosilalarga ega bo’lsa, u xolda boshlang’ich $x_0, y_1^0, \ldots, y_n^0$ shartlar bilan aniqlangan $y_i = \varphi_i(x, x_0, y_1^0, \ldots y_n^0$ yechimlar, boshlang’ich shartlarga nisbatan- $\frac{\partial y_i}{\partial x_0}$ $\frac{\partial y_i}{\partial y_k^0}$ uzluksiz xususiy hosilalarga ega bo’ladi.

Shu teoremaga asosan (2) ning o'ng tomoni $x_0, y_1^0, .., y_n^0$ ga nisbatan uzluksiz xususiy hosilalarga ega bo'ladi.

Endi D soxada boshlang'ich ($x_0, y_1^0, .., y_n^0$) nuqtani va bu nuqtadan o'tish integral egri chiziq ustida ikkinchi bir ($x_1, y_1, y_2 .., y_n$) nuqtani olamiz. Bu nuqtalar (2) munasabat bilan bog'langan. Agar boshlang'ich nuqta uchun ($x_1, y_1, y_2 .., y_n$) nuqtani qabul qilsak, boshlang'ich qiymatlar bilan aniqlanuvchi yechimning yagonalik xosssasiga asosan, bu integral egri chizig'i ($x_0, y_1^0, .., y_n^0$) nuqtadan o'tadi va

$$y_i = \varphi_i (x, x_0, y_1^0, ... y_n^0 \quad (3)$$

munosabati mavjud.
(3) munosabat ko'rsatadikim (2) tenglamalar sistemasini boshlang'ich $y_1^0, ..., y_n^0$ qiymatlarga nisbatan D_1 soxada bir qiymatli yechish mumkin va buning o'ng tomoni $x, y_1 .. y_n$ ularga nisbatan uzluksiz xususiy hosilalarga ega.

Agar boshlang'ich y_i^0 qiymatlarni $c_1, ... c_n$ ixtiyoriy o'zgarmaslar bilan almashtirib, parametr x_0 ga biror aniq son qiymati bersak quyidagi

$$\psi_{u} (x, y_1, y_2 .. y_n) = c_i \qquad (4)$$

tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz (4) tengliklar to'plamiga (1) sistemaning umumiy integral, xar biriga esa sistemaning birinchi integrali deyiladi. (4) ning chap tomani erkli o'zgaruvchi x va $y_1, ... y_n$ no'malumlarning funksiyasidir. Agar (4) da $y_1, ... y_n$ lar o'rniga uning (2) dagi ifodasini keltirib qo'ysak u biror o'zgarmas songa aylanadi.

Yani $\psi_i (x, \varphi, (x_1, c_1, c_2, . c_n), .. \varphi_n (x, c_1, . c_n)) \equiv c_i$

bunday xossaga ega bo'lgan har qanday $\psi(x, y_1, .. y_n)$ funksiyaga (1) sistemasining integrali deyiladi.

Tarif1. Sistemaning integrali deb, aynan o'zgarmas songa teng bo'lmagan shunday $\psi(x, y_1, .. y_n)$ funksiyaga aytiladigan bundagi nomalum funksiyalar o'rniga (1) sistemaning ixtiyoriy xususiy yechimni qo'yganda u o'zgarmas qimymatga ega bo'lsin.

Agar $\psi(x, y_1, y_2 .. y_n)$, (1) sestemani integrali bo'lib, $x, y_1 .. y_n$ larga nisbatan uzluksiz xususiy hosilalargaega bo'lsa, u xolda har qanday xususiy yechim bo'lsa u o'zgarmas songa teng bo'lganligi sababli, uning to'liq $d\psi$ differensial bu yechim bo'ylab aynan nolga teng bo'ladi.

$$d\psi = \frac{\partial \psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \psi}{\partial y_1} dy + ...+ \frac{\partial \psi}{\partial y_n} dy_n \equiv 0 \quad (5)$$

lekin yechim bo'ylab biz

$dy_i \equiv f_i (x, y_1, y_2, ..., y_n) dx$ ga ega,

shuning uchun bu keyingi tenglik ikka asosan (5)

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \psi}{\partial y_1} f_1^{dx} + \frac{\partial \psi}{\partial y_2} f_1^{dx} + ...+ \frac{\partial \psi}{\partial y_n} f_n^{dx} \equiv 0 \quad (6)$$

yozilgan yoki $\frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial y_1} f_1 + . \frac{\partial \psi}{\partial y_2} f_2 + ...+ \frac{\partial \psi}{\partial y_n} f_n \equiv 0 \quad (7)$

Shunday qilib, agar $\Psi(x, y_1, .. y_n)$ integral o'zining xamma argumentlariga nisbatan uzluksiz xususiy hosilalarga ega bo'lsa uning to'liq differensiali (1) sistemaga asosan aynan nolga teng bo'ladi..

Ta'rif 2. $x, y_1,\ldots y_n$ larga nisbatan uzluksiz xususiy hosilalarga ega bo'lgan $\Psi(x, y_1, y_2,\ldots y_n)$ funksiyasi kurshayotgan soxada $\frac{d\psi}{\partial y_i}$ $(i=\overline{1,n})$ xammasi birdaniga nolga teng bulmasa va uning to'liq differensiali (1) sistemaga asosan aynan nolga teng bo'lsa, bu funksiyaga (1) sistemaning integrali deyiladi.

Shunday qilib (7) ni bajarishi berilgan ixtiyoriy ψ funksiyaning integral bulishligining zaruriy va yetarli shartini beradi.

Ikkinchi ta'rif buyicha aniqlangan (1) sistemaning integrali, birinchi tarif buyicha (1) sistemaning integral bo'ladi.

Lekin teskari to'g'ri emas, chunki birinchi ta'rif buyicha olingan integral uzishi xamma argumentlariga nisbatan xususiy hosilalarga ega bo'lmaslik mumkin. Biror usul yordamida (1) sistemani n –ta chiziqli bogliq bo'lmagan birinchi integrallarini topa olsak, ya'ni shundaylarni topolsak ularni $y_1\ldots y_n$ ga nisbatan yechganda $y_1\ldots y_n$ lar x va n-ta iztiyoriy o'zgarmas c_i lar orqali ifodalansa bu ifodalar (1) sistemaniumumiy yechimini beradi. Xakikatdan xam (4) integrallar sistemasi chiziqli bog'lik bulmasalar sistemaning yakobiani

$$\frac{D(\psi_1,\psi_2,..\psi_n)}{D(y_1,y_2,..y_n)}\neq 0$$

Faraz etaylik $x_0, y_1^0,\ldots y_n^0$ qiymatlar sistemasida yakobian nolg ateng bulmasa bu xolda bu qimatlar atrofida $y_1\ldots y_n$ lar x va $c_1\ldots c_n$ ning bir qiymatli uzluksiz funkiyalari xisoblanadi. Boshlang'ich qiymat uchun $y_1^0, y_2^0,\ldots. y_n^0$ ga yetarli yaqin bo'lgan x_0 va $y_1^0, y_2^0,\ldots. y_n^0$ larni olsak va unga mos bo'lgan ixtiyoriy o'zgarmaslari $c_1\ldots c_n$ bilan belgilasak bu o'zgarmaslarning qiymatlari (1) sistemaning yechimni aniqlaydi. Ya'ni

$$y_1=\overline{\varphi_1}(x,\overline{c_1},\overline{c_2}\ldots\overline{c_n})$$
$$y_1=\overline{\varphi_2}(x,\overline{c_1},\ldots\overline{c_n})$$
$$y_n=\overline{\varphi_n}(x,\overline{c_1},\ldots\overline{c_n})$$

bu yechimlar $x=x_0$ qiymatida oldindan berilgan $\overline{y}_1^0\ldots,\overline{y}_n^0$ boshlang'ich qiymatlarini qabul qiladi. Bu ega umumiy yechimning shartidir. Shunday qilib n- ta chiziqli bog'lanmagan birinchi integrallar ma'lum bo'lsa bu (1) sistemani integrallash bilan teng noldir . Agar bizga bitta birinchi $\Psi(x, y_1,\ldots y_n)=c$ integral berilgan bo'lsa, unda o'zgaruvchilardan ixtiyoriy birinchi masala y_n x va qolganlari orqali ishodalash mumkin $y_n=\phi(x, y,\ldots y_{n-1,} c)$ bo'ladi .

Buni (1) sistemaning 1,2, va…(n-1) siga qo'ysak $n-1$ noma'lumli $n-1$ ta tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz. Yani sistemani tartibi bittaga ko'payadi. Xosil bo'lgan $n-1$ tartibli yangi sistemani integrallash natijasida $n-1$ ixtiyoriy o'zgarmaslarga ega bo'lamiz. S bilan n-ta ixtiyoriy o'zgarmaslarga ega bo'lamiz chni umumiy yechimga ega bo'lamiz.

Xuddi shunga o'xshash agar biz k-ta chiziqli bog'lanmagan birinchi integrallarga ega bo'lsak sistemani tartibi k birlikka kamayadi.

Misol1.

$$\begin{cases}\frac{dx}{dt}=\frac{x^2-t}{y} & \varphi_1=t^2+2xy\\ \frac{dx}{dt}=-x & \varphi_2=x^2-ty\end{cases}$$

sistema uchun differensial tenglama sistemasi uchun birinchi bo'ladimi. φ_1 va φ_2 funksiyalar uchun birinchi integral bo'lishligining zaruriy va yetarli shartlarning bajarilishini tekshiramiz.

$$\frac{\partial\varphi_1}{\partial t}+\frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial t}+\frac{\partial\varphi_1}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial t}\equiv 0$$

bo'lishikerak.

$$\frac{\partial\varphi_1}{\partial t}+\frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial t}+\frac{\partial\varphi_1}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial t}\equiv 0$$ φ_1 bo'ladi, φ_2 bulmaydi.

$$\frac{\partial\varphi_1}{\partial t}+\frac{\partial\varphi_1}{\partial x}f_1+\frac{\partial\varphi_1}{\partial y}f_2=2t+2y\left(\frac{x^2-t}{y}\right)+2x(-x)\equiv 0$$

$$\frac{\partial\varphi_2}{\partial t}+\frac{\partial\varphi_2}{\partial x}f_1+\frac{\partial\varphi_2}{\partial y}f_2=-y+2x\left(\frac{x^2-t}{y}\right)-t(-x)=-y+\frac{2x^3}{y}-\frac{2xt}{y}+tx\neq 0$$

Gronuolla - Belman lemmasi

$f(x),\lambda(x)$ funksiyalar (a,b)da uzluksiz va $f(x)\geq 0,\lambda(x)\geq 0,\mu>0$ uchun

$$f(x)\leq\lambda(x)+\mu\left|\int_{x_0}^{x}f(b)ds\right|,(x_0,x\epsilon(a,b))\quad(1)$$

Tengsizlik o'rinli bo'lsin. Bu holda barcha $x\epsilon(a,b)$uchun

$$f(x)\leq\lambda(x)+\mu\left|\int_{x_0}^{x}\lambda(s)\exp\left(\mu(x-s)\right)ds\right|\quad(2)$$

O'rinli bo'ladi.

Isbot $x\geq x_0$ holni ko'ramiz

$$F(x)=\int_{x_0}^{x}f(s)ds$$

Belgilash olamiz. (1) dan

$$0\leq f(x)\leq\lambda(x)+\mu F(x)\quad(3)$$

ni hosil qilamiz, yoki

$$F'(x)\leq\lambda(x)+\mu F(x)\quad(4)$$

(4) ni $\exp\left(-\mu(x-x_0)\right)$ ga ko'paytiramiz va natijani

$$\frac{d}{dx}\left[\exp\{-\mu(x-x_0)\}F(x)\right]\leq\lambda(x)\exp\left(-\mu(x-x_0)\right)$$

Shaklga keltirish nunkin

Yoki

$$F(x)\leq\int_{x_0}^{x}\lambda(s)\exp\left(\mu(x-s)\right)ds$$

Bu tengsizlik va (3) dan

$$f(x)\leq\lambda(x)+\mu\int_{x_0}^{x}\lambda(s)\exp\left(\mu(x-s)\right)ds$$

ni hosil qlamiz. Bu $x\geq x_0$ hol uchun (2) tengsizlikni beradi. $x\leq x_0$ hol ham shu usulda isbotlanadi.
Xususiy holni ko'ramiz. λ —o'zgarmas son bo'lsin U holda

$$\left|\int_{x_0}^{x}\exp\left(\mu|x-s|\right)ds\right|=\begin{cases}\frac{1}{\mu}\left(\exp\left(\mu(x-x_0)\right)-1\right),agar\ x\geq x_0\\ \frac{1}{\mu}\left(\exp\left(\mu(x_0-x)\right)-1\right),agar\ x\leq x_0\end{cases}$$

Yoki

$$\mu\left|\int_{x_0}^{x}\exp\left(\mu|x-s|\right)ds\right|=\exp(\mu|x-x_0|)-1\quad(5)$$

ni hosil qilamiz.

(5) tengsizlik yordamida yagonalik teoremasini osongina hosil qilish mumkin.

Teorema $\frac{dy}{dx} = f(x,y)$ (6) tenglama berilgan bo'lsin va $\frac{\partial f}{\partial y}$ hosila DG sohada aniqlangan va uzluksiz bo'lsin.

Berilgan tenglama (a,b) da aniqlangan va ikkita yechimi biror $x_0 \in (a,b)$ nuqtada o'zoro teng qiymatlar qabul qilsa u holda bu yechimlar $x \in (a,b)$larda o'zoro teng bo'ladi.

Isbot $\varphi_1(x)$ va $\varphi_2(x)$ (6) tenglamani ikkita yechimi bo'lsin va $\varphi_1(x_0) = \varphi_2(x_0) = y_0$

(6) tenglamaga mos

$$y(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(s, y(s))ds$$

Integral tenglamadan

$$\varphi_1(x) - \varphi_2(x) = \int_{x_0}^{x} f(s, \varphi_1(s)) - f(s, \varphi_2(s))ds$$

ni hosil qilamiz

$R \subset D$-markazi (x_0, y_0) nuqtada bo'lgan yopiq to'g'ri to'rtburchak bo'lsin va $(x, \varphi_1(x)) \in R$, $(x, \varphi_2(x)) \in R$. Agar $x \in U$ bu yerda $U - x_0$nuqtaning (a,b)da olinganyetarlicha kichik atrofi.

Lagranj formulasiga ko'ra

$$|\varphi_1(x) - \varphi_2(x)| \le L \left| \int_{x_0}^{x} \varphi_1(s) - \varphi_2(s) \right| ds,$$

Bunda $L = \sup_R \left|\frac{\partial f}{\partial y}\right|$ (5) formuladan $\lambda = 0$ va $\mu = L$ bo'lganda barcha $x \in U$ lar uchun $r(x) = |\varphi_1(x) - \varphi_2(x)| = 0$ shart kelib chiqadi.

β ,$r(x) = 0$ tenglik bajariladigan $[x_0, b)$ ning o'ng chegarasi bo'lsin. $\beta = b$ ni isbotlaymiz. Teskarisini faraz qilamiz, ya'ni $\beta \neq b$ bo'lsin $r(x)$ uzluksizligidan $[x_0, b) = [x_0, \beta]$ $(\beta, \varphi_1(\beta)) = (\beta, \varphi_2(x))$ nuqta uchun yuqorida yuritilgan fikrlarni qo'llaymiz va β nuqtaning biror atrofida $r(x) = 0$ ni hosil qilamiz. Bundan β $r(x)$ ni nolga aylanadigan kesmaning o'ng chegarasi bo'lmaydi. Demak farazimiz noto'g'ri va $\beta = b$. Xuddi shunday a $r(x)$ nolga aylanadigan kesmani chap chegara bo'lishi isbotlanadi.

024.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Differensial teglamalar sistemaning normal shakli ko'rinishini yozing?			
2	Sistemaning integrali ta'rifini ayting?			
3	Birinchi integral deb nimaga aytiladi?			

4	Normal sistema uchun mavjudlik va yagonalik teaoremasini ayting?			
5	Gronuolla - Belman lemmasini isbotlang			

24.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

24.5-ilova

“Differensial teglamalar sistemasining normal shakli. Normal sistema uchun mavjudlik va yagonalik teoremasi. Gronuolla - Belman lemmasi” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

1. Xamma agumentlariga nisbatan uzluksiz xususiy xosilalarga ega bo’lgan sistemaning birinchi integrali bo’lishining zaruriy va yetarli shartini yozing?
2. Normal sistema simmetrik kurinishga qanday almashtirish yordamida keltirish mumkin?
3. Sistemaning simmetrik formasini afzalligi nimada.
4. Differensial tenglamalarning normal sistemasi qanday ko’rinishga ega? Qanday sistemalarga chiziqli, bir jinsli va bir jinsli bo’lmagan sistemalar deyiladi?
5. Differensial tenglamalarning normal sistemasi uchun Koshi masalasi qanday qo’yiladi?
6. Differensial tenglamalarning normal sistemasi umumiy yechimi, xususiy yechimi, umumiy integrali tushunchalarini izohlang.
7. Gronuolla - Belman lemmasi isbotini keltirib chiqaring?

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

101. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
102. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
103. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
104. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
105. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

106. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
107. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган

Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
108. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
109. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
110. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
111. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
112. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
113. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
114. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
115. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
116. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
117. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

118. www.lib.homelinex.org/math
119. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
120. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

25-Ma’ruza mashg’ulot.

1. **“Bir jinsli chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi. Ostrogradskiy-liuvill formulasi” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli**

25-ma’ruza	**Bir jinsli chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi. Ostrogradskiy-liuvill formulasi**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Bir jinsli chiziqli differensialtenglamalar sistemasi. 2.Yechim xossalari. 3. Ostrogradskiy-liuvill formulasi
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa

bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.

2. " Bir jinsli chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi. Ostrogradskiy-liuvill formulasi " ma'ruza texnologik xaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(25.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Bir jinsli chiziqli differenstial tenglamalar sistemasini umumiy ko'rinishini yozing? 2)Fundamental yechimlar sistemasi deb, qanday yechimga aytiladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(25.2-ilova).	Tinglaydilar; Guruhlarda

daqiqa)	Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(25.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro'li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. Bir jinsli chiziqli differenstial tenglamalar sistemasini umumiy ko'rinishini yozing? 6.Chiziqli differensial tenglamalar deb qanday tenglamaga aytiladi? 7.Sistema uchun Ostrogradskiy-Liuvill formulasi qanday bo'ladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(25.3-25.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(25.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

25.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni	0,6	30				

aniq ko'rsatish va h.k.)						
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

25.2-ilova

" Bir jinsli chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi. Ostrogradskiy-liuvill formulasi" mavzusi bo'yicha tarqatma material

TA'RIF. Chiziqli differensial tenglamalar sistemasi deb, tenglamada qatnashayotgan noma'lum funksiyalar va ularning hosilalari birinchi darajada bo'lgan tenglamalarga aytiladi. Chiziqli differensial tenglamalar sistema (ch.d.t.s.) ning kanonik ko'rinishi

$$\frac{dy_i}{dx}=\sum_{j=1}^{n}P_{ij}(x)y_j+f_i(x) \qquad (1^*) \qquad (i=\overline{1,n})$$

dan iborat.

Bunda $P_{ij}(x)$, $f_i(x)$ lar ko'rilayotgan oraliqda x–ning uzluksiz funksiyalaridir.

(1^*) sistemani vektorli ravishda

$$\frac{dy}{dx}=A(x)Y+f(x) \qquad (2^*)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bunda $A(x)$ matrisa funksiya, $f(x)$ vektor-funksiya.

$$A(x)=\begin{pmatrix} P_{11}(x) & P_{12}(x) & - & P_{1n}(x) \\ P_{21}(x) & P_{22}(x) & - & P_{2n}(x) \\ - & - & - & - \\ P_{n1}(x) & P_{n2}(x) & - & P_{nn}(x) \end{pmatrix}, \quad f(x)=\begin{pmatrix} f_1(x) \\ f_2(x) \\ - \\ f_n(x) \end{pmatrix}=colon(f_1, f_2,.., f_n)$$

$$Y=\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ - \\ y_n \end{pmatrix}=colon(y_1, y_2,...,y_n), \quad \frac{dy}{dx}=\begin{pmatrix} \frac{dy_1}{dx} \\ . \\ \frac{dy_n}{dx} \end{pmatrix}$$

$f(x)$ koordinatalari, $(f_1, f_2,.., f_n)$ bo'lgan vektor-funksiya.

Agar (1^*) sistemada, ko'rilayotgan oraliqdagi x ning hamma qiymatlari uchun $f_i(x)\neq 0$ bo'lsa, (1^*) sistemaga birjinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamalar sistemasi deyiladi.

Agar $f_i(x)=0$ bo'lsa,

$$\frac{dy_i}{dx}=\sum_{j=1}^{n}P_{ij}(x)y_j \qquad (1) \qquad (i=\overline{1,n})$$

ga, birjinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemasi deyiladi.

Bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemasi.

Bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemasi berilgan bo'lsin

$$\frac{dy_i}{dx}=\sum_{j=1}^{n}P_{ij}(x)y_j \qquad (1) \qquad (i=\overline{1,n})$$

Quyidagi teoremalarni osonlik bilan isbotlash mumkin.

TEOREMA 1. Agar $y_{11}, y_{12},..,y_{1n}$ lar (1) sistemaning yechimlari bo'lsa, u xolda $cy_{11}, cy_{12},..,cy_{1n}$ $(c = const)$ lar xam (1) sistemaning yechimlari bo'ladi.

TEOREMA 2. Agar $y_{11}, y_{12},..,y_{1n}$ va $y_{21}, y_{22},..,y_{2n}$ lar (1) sistemaning yechimlari bo'lsa, u xolda $y_{11} + y_{21}$, $y_{12} + y_{22},...,y_{1n} + y_{2n}$ lar xam (1) sistemaning yechimlari bo'ladi.

Faraz etaylik (1) sistemaning xususiy yechimlari

$$\begin{matrix} y_{11} & y_{12} & - & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & - & y_{2n} \\ - & - & - & - \\ y_{n1} & y_{n2} & - & y_{nn} \end{matrix} \qquad (2)$$

bo'lsin.

Agar bu xususiy yechimlardan tuzilgan

$$W(x) = \begin{vmatrix} y_{11} & y_{12} & - & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & - & y_{2n} \\ - & - & - & - \\ y_{n1} & y_{n2} & - & y_{nn} \end{vmatrix} \neq 0 \qquad (3)$$

determinant nolga teng bo'lmasa, (2) yechimlar sistemasiga, (1) sistemaning fundamental yechimlar sistemasi (fes) deyiladi.

TEOREMA 3. Agar berilgan differensial tenglamalar sistemasining koeffisiyentlari ko'rilayotgan oraliqda uzluksiz bo'lsalar, bu xolda sistemaning bu oraliqda aniqlangan fundamental yechimlar sistemasi mavjuddir.

ISBOT. b_{ik} $(i, k = \overline{1, n})$ sonlaridan n^2 tasini shunday tanlab olamizki, ulardan tuzilgan determinant nolga teng bo'lmasin, ya'ni

$$\begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & - & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & - & b_{2n} \\ - & - & - & - \\ b_{n1} & b_{n2} & - & b_{nn} \end{vmatrix} \neq 0 \qquad (4)$$

(1) sistemaning n^2 ta $y_{ik}(x)$ xususiy yechimlarining shunday tanlab olamizkim, ular $x = x_0$ da $y_{ik}(x) = b_{ik}$ boshlang'ich shartlarni qanoatlantirsin. Xususiy yechimlar ko'rilayotgan oraliqda uzluksiz funksiyalardan iborat. (4) ga asosan ulardan tuzilgan determinant nolga teng bo'lmagani uchun, bu xususiy yechimlar (1) sistemasining fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi.

TEOREMA 4. Agar ko'rilayotgan oraliqning biror x_0 nuqtasida $W(x_0) \neq 0$ bo'lmasa, u xolda oraliqning xamma nuqtalarida bulmaydi $W(x) \neq 0$.

ISBOT. Teoremani isboti uchun (3) determinantning ustun elementlari bo'yicha hosilani olamiz.

Ma'lumki n-tartibli determinantning hosilasi n–ta n-tartibli determinantlar yig'indisiga teng bo'lib, ularning birinchisida faqat birinchi ustun elementlarining hosilasi olinib, qolgan elementlar uz xoliga qoladi, ikkinchi determinantida ikkinchi ustun elementlarining hosilasi olinib, qolgan elementlar uz xoliga qoladi va xokazo, ya'ni

$$W'(x)=\sum_{i=1}^{n}\begin{vmatrix} y_{11} & y_{12} & - & y'_{1i} & - & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & - & y'_{2i} & - & y_{2n} \\ - & - & - & - & - & - \\ y_{n1} & y_{n2} & - & y'_{ni} & - & y_{nn} \end{vmatrix}$$

bundagi y'_{ki} lar o'rniga (1) sistemadan

$$\frac{dy_{ki}}{dx}=\sum_{j=1}^{n}P_{ij}(x)y_{kj}$$

qiymatlarni keltirib qo'ysak,

$$=\sum_{i=1}^{n}\begin{vmatrix} y_{11} & y_{12} & - & P_{ij}(x)y_{1j} & - & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & - & P_{ij}(x)y_{2j} & - & y_{2n} \\ - & - & - & - & - & - \\ y_{n1} & y_{n2} & - & P_{ij}(x)y_{nj} & - & y_{nn} \end{vmatrix}$$

bu oxirgi determinant $i \neq j$ bo'lmaganda u nolga teng bulib, $i=j$ bo'lganda $P_{ii}(x)W(x)$ ga teng bo'ladi.

$$W'(x)=\sum_{i=1}^{n}P_{ii}(x)W(x)$$

Bundan $$\frac{dW(x)}{W(x)}=\sum_{i=1}^{n}P_{ii}(x)dx$$

buni xar ikkala tomonini $[x_0,x]$ oraliqda integrallasak

$$\ln W(x)\big|_{x_0}^{x}=\int_{x_0}^{x}\sum_{i=1}^{n}P_{ii}(x)dx \text{ yoki}$$

$$W(x)=W(x_0)e^{\int_{x_0}^{x}\sum_{i=1}^{n}P_{ii}(x)dx} \qquad (5)$$

Bundan ko'rinadikim, agar $W(x_0)\neq 0$ bo'lmasa, u xolda $W(x)\neq 0$ bo'lmaydi. (5) ga sistema uchun Ostrogradskiy-Liuvill formulasi deyiladi.

TEOREMA 5. Agar $y_{k1}, y_{k2},..,y_{kn}$ $(k=\overline{1,n})$ (1) sistemaning fundamental yechimlar sistemasi bo'lsa, u xolda (1) sistemaning umumiy yechimi

$$y_i(x)=\sum_{k=1}^{n}c_k y_{ki} \qquad (6) \qquad (i=\overline{1,n})$$

dan iborat.

ISBOT. 1 va 2 teoremalarga asosan (6), (1) sistemaning yechimi bo'ladi. Uning umumiy yechim ekanligini ko'rsatish uchun undagi o'zgarmaslarni $-c_k$ shundayaniqlab olish mumkin bo'lsakim $x=x_0$ bo'lganda $y_i(x_0)=y_i^{(0)}$ (7) boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi tenglamaning xamma xususiy yechimlarini aniqlash mumkin bo'lsin $y_i^{(0)}$ ixtiyoriy son.

(7) ni (6) ga olib borib qo'ysak c_k ga nisbatan n-ta birjinsli bo'lmagan chiziqli algebraik tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz.

$$\sum_{k=1}^{n}c_k y_{ki}(x_0)=y_i^{(0)} \qquad (8)$$

Bu sistemaning asos determinanti Vronskiy determinantidan iborat bulib, u nolga teng bo'lmaydi. Chunki shartga asosan $y_{k1}, y_{k2},..,y_{kn}$ lar (1) sistemaning fundamental yechimlar sistemasidan iborat.

Shuning uchun (8) sistemadan $c_k = c_k^*$ lar bir qiymatli aniqlanadi c_k^* larning bu qiymatlarini (6) ga olib borib qo'ysak boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi (1) sistemaning xamma xususiy yechimlarini aniqlash mumkin.

<u>Misol</u>-1 Agar $y_{k1}, y_{k2}...,y_{ki},..y_{kn}$ fundamental yechimlar sistemasi berilgan bo'lsa, unga mos bo'lgan bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemasini toping.

Faraz etaylik izlanayotgan tenglama

$$\frac{dy_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x) y_j \qquad (9) \qquad \text{bo'lsin.}$$

Bunda $P_{ij}(x)$ lar aniqlanishi kerak bo'lgan noma'lum funksiyalar.

Fundamental yechimlar sistemasidan $i-$chisini (9) tenglamaga qo'ysak

$$\frac{dy_{ki}}{dx} = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x) y_{kj} \qquad (10)$$

ayniyatiga ega bo'lamiz. Bu esa $P_{ij}(x)$ larga nisbatan n noma'lumli n ta tenglamalar sistemasidan iboratdir. Bu sistemaninig asos determinanti Vronskiy determinantidan iborat bo'lgani uchun; undan $P_{ij}(x)$ lar bir qiymatli aniqlanadi. Bu topilgan $P_{ij}(x)$-larni (9) tenglama qo'ysak izlangan tenglamaga ega bo'lamiz.

Buni determinant shaklida xam yozish mumkin

$$\begin{vmatrix} \frac{dy_i}{dx} & \frac{dy_{1i}}{dx} & \frac{dy_{2i}}{dx} & - & \frac{dy_{ni}}{dx} \\ y_1 & y_{11} & y_{21} & - & y_{n1} \\ - & - & - & - & - \\ y_n & y_{1n} & y_{2n} & - & y_{nn} \end{vmatrix} = 0$$

<u>Misol</u>-2$y_{11}=x+1 \quad z_{12}=x$

$y_{21}=2 \quad z_{22}=x$

ikki noma'lumli y, z tenglamalarning fundamental yechimlar sistemasi berilgan bo'lsa, tenglamani uzini aniqlash.

$$\begin{vmatrix} \frac{dy}{dx} & 1 & 0 \\ y & x+1 & 2 \\ z & x & x \end{vmatrix} = 0,$$

$$\begin{vmatrix} \frac{dz}{dx} & 1 & 1 \\ y & x+1 & 2 \\ z & x & x \end{vmatrix} = 0$$

y_{ij}-noma'lum funksiya, i-yechimi

$$x(x+1)\frac{dy}{dx}+2z+0-0-2x\frac{dy}{dx}-xy=0$$

$$\begin{cases}\dfrac{dy}{dx}=\dfrac{y}{x-1}-\dfrac{2z}{x(x-1)}\\ \dfrac{dz}{dx}=(\dfrac{1}{x-1}-\dfrac{1}{x^2-x)})z=\dfrac{z}{x}\end{cases}$$

$$x(x+1)\frac{dz}{dx}+2z+xy-z(x+1)-2x\frac{dz}{dx}-xy=0$$

$$\left[x(x+1)-2x\right]\frac{dz}{dx}=\left[(x+1)-2\right]z$$

$$\left(x^2-x\right)\frac{dz}{dx}=\left(x-1\right)z \qquad x\frac{dz}{dx}=z$$

$$\frac{dz}{dx}=\frac{z}{x}$$

25.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Chiziqli differensial tenglamalar sistemasi deb qanday tenglamaga aytiladi?			
2	Chiziqli birjinsli va birjinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasining umumiy ko’rinishini yozing?			
3	Fundamental yechimlar sistemasi deb, qanday yechimga aytiladi?			
4	Sistema uchun Ostrogradskiy-Liuvill formulasi qandaybo’ladi?			
5	Fundamental yechimlar sistemasi berilgan bo’lsa, sistemaning umumiy yechimi qanday bo’ladi?			

25.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

25.5-ilova

“Bir jinsli chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi. Ostrogradskiy-liuvill formulasi” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Differensial tenglamalar sistemasini yeching

1. $$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = \dfrac{t}{y}, \\ \dfrac{dy}{dt} = -\dfrac{t}{x}. \end{cases}$$

2. $$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = -\dfrac{y}{t}, \\ \dfrac{dy}{dt} = -\dfrac{x}{t}. \end{cases}$$

3. $$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = x^2 y, \\ \dfrac{dy}{dt} = \dfrac{y}{t} - xy^2. \end{cases}$$

4. $$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = \dfrac{y}{(x-y)^2}, \\ \dfrac{dy}{dt} = \dfrac{x}{(x-y)^2}. \end{cases}$$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Asosiy

1. Saloxiddinov M.S. Nasriddinov G.N. **Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари**

Асосий адабиётлар

121. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
122. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
123. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
124. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
125. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

126. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
127. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маърузa,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
128. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
129. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
130. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
131. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
132. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
133. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
134. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
135. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
136. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
137. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

138. www.lib.homelinex.org/math
139. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
140. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

26-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi O’zgarmaslarni variatsiyalash usuli” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

26-ma’ruza	**Bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi O’zgarmaslarni variatsiyalash usuli.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi 2.O’zgarmaslarni variasiyalash usuli.
Asosiy tushuncha va atamalar	Chiziqli tenglamala sistemasi, birjinsli va birjinslibo’lmagan tenglamalar sistemasi, variasiyalash metodi, xarakteristik tenglama, xususiy yechim, umumiy yechim.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi O’zgarmaslarni variatsiyalash usuli" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(26.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) Bir jinsli bo’lmagan chiziqli differenstial tenglamalar sistemasini umumiy ko’rinishini yozing? 2)O’zgarmaslarni variatsiyalash usuli? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(26.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(26.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro’li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. Bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasining bitta xususiy yechimi berilgan bo’lsa, uni yechish nimadan iborat? 6. Sistema uchun o’zgarmaslarni variasiyalash nimadan iborat?	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini

	2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(26.3-26.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(26.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

26.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

26.2-ilova

"Bir jinsli bo'lmagan chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi O'zgarmaslarni variatsiyalash usuli" mavzusi bo'yicha tarqatma material

Bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamalar sistemasining sodda ko'rinishi

$$\frac{dy_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x) y_j + f_i(x) \qquad (1) \quad (i = \overline{1,n})$$

dan iborat.

Bunda $P_{ij}(x)$ va $f_i(x)$ lar ko'rilayotgan oraliqda x ning uzluksiz funksiyasidir (1) sistemasining koeffisiyentlaridan tuzilgan

$$\frac{dy_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x) y_j \qquad (2)$$

sistemaga, (1) tenglamalar sistemasiga mos bo'lgan bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemasi deyiladi.

TEOREMA. Agar Y_i lar (1) sistemaning xususiy yechimlari bo'lsa uning umumiy yechimini topish, unga mos bo'lgan bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemasini umumiy yechimini topishga keltiriladi.

ISBOT. $y_i = Y_i + z_i$ (3) almashtirishini olamiz bunda z_i yangi no'malum funksiya. (3) ni (1) sistemaga qo'ysak

$$\frac{d(Y_i + z_i)}{dx} = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x)(Y_j + z_j) + f_i(x)$$

yoki

$$\frac{dY_i}{dx} + \frac{dz_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x) Y_j + \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x) z_j = f_i(x) \qquad (4)$$

lekin
$$\frac{dY_i}{dx} \equiv \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x) Y_j + f_i(x)$$

bo'lgan uchun (4) sistemadan

$$\frac{dz_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x) z_j \qquad (5)$$

ga ega bo'lamiz. Bu esa bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemadir. Faraz etaylik (5) sistemaning umumiy yechimi

$$z_i = \sum_{k=1}^{n} c_k y_{ki}$$

bo'lsin u vaqtda (3) ga asosan (1) sistemaning umumiy yechimi

$$y_i = Y_i + \sum_{k=1}^{n} c_k y_{ki}$$

dan iborat bo'ladi.

Sistema uchun o'zgarmaslarni variasiyalash metodi (Lagranj metodi).

TEOREMA. Agar (1) sistemaga mos bo'lgan (2) bir jinsli chiziqli differensial tenglama sistemani umumiy yechimi ma'lum bo'lsa, (1) sistemaning umumiy yechimi kvadratura yordamida aniqlanadi.

ISBOT. Faraz etaylik (2) sistemaning umumiy yechimi

$$y_i = \sum_{k=1}^{n} c_k y_{ki} \qquad (5)$$

bo'lsin. Bunda c_k ni x ning funksiyasi deb $c_k(x)$ larni aniqlash uchun (5) ni (1) ga olib borib qo'yamiz:

$$\sum_{k=1}^{n} c'_k(x) y_{ki} + \sum_{k=1}^{n} c'_k(x) y'_{ki} = \sum_{k=1}^{n} P_{kj}(x) \sum_{k=1}^{n} c_k(x) y_{ki} + f_i(x)$$

yoki
$$\sum_{k=1}^{n} c'_k(x) y_{ki} + \sum_{k=1}^{n} c'_k(x)[y'_{ki} - \sum_{k=1}^{n} P_{kj}(x) y_{ki}] = f_i(x) \qquad (6)$$

y_{ki} lar (2) sistemaning fundamental yechimlar sistemasi bo'lgani uchun kvadrat qavs ichidagi ifoda nolga teng bo'ladi u holda (6) dan bu esa $c_k'(x)$ larga nisbatan n noma'lumli n - ta bir jinsli bo'lmagan tenglamalar sistemasidan iborat bo'lib, uning asos determinanti $W(x) \neq 0$ bo'lmagani uchun (7) sistemadan $c_k'(x)$ lar bir qiymatli aniqlanadi, ya'ni

$$c_k'(x) = \sum_{m=1}^{n} \frac{W_{mk}(x) f_m(x)}{W(x)}$$

bunda $W_{mk}(x)$ Vronskiy determinantining $W(x)$, y_{mk} elementining algebraik tuldiruvchisidir.

Keyingi tenglikning x_0 dan x oralig'ida integrallasak

$$c_k(x) = \sum_{m=1}^{n} \int_{x0}^{x} \frac{W_{mk}(x)}{W(x)} f_m(x)dx + \gamma k \qquad \gamma_k = const \qquad k = \overline{1,n} \qquad (8) .$$

ni (5) ga qo'ysak, (1) sistemaning umumiy yechimi

$$y_i(x) = \sum_{k=1}^{n} \gamma_k y_{ki} + \sum_{k=1}^{n} y_{ki} \sum_{m=1}^{n} \int_{x0}^{x} \frac{W_{mk}(x)}{W(x)} f_m(x)dx$$

ga ega bo'lamiz. Bundagi birinchi summa (2) sistemaning umumiy yechimi bo'lib, ikkinchi summa esa (1) sistemaning xususiy yechimidir.

Misol-1

$$\begin{cases} \dot{x} = y + 2e^t \\ \dot{y} = x + t^2 \end{cases}$$

Yechish:

Berilgan sistemaga mos bir jinsli sistema tuzib olamiz

$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = x \end{cases} \qquad (*)$$

Bu sistemaga Eyler usulini qo'llaymiz

$$\begin{cases} x = \alpha e^{\lambda t} \\ y = \beta e^{\lambda t} \end{cases}$$

Ko'rinishdagi xususiy yechimni izlaymiz:

$$\begin{cases} \dot{x} = \alpha\lambda e^{\lambda t} \\ \dot{y} = \beta\lambda e^{\lambda t} \end{cases}$$

Bu ifodani (*) ga qo'yamiz:

$$\begin{cases} \alpha\lambda e^{\lambda t} - \beta e^{\lambda t} = 0 \\ \beta\lambda e^{\lambda t} - \alpha e^{\lambda t} = 0 \end{cases}$$

Bu sistemaga mos xarakteristik tenglama tuzamiz:

$$\mathcal{D}(\lambda) = \begin{vmatrix} \lambda & -1 \\ -1 & \lambda \end{vmatrix} = 0 \quad - \quad \text{xarakteristik tenglama}$$

$$\lambda^2 - 1 = 0$$

$$\lambda_1 = 1 \qquad \lambda_2 = -1$$

$\lambda_1 = 1$ uchun α, β larni izlaymiz:

$$\begin{cases} \alpha - \beta = 0 \\ \alpha - \beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \quad \alpha = \beta$$

$\alpha = 1 \qquad \beta = 1$

$$\begin{cases} x = \alpha e^{\lambda t} \\ y = \beta e^{\lambda t} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = e^t \\ y_1 = e^t \end{cases} -\text{xususiy yechim.}$$

$\lambda_2 = -1$ uchun α, β larni izlaymiz:

$$\begin{cases} -\alpha - \beta = 0 \\ -\alpha - \beta = 0 \end{cases} \Rightarrow \quad -\alpha = \beta$$

$\alpha = 1 \qquad\qquad \beta = -1$

$$\begin{cases} x = \alpha e^{\lambda t} \\ y = \beta e^{\lambda t} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_2 = e^{-t} \\ y_2 = -e^{-t} \end{cases}$$ $-$xususiy yechim.

Demak mos bir jinsli sistemaning umumiy yechim ko'rinishi quyidagicha:

$$\begin{cases} x = c_1x_1 + c_2x_2 \\ y = c_1y_1 + c_2y_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = c_1e^t + c_2e^{-t} \\ y = c_1e^t - c_2e^{-t} \end{cases}$$ $-$ mos bir jinsli sistemaning umumiy yechimi

Endi bundan sistemaning umumiy yechimini topamiz:

Buning uchun mos bir jinsli sistemaning umumiy yechimidan foydalanamiz:

$$\begin{cases} x = c_1e^t + c_2e^{-t} \\ y = c_1e^t - c_2e^{-t} \end{cases}$$

Bunga varriatsialash usulini qo'llaymiz:

$$\begin{cases} c_1 = c_1(t) \\ c_2 = c_2(t) \end{cases}$$ deb olamiz. Bundan

$$\begin{cases} x = c_1(t)e^t + c_2(t)e^{-t} \\ y = c_1(t)e^t - c_2(t)e^{-t} \end{cases} \qquad (**)$$

endi hosilalarini olamiz:

$$\begin{cases} \dot{x} = c_1'(t)e^t + c_1(t)e^t + c_2'(t)e^{-t} - c_2(t)e^{-t} \\ \dot{y} = c_1'(t)e^t + c_1(t)e^t - c_2'(t)e^{-t} + c_2(t)e^{-t} \end{cases}$$

Demak

$$\begin{cases} c_1'(t)e^t + c_2'(t)e^{-t} = 2e^t \\ c_1'(t)e^t - c_2'(t)e^{-t} = t^2 \end{cases}$$

Bu sistemadan $c_1(t)$ va $c_2(t)$ larni topamiz.

$$\begin{cases} 2c_1'(t)e^t = 2e^t + t^2 \\ c_2'(t)e^{-t} = 2e^t - e^t - \frac{1}{2}t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c_1'(t) = \frac{1}{2}t^2e^{-t} + 1 \\ c_2'(t) = e^{2t} - \frac{1}{2}t^2e^t \end{cases}$$

Integrallaymiz:

$$\begin{cases} c_1(t) = t + \frac{1}{2}(-t^2 - 2(t+1))e^{-t} + c_1 \\ c_2(t) = \frac{1}{2}e^{2t} - \frac{1}{2}(t^2 - 2(t-1))e^t + c_2 \end{cases} \Rightarrow \qquad c_1, c_2 - const.$$

$c_1(t)$ va $c_2(t)$ larni (**) ga olib borib qo'yamiz.

$$\begin{cases} x = \left(t - \frac{1}{2}(t^2 + 2(t+1))e^{-t} + c_1\right)e^t + \left(\frac{1}{2}e^{2t} - \frac{1}{2}(t^2 - 2(t-1))e^t + c_2\right)e^{-t} \\ y = \left(t - \frac{1}{2}(t^2 + 2(t+1))e^{-t} + c_1\right)e^t - \left(\frac{1}{2}e^{2t} - \frac{1}{2}(t^2 - 2(t-1))e^t + c_2\right)e^{-t} \end{cases}$$

Bu berilgan sistemaning umumiy yechimi.

Misol-2

$$\begin{cases} \dfrac{dy}{dx} = y - z + \dfrac{3}{2}x^2 \\ \dfrac{dz}{dx} = -4y - 2z + 1 + 4x \end{cases}$$

Bunga mos bo’lgan bir jinsli tenglamani tuzamiz.

$$\begin{cases} y' = y - z \\ z' = -4y - 2z \end{cases}$$

buning umumiy yechimini topamiz.

$$y' = y - z \qquad y'' = y' - z' = (y - z) - (-4y - 2z) = 5y + z$$

$$z = y - y' \qquad y'' = 5y + y - y'$$

$$y'' + y' - 6y = 0 \qquad \lambda^2 + \lambda - 6 = 0 \qquad \lambda_{12} = -\frac{1}{2} \pm \frac{5}{2}$$

$$\lambda_{1=-3} \qquad \lambda_2 = 2 \qquad\qquad y = c_1 e^{-3x} + c_2 e^{2x}$$

$$z = c_1 e^{-3x} + c_2 e^{-2x} - (-3c_1 e^{-3x} + 2c_2 e^{-2x}) = 4c_1 e^{-3x} - c_2 e^{-3x}$$

$$\begin{cases} y = c_1 e^{-3x} + c_2 e^{2x} \\ z = 4c_1 e^{-3x} - c_2 e^{-2x} \end{cases} \qquad (9)$$

(7) sistemani tuzamiz.

$$\begin{cases} c_1'(x) e^{-3x} + c_2'(x) e^{2x} = \dfrac{3}{2}x^2 \\ 4c_1'(x) e^{-3x} - c_2'(x) e^{2x} = 1 + 4x \end{cases}$$

$$\begin{cases} c_1'(x) = \dfrac{1}{5} e^{-3x}\left(\dfrac{3}{2}x^2 + 4x + 1\right) \\ c_2'(x) = \dfrac{1}{5} e^{-2x}\left(-6x^2 + 4x + 1\right) \end{cases}$$

Endi bularni integrallaymiz.

$$\int e^{\alpha x} p_m(x)dx = e^{\alpha x}\left[\frac{p_m(x)}{\alpha} - \frac{p_m'(x)}{\alpha^2} + \frac{p_m''(x)}{\alpha^3} \ldots\ldots\right]$$

shu formulaga asosan

$$c_1(x) = \frac{1}{5} e^{3x}\left[\frac{{}^3\!/\!_2\, x^2 + 4x + 1}{3} - \frac{3x + 4}{9} + \frac{3}{27}\right] + \gamma_1 = \frac{1}{10} e^{3x}(x^2 + 2x) + \wp_1$$

$$c_2(x) = \frac{1}{5} e^{-3x}\left[\frac{-6x^2 + 4x + 1}{-2} - \frac{-12x + 4}{4} + \frac{-12}{-8}\right] + \gamma_2 = -\frac{1}{5} e^{-2x}(3x^2 + x) + \wp_2$$

$c_1(x)$ va $c_2(x)$ larni (9) ga olib borib qo’ysak

$$\begin{cases} y(x) = \gamma_1 e^{-3x} + \gamma_2 e^{2x} - \dfrac{1}{2}x^2 \\ z(x) = 4\gamma_1 e^{-3x} - \gamma_2 e^{2x} + x^2 + x \end{cases}$$

berilgan tenglamaning umumiy yechimiga ega bo'lamiz.

26.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Bir jinsli bo'lmagan tenglamalar sistemasining bitta xususiy yechimi berilgan bo'lsa, uni yechish nimadan iborat?			
2	Sistema uchun o'zgarmaslarni variasiyalash nimadan iborat?			
3	n-chi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli tenglamalar sistemasini yozing?			
4	/ronskiy determinantini ayting?			
5	'undamental yechimlar sistemasi qanday bo'ladi?			

26.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo'lmog'i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog'i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo'yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o'qituvchi ularga yo'riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo'lganda ham muloqotda bo'ling, o'z fikringizni erkin namoyon eting.

26.5-ilova

"Bir jinsli bo'lmagan chiziqli differenstial tenglamalar sistemasi O'zgarmaslarni variatsiyalash usuli" mavzusi bo'yicha mustaqil ish uchun savollar

Sistemani o'zgarmasni variasiyalash usuli bilan yeching.

1. $\begin{cases} \dot{x} + 2y = 3t \\ \dot{y} - 2x = 4 \end{cases}$

2. $\begin{cases} \dot{x} + y - 2x = 0 \\ \dot{y} + x - 2y = -e^t \sin t \end{cases}$

3. $\begin{cases} \dot{x} = 3x + y + e^t \\ \dot{y} = x + 3y - e^t \end{cases}$

4. $\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -x + 4/\cos t \end{cases}$

5. $\begin{cases} \dot{x} = 2x + 4y + \cos t \\ \dot{y} = -x - 2y + \sin t \end{cases}$

6. $\begin{cases} \dot{x} = 3x - 2y \\ \dot{y} = 2x - y + 15e^t \sqrt{t} \end{cases}$

7. $\begin{cases} \dot{x} = 3x - 2y \\ \dot{y} = 2x - y + e^t \sqrt{t} \end{cases}$

8. $\begin{cases} \dot{x} + 2x - y = -e^{2t} \\ \dot{y} + 3y - 2x = 6e^{2t} \end{cases}$

9. $\begin{cases} \dot{x} = x + y - \cos t \\ \dot{y} == -y - 2x + \cos t + \sin t \end{cases}$

10. $\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -x + 7/\cos t \end{cases}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

141. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
142. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
143. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
144. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
145. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

146. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
147. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
148. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
149. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.

150. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
151. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
152. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
153. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
154. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
155. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
156. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
157. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

158. www.lib.homelinex.org/math
159. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
160. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

27-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli tenglamalar sistemasi” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

27-ma’ruza	**O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli tenglamalar sistemasi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. O’zgarmas koeffisiyentli chiziqli bir jinsli differensial tenglamalar sistemasi. 2.Xarakteristikk tenglama bog’liq holda tenglama ildizlarini toppish.
Asosiy tushuncha va atamalar	Chiziqli tenglamalar sistemasi, bir jinsli va bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasi, variasiyalash metodi, xarakteristik tenglama, xususiy yechim, umumiy yechim.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning husuSiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-

o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "O'zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli tenglamalar sistemasi" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(27.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) O'zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli tenglamalar sistemasini umumiy ko'rinishini yozing? 2) Xarakteristik tenglama deganda qanday tenglamaga aytiladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(27.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(27.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar,

	mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2. Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi roli hamda uning rivoji nimalardaniborat deb bilasiz? 5. Sistema uchun xarakteristik tenglamani yozing? 6. Xarakteristik tenglama karrali ildizlarga ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi? 7. Xarakteristik tenglama kompleks ildizlarga ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(27.3-27.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(27.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

27.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"

0-54%-- "qoniqarsiz".

27.2-ilova

"O'zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli tenglamalar sistemasi" mavzusi bo'yicha tarqatma material

O'zgarmas koeffisiyentli chiziqli differensial tenglamalar sistemasi.

Bunday sistemaning sodda ko'rinishi

$$\frac{dy_i}{dx}=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}y_j+f_i(x) \qquad (1) \qquad (i=\overline{1,n})$$

dan iborat, bunda a_{ij} o'zgarmas sonlar. $f_i(x)$ esa ko'rilayotgan oraliqda aniqlangan va uzluksiz funksiyadir.

Ma'lumki, bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamalar sistemasining umumiy yechimini topish uchun, unga mos bo'lgan bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemasining umumiy yechimini topishga to'g'ri keladi.

Shuning uchun xam biz dastavval o'zgarmas koeffisiyentli bir jinsli chiziqli differensial tenglamalar sistemasining umumiy yechimini kvadraturasiz topish usulini qaraymiz.

Bir jinsli, o'zgarmas koeffisiyentli chiziqli differensial tenglamalar sistemasi berilgan bo'lsin.

$$\frac{dy_i}{dx}=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}y_j \qquad (2)$$

Ma'lumki (2) sistemani, unga ekvivalent bo'lgan bitta n-tartibli differensial tenglamaga keltirish mumkin.

Shuning uchun (2) sistemasining xususiy yechimlarini

$$y_1=\gamma_1e^{\lambda x}, \qquad y_2=\gamma_2e^{\lambda x},......, \qquad y_n=\gamma_ne^{\lambda x} \qquad (3)$$

ko'rinishda izlaymiz.

Bunda γ_i va λ lar o'zgarmas sonlardir.

Ularni shunday tanlab olamizki (3), (2) sistemani qanoatlantirsin.

Buning uchun (2) ga (3) olib borib qo'yamiz.

$\lambda\gamma_ie^{\lambda x}=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}\gamma_je\lambda x$ yoki $\lambda\gamma_i=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}\gamma_j$ buni ochib yozsak

$$\begin{cases}(a_{11}-\lambda)\gamma_1+a_{12}\gamma_2+a_{13}\gamma_3+.....+a_{1n}\gamma_n=0\\ a_{21}\gamma_1+(a_{22}-\lambda)\gamma_2+a_{23}\gamma_3+.....+a_{2n}\gamma_n=0\\ a_{n1}\gamma_1+a_{n2}\gamma_2+a_{n3}\gamma_3+.....+(a_{nn}-\lambda)\gamma_n=0\end{cases} \qquad (4).$$

Bu $\gamma_1,\gamma_2,....,\gamma_n$, larga nisbatan bir jinsli algebraik tenglamalar sistemasidir.Bu sistema trivial bo'lmagan yechimga ega bulishligi uchun, uning asos determinanti nolga teng bo'lishi zarur.

$$\Delta(\lambda)=\begin{vmatrix}a_{11}-\lambda & a_{12} & a_{13}....a_{1n}\\ a_{21} & a_{22}-\lambda & a_{23}....a_{2n}\\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3}......a_{nn}-\lambda\end{vmatrix}=0 \qquad (5).$$

(5) ga (2) sistemaga mos bo'lgan xarakteristik tenglama deyiladi. Uning ildizlariga xarakteristik son deyiladi.

(5) λ ga nisbatan n- darajali algebraik tenglamadir

(3), (2) sistemaning xususiy yechimi bo'lishligi uchun λ (5) xarakteristik tenglamaning ildizi bo'lishi kerak.

(4) ning koeffisiyentlaridan ushbu matrisani tuzamiz

$$\mu(\lambda)=\begin{vmatrix} a_{11}-\lambda & a_{12} & a_{13}\ldots.a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}-\lambda & a_{23}\ldots.a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3}\ldots\ldots a_{nn}-\lambda \end{vmatrix} \qquad (6).$$

a) Faraz etaylik xarakteristik tenglamaning $\gamma_1,\gamma_2,\ldots,\gamma_n$ ildizlari haqiqiy va bir-biriga teng bo'lmasin.

Agar $\lambda=\lambda_j$ ildizni (5) ga olib borib qo'ysak

$\Delta(\lambda_j)=0$ (7) bo'ladi.

Isbot etamizkim $\lambda=\lambda_j$ qiymatda (5) determinantning xech bo'lmaganda $n-1$ tartibli minorlaridan biri nolga teng bo'lmaydi.

Haqiqatan xam $\lambda=\lambda_j$ xarakteristik tenglamaning oddiy ildizi bo'lgani uchun

$$\left|\frac{d\Delta(\lambda)}{d\lambda}\right|_{\lambda=\lambda_j}=\Delta'(\lambda_j)\neq 0 \qquad (8)$$

nolga teng bo'lmaydi.

Ikkinchi tomondan

$$\Delta'(\lambda)=\begin{vmatrix} -1 & a_{12}\ldots & a_{1n} \\ 0 & a_{22}-\lambda\ldots. & a_{2n} \\ 0 & a_{n2}\ldots & a_{nn}-\lambda \end{vmatrix}+\begin{vmatrix} a_{11}-\lambda & 0 & a_{1n} \\ a_{21} & -1\ldots & a_{2n} \\ a_{n1} & 0\ldots & a_{nn}-\lambda \end{vmatrix}+$$

$$+\begin{vmatrix} a_{11}-\lambda & a_{12} & 0 \\ a_{21} & a_{22}-\lambda\ldots & 0 \\ a_{n1} & a_{n2}\ldots & -1 \end{vmatrix}=-\sum_{r=1}^{n}\Delta_{kk}(\lambda) \qquad (9)$$

Bunda $\Delta_{kk}(\lambda)$, $\Delta(\lambda)$ determinantdagi $a_{kk}-\lambda$ elementining algebraik tuldiruvchisi bo'ladi.Agar $\lambda=\lambda_j$ kiymatini (9) keltirib qo'ysak (8) ga asosan $\Delta_{kk}(\lambda_j)$ larning xech bo'lmaganda biri nolga teng bo'lmaydi, ya'ni (9) dagi n-1 tartibli determinantlardan xech bo'lmaganda biri nolga teng bo'lmaydi.

Bundan, (6) matrisaning rangi n-1 ga tengligi kelib chiqadi. Ya'ni (4) sistemadagi tenglamalardan biri qolganlarini natijasi ekanligi kelib chiqadi.

U xolda (4) sistema trivial bo'lmagan $\gamma_{j1},\gamma_{j2},\ldots,\gamma_{jn}$ yechimlarga ega . Lekin matrisaning rangi n-1 ga teng bo'lgani uchun, bu ildizlar bir-biridan o'zgarmas songa fark kiladi.

$$\gamma_{j1}=c_jA_{j1},\quad \gamma_{j2}=c_jA_{j2},\ldots\gamma_{jn}=c_jA_{jn},$$

Bunda A_{ji} lar o'zgarmas sonlardir.

Agar $c_j=1$ teng deb, bu qiymatlarni (3) ga qo'ysak, xarakteristik tenglamaning $\lambda=\lambda_j$ ildiziga mos bo'lgan (2) sistemaning xususiy yechimlari.

$$y_{j1}=A_{j1}e^{\lambda jx},\quad y_{j2}=A_{j2}e^{\lambda jx},\ldots..y_{jn}=A_{jn}e^{\lambda jx}, \qquad (10)$$

ga ega bo'lamiz.

Ma'lumki (2) sistemaning xususiy yechimlarini biror o'zgarmas songa ko'paytirsak, xosil bo'lgan ifoda yana berilgan sistemaning yechimi bo'ladi.

Shunga kura, xarakteristik tenglamaning $\gamma_1, \gamma_2, ..., \gamma_n$ ildizlari uchun yukoridagi muloxazalarni ishlatsak, sistemaning n- ta (10) ko'rinishdagi xususiy yechimlarini aniqlash mumkin.

Isbot etish mumkinkim, bu topilgan xususiy yechimlar, berilgan sistemaning fundamental yechimlar sistemasini tashkil etadi.

Misol 1

$$\begin{cases} \dot{x} = 2x + y \\ \dot{y} = 3x + 4y \end{cases} \qquad x = \gamma_1 e^{\gamma t} \qquad y = \gamma_2 e^{\gamma t} \quad \textit{tenglamaga}$$

qo'ysak

$$\begin{cases} (2-\lambda)\gamma_1 + \gamma_2 = 0 \\ 3\gamma_1 + (4-\lambda)\gamma_2 = 0 \end{cases} \qquad (*)$$

xarakteristik tenglama tuzamiz

$$\begin{vmatrix} 2-\lambda & 1 \\ 3 & 4-\lambda \end{vmatrix} = 0 \qquad \lambda^2 - 6\lambda + 5 = 0 \qquad \lambda_1 = 1, \quad \lambda_2 = 5$$

$$\lambda_1 = 1 \quad \begin{cases} \gamma_1 + \gamma_2 = 0 \\ 3\gamma_1 + 3\gamma_2 = 0 \end{cases} \qquad \begin{matrix} \gamma_1 = -\gamma_2 & \gamma_2 = -1 & \gamma_1 = 1 \\ x_{11} = e^t & y_{12} = -e^t & |c_1 \end{matrix}$$

$$\lambda_2 = 5 \quad \begin{cases} -3\gamma_1 + \gamma_2 = 0 \\ 3\gamma_1 - \gamma_2 = 0 \end{cases} \qquad \begin{matrix} \gamma_2 = 3\gamma_1 & \gamma_1 = -1 & \gamma_2 = 1 \\ x_{21} = e^{5t} & y_{22} = 3e^{5t} & |c_2 \end{matrix}$$

$$\begin{cases} x(t) = c_1 x_{11} + c_2 x_{21} = c_1 e^t + c_2 e^{5t} \\ y(t) = c_1 x_{12} + c_2 x_{22} = -c_1 e^t + 3c_2 e^{5t} \end{cases}$$

b) Faraz etaylik xarakteristik tenglama $\lambda_1 = \alpha + i\beta$ konpleks ildizga ega bo'lsin. Xarakteristik tenglamaning koeffisiyentlari haqiqiy sonalardan iborat bo'lgani uchun u $\alpha + i\beta$ ga qo'shma bo'lgan $\lambda_2 = \alpha - i\beta$ kompleks ildizga xam ega bo'ladi..

Xarakteristik tenglamaning $\lambda_1 = \alpha + i\beta$ ildiziga mos bo'lgan (2) sistemaning yechimi

$$y_j = \gamma_j e^{(\alpha + i\beta)x} = \gamma_j e^{\alpha x} e^{i\beta x} = \gamma_j e^{\alpha x}(\cos\beta x + i\sin\beta x)$$

γ_j kompleks son bo'lgani uchun uni $\gamma_j = \lambda_{1/} + i\lambda_{2/}$ ko'rinishda yozish mumkin. U xolda

$$y_j = (\gamma_{ij} + i\gamma_{2j})e^{\alpha x}(\cos\beta x + \sin\beta x) = e^{\alpha x}(\gamma_{ij}\cos\beta x - \gamma_{2j}\sin\beta x) +$$

$$+ ie^{\alpha x}(\gamma_{ij}\sin\beta x + \gamma_{2j}\cos\beta x)$$

$$y_{ij} = e^{\alpha x}(\gamma_{ij}\cos\beta x - \gamma_{2j}\sin\beta x)$$

$$y_{2j} = e^{\alpha x}(\gamma_{ij}\sin\beta x + \gamma_{2j}\cos\beta x) \qquad (j = \overline{1,n})$$

yechimlarga ega bulamiz. Bundan kurinadikim xarakteristik tenglamaning bir juft kompleks ildiziga (2) sistemaning 2 ta haqiqiy yechimi mos keladi.

Misol 2

$$\begin{cases}\dot{x} = x + y\\ \dot{y} = -2x + 3y\end{cases} \qquad x = \gamma_1 e^{\lambda t} \qquad y = \lambda_2 e^{\lambda t}$$

$$\begin{cases}(1-\lambda)\gamma_1 + \gamma_2 = 0\\ -2\gamma_1 + (3-\lambda)\gamma_2 = 0\end{cases} \qquad \begin{vmatrix}1-\lambda & 1\\ -2 & 3-\lambda\end{vmatrix} = 0$$

$$\lambda^2 - 4x + 5 = 0 \qquad \lambda_{1,2} = 2 \pm i \qquad \lambda_1 = 2 + i$$

$$\begin{cases}-(1+i)\gamma_1 + \gamma_2 = 0\\ -2\gamma_1 + (1-i)\gamma_2 = 0\end{cases} \qquad \gamma_2 = (1+i)\gamma_1 \qquad \gamma_1 = 1 \qquad \gamma_2 = 1 + i$$

$$\tilde{x} = e^{(2+i)t} = e^{2t}(\cos t + i\sin t)$$

$$\tilde{y} = (1+i)e^{(2+i)t} = e^{2t}(\cos t + i\sin t) + (\cos t + \sin t)$$

$$\left.\begin{matrix} x_{11} = e^{2t}\cos t & y_{12} = e^{2t}(\cos t - \sin t)\\ x_{21} = e^{2t}\sin t & y_{22} = e^{2t}(\cos t + \sin t)\end{matrix}\right| c_1, \quad c_2$$

$$\begin{cases}x(t) = c_1 e^{2t}\cos t + c_2 e^{2t}\sin t = e^{2t}(c_1\cos t + c_2\sin t)\\ y(t) = e^{2t}\left[(c_1 + c_2)\cos t + (c_2 - c_1)\sin t\right]\end{cases}$$

v) Faraz etaylik xarakteristik tenglama karrali ildizlarga ega bulsin.

U xolda sistemaning umumiy yechimini oldingi metodlar bilan topa olmaymiz. Lekin bu xolda xam uning umumiy yechimini elementar funksiyalar yordamida topish mumkin.

O’zgarmas koeffisiyentli chizikli differensial tenglamada kurgan edikim agar λ_j xarakteristik tenglamaning k- karrali ildizi bulsa, tenglamaning bu ildizlariga mos bo’lgan k ta chizikli boglik bo’lmagan yechimlari mavjud bo’ladi.

Sistema uchun kuyidagi teoremani isbotsiz keltiramiz.

TEOREMA. Agar λ_j xarakteristik tenglamaning k karrali ildizi bulsa, bu ildizga mos bo’lgan (2) sistemaning yechimlari

$$y_1 = p_{k-1}^{(1)}(x)e^{\lambda_j x}, \qquad y_2 = p_{k-1}^{(1)}(x)e^{\lambda_j x}, \ldots . y_n = p_{k-1}^{(1)}e^{\lambda_j x} \qquad (11)$$

ko’rinishda bo’ladi.

Bunda $p_{k-1}^{(i)}(x)$ $(i = \overline{1n})$lar x ga nisbatan darajasi $k-1$ dan katta bo’lmaganko’p xadlilardir. Bu ko’p xadlilarning xar birida k ta o’zgarmas sonlar qatnashadi. Bu ko’pxadlilarning xammasidagi xamma koeffisiyentlardan k tasi ixtiyoriy bo’lib, qolgan koeffisiyentlar shu k ta koeffisiyentlar orqali ifodalanadi.Xususiy xolda $p_{k-1}^{(i)}(x)$ ko’pxadlilar o’zgarmas songa teng bo’lishi mumkin. Bu xolda λ_j xarakteristik ildizga mos bo’lgan (2) sistemaning yechimi

$y_i = \gamma_i e^{\lambda j x}$ $\qquad (1 = \overline{1n})$ bo’ladi.

Bundagi λ_i sonlardan k tasi ixtiyoriy bo’lib, qolgan $k-n$ koeffisiyentlar ular orqali ifodalanadi.

Amaliyotda $p_{k-1}^{(i)}(x)$ ko’pxadlilarning koeffisiyentlarini topish uchun, ularni berilgan (2) sistemaga kuyib, bu ko’pxadlalarning koeffisiyentlariga nisbatan tenglamalar sistemasiga ega bulamiz. Bu koeffisiyentlardan k tasini ixtiyoriy deb, qolgan koeffisiyentlarni ular orqali ifodasini topamiz.

<u>Misol</u> 3

$$\begin{cases} x = 2x - y - z \\ y = 2x - y - 2z \\ z = -x + y + 2z \end{cases} \qquad x = \gamma_1 e^{\lambda t} \quad y = \gamma_1 e^{\lambda t} \quad z = \gamma_1 e^{\lambda t}$$

$$\begin{cases} (2-\lambda)\gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3 = 0 \\ 2\gamma_1 - (1+\lambda)\gamma_2 - 2\gamma_3 = 0 \\ -\gamma_1 + \gamma_2 + (2-\lambda)\gamma_3 = 0 \end{cases} \qquad \begin{vmatrix} 2-\lambda & -1 & -1 \\ 2 & -(1+\lambda) & -2 \\ -1 & 1 & 2-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$(\lambda - 1)^3 = 0 \qquad \lambda_{1,2,3} = 1$$

$$\begin{cases} x = (a_1 + a_2 t + a_3 t^2)e^t \\ y = (b_1 + b_2 t + b_3 t^2)e^t \\ z = (q_1 + q_2 t + q_3 t^2)e^t \end{cases}$$

bularni berilgan tenglama kuyib, aniqmas koeffisiyentlar metodidan foydalansak $a_i, \quad b_i, \quad q_i \; i = 1,2,3$ larga nisbatan tenglamalar sistemasiga ega bulamiz.

$$-a_1 + a_2 + b_1 + q_1 = 0 \qquad a_1 - b_1 - q_1 + q_2 = 0$$

$$-a_2 + 2a_3 + b_2 + q_2 = 0 \qquad a_2 - b_2 - q_2 + 2q_3 = 0$$

$$-a_3 + b_3 + q_3 = 0 \qquad a_3 - b_3 - q_3 = 0$$

$$-2a_1 + 2b_2 + b_2 + 2q_1 = 0$$

$$-2a_2 + 2b_2 + 2b_3 + 2q_2 = 0$$

$$-2a_3 + 2b_3 + 2q_3 = 0$$

bulardan

$$a_2 = a_1 - b_1 - q_1 \qquad a_3 = 0 \qquad b_3 = 0 \qquad q_3 = 0$$

$$b_2 = 2a_1 - 2b_1 - 1q_1$$

$$q_2 = -a_1 + b_1 + q_1$$

yechimlar

$$x = [a_1 + (a_1 - b_1 - q_1)t]e^t$$

$$y = [b_1 + 2(a_1 - b_1 - q_1)t]e^t$$

$$x = [q_1 - (a_1 - b_1 - q_1)t]e^t$$

xususiy yechimlarni topish

1) $a_1 = 1 \quad b_1 = 0 \quad q_1 = 0$

$x_{11} = (1+t)e^t \quad y_{12} = 2te^t \quad z_{13} = -te^t$

2) $a_1 = 0 \quad b_1 = 1 \quad q_1 = 0$

$x_{21} = -te^t \quad y_{22} = (1-2t)e^t \quad z_{23} = te^t$

3) $a_1 = 0 \quad b_1 = 0 \quad q_1 = 1$

$x_{31} = -te^t \quad y_{32} = -2te^t \quad z_{33} = (1+t)e^t$

Agar da

$a_1 = c_1 \qquad b_1 = c_2 \qquad a_1 - b_1 - q_1 = c_3$ desak

$$\begin{cases} x(t) = (c_1 + c_3 t)e^t \\ y(t) = (c_2 + 2c_3 t)e^t \\ z(t) = [(c_1 - c_3 - c_3) - c_3 t]e^t \end{cases}$$

27.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi

- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.

+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.

? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Sistema uchun o’zgarmaslarni variasiyalash nimadan iborat?			
2	Xarakteristik tenglama karrali ildizlarga ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi?			
3	Xarakteristik tenglama kompleks ildizlarga ega bulsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi?			
4	Bir jinsli o’zgarmas koeffisiyentli tenglamalar sistemasining umumiy ko’rinishi qanday?			
5	istema uchun xarakteristik tenglamani yozing?			

27.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

27.5-ilova

"O'zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli tenglamalar sistemasi" mavzusi bo'yicha mustaqil ish uchun savollar

Tenglamalar sistemasini yeching

1. $\begin{cases} \dot{x} = 4y - 2z - 3x \\ \dot{y} = z + x \\ \dot{z} = 6x - 6y + 5z \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 1,\ \lambda_2 = 2,\ \lambda_3 = -1\right)$

2. $\begin{cases} \dot{x} = x + x - y \\ \dot{y} = x + y - z \\ \dot{z} = 2x - y \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 1,\ \lambda_2 = 2,\ \lambda_3 = -1\right)$

3. $\begin{cases} \dot{x} = 2x - y - z \\ \dot{y} = 3x - 2y - 3z \\ \dot{z} = 2z - x + y \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 0,\ \lambda_2 = 1,\ \lambda_3 = 1\right)$

4. $\begin{cases} \dot{x} = 2x + 2z - y \\ \dot{y} = x + 2z \\ \dot{z} = y - 2x - z \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 1,\ \lambda_{2,3} = \pm 1\right)$

5. $\begin{cases} \dot{x} = 3x - y + z \\ \dot{y} = x + y + z \\ \dot{z} = 4x - y + 4z \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 1,\ \lambda_2 = 2,\ \lambda_3 = 5\right)$

6. $\begin{cases} \dot{x} = 2x - y + z \\ \dot{y} = x + 2y - z \\ \dot{z} = x - y + 2z \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 1,\ \lambda_2 = 2,\ \lambda_3 = 3\right)$

7. $\begin{cases} \dot{x} = 4x - y \\ \dot{y} = 3x + y - z \\ \dot{z} = x + z \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 2,\ \lambda_2 = 2,\ \lambda_3 = 2\right)$

8. $\begin{cases} \dot{x} = 2x - y - z \\ \dot{y} = 2x - y - 2z \\ \dot{z} = 2z - x + y \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 1,\ \lambda_2 = 1,\ \lambda_3 = 1\right)$

9. $\begin{cases} \dot{x} = 2x + y \\ \dot{y} = 2y + 4z \\ \dot{z} = x - z \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 0,\ \lambda_2 = 0,\ \lambda_3 = 3\right)$

10. $\begin{cases} \dot{x} = y - 2z - x \\ \dot{y} = 4x + y \\ \dot{z} = 2x + y - z \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 1,\ \lambda_2 = -1,\ \lambda_3 = -1\right)$

11. $\begin{cases} \dot{x} = x - y + z \\ \dot{y} = x + y - z \\ \dot{z} = 2z - y \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 1,\ \lambda_2 = 1,\ \lambda_3 = 2\right)$

12. $\begin{cases} \dot{x} = 3x - 2y - z \\ \dot{y} = 3x - 4y - 3z \\ \dot{z} = 2x - 4y \end{cases}$ $\left(\lambda_1 = 2,\ \lambda_2 = 2,\ \lambda_3 = -5\right)$

13. $\begin{cases} \dot{x} = y - 2x - 2z \\ \dot{y} = x - 2y + 2z \\ \dot{z} = 3x - 3y + 5z \end{cases}$

$\left(\lambda_1 = 3,\ \lambda_2 = -1,\ \lambda_3 = -1\right)$

14. $\begin{cases} \dot{x} = 3x - y - 3z \\ \dot{y} = -6x + 2y + 6z \\ \dot{z} = 6x - 2y - 6z \end{cases}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

161. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
162. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
163. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
164. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
165. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

166. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
167. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
168. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
169. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
170. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
171. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
172. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
173. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
174. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
175. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
176. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
177. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

178. www.lib.homelinex.org/math
179. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
180. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

28-Ma’ruza mashg’ulot.

1. **“O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasi” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli**

28-ma’ruza	**O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. O’zgarmas koeffisiyentli chiziqli bir jinsli bo’lmagan differensial tenglamalar sistemasi. 2. O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasini umumiy yechimini topish
Asosiy tushuncha va atamalar	Chiziqli tenglamalar sistemasi, bir jinsli va bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasi, variasiyalash metodi, xarakteristik tenglama, xususiy yechim, umumiy yechim.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.*O’rgatuvchi*: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.*Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasi" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(28.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli tenglamalar sistemasini umumiy ko’rinishini yozing? 2) Xarakteristik tenglama deganda qanday tenglamaga aytiladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(28.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(28.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2. Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi roli hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. Sistema uchun xarakteristik tenglamani yozing? 6. O’zgarmas koeffisiyentli differensial tenglamalar sistemasini umumiy ko’rinishini yozing? 7. Xarakteristik tenglama kompleks ildizlarga ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi?	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar.

	2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(28.3-28.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(28.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

28.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

28.2-ilova

"O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasi" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

O’zgarmas koeffisiyentli chiziqli bir jinsli bo’lmagan differensial tenglamalar sistemasini umumiy ko’rinishi

$$\frac{dy_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} y_j + f_i(x) \qquad (1_1) \qquad (i = \overline{1,n})$$

dan iborat, bunda a_{ij} o’zgarmas sonlar. $f_i(x)$ esa ko’rilayotgan oraliqda aniqlangan va uzluksiz funksiyadir.

O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasi quyidagi ko’rinishda yozamiz

$$\dot{x}_i = a_{i1}x_1 + \dots + a_{in}x_n + f_i(t), \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

chiziqli bir jinsli bo'lmagan tenglamaning xususiy yechimini ham $f_i(t)$ funksiyalar $b_0+b_1t++b_mt^m,\ e^{\alpha t},\ \cos\beta t,\ \sin\beta t$ ko'rinishdagi funksiyalarning yig'indisi, ko'paytmasi va ularning yig'indisidan iborat bo'lsa, noma'lum koeffisiyentlar usuli bilan qidirish mumkin. Albatta, bu yerda ham (ayrim o'zgarishlar bilan) xuddi o'zgarmas koeffisiyentli tenglamalardagidek ish qilinadi. Agar $f_i(t)=P_m(t)e^{\gamma t}$ bo'lib, $P_{m_i}(t)$ – m_i tartibli ko'phad bo'lsa, (1) tenglamaning xususiy yechimi $t^sQ_m(t)e^{\gamma t}$ ko'rinshda emas,

$$x_i=Q_{m+s}^i(t)e^{\gamma t},\quad i=1,\ldots,n$$

ko'rinishda qidiriladi, bu yerda $Q_{m+s}^i(t)-m+s$ tartibli, noma'lum koeffisiyentli ko'phad; $m=\max m_i;$ agar γ xarakteristik tenglamaning ildizi bo'lmasa $s=0,$ agar γ xarakteristik tenglamaning ildizi bo'lmasa, s sifatida bu ildizning karraligini olish kerak. (9) dagi noma'lum koeffisiyentlar (9) ifodani (8) tenglamaga qo'yib, o'xshash hadlar koeffisiyentlarini tenglashtirish yordamida topiladi.

$f_i(t)$ funksiya $e^{\alpha t}\cos\beta t$ va $e^{\alpha t}\sin\beta t$ funksiyalarni o'z ichiga olgan bo'lib, $\gamma=\alpha+i\beta$ xarakteristik tenglamaning ildizi bo'lganda ham (9) ifodadagi ko'phadning tartibi yuqoridagiga o'xshash aniqlanadi.

Misol. $\begin{cases}\dot{x}=y+\sin t\\ \dot{y}=-x\end{cases}$ sitemani yeching.

Yechimi. $\begin{cases}\dot{x}=y\\ \dot{y}=-x\end{cases}$ bir jinsli sistemaning umumiy yechimini topib olamiz. Bu tenglamaning xarakteristik tenglamasini tuzamiz:

$$\begin{vmatrix}-\lambda & 1\\ -1 & \lambda\end{vmatrix}=0.$$

Uning ildizlari $\lambda_1=i$ va $\lambda_2=-i.$ Demak, bir jinsli tenglamaning umumiy yechimi

$$x=C_1\cos t+C_2\sin t,$$

$$y=-C_1\sin t+C_2\cos t$$

ko'rinishda bo'lar ekan.

Bizning misolimizda $\alpha=0,\ \beta=1,\ \gamma=\alpha+i\beta=i$ xarakteristik tenglamaning bir karrali ildizi bo'lgani uchun, berilgan tenglamaning xususiy yechimini

$$x=(a_1+a_2t)\sin t+(a_3+a_4t)\cos t,$$

$$y=(b_1+b_2t)\sin t+(b_3+b_4t)\cos t$$

ko'rinishda qidiramiz. Buni tenglamalar sistemasiga qo'yib a_i va b_i larni topish uchun tenglamalarga ega bo'lamiz:

$$a_1+a_4=b_3,\ \ a_2-a_3=b_1+1,\ \ b_2+a_4=0,\ \ a_2-b_4=0,\ \ b_1+b_4+a_3=0.$$

Bu tenglamalardan

$$a_1=a_3=a_4+b_2=b_3=0,\ \ b_1=-1/2,\ \ a_2=b_4=1/2$$

ifodalarni olamiz, shunday qilib, xususiy yechim

$$x = t/2 \cdot \sin t,$$
$$y = -1/2 \cdot \sin t + t/2 \cdot \cos t$$

ko’rinishda, berilgan tenglamalar sistemasining umumiy yechimi esa

$$x = C_1 \cos t + C_2 \sin t + t/2 \cdot \sin t,$$
$$y = -C_1 \sin t + C_2 \cos t - 1/2 \cdot \sin t + t/2 \cdot \cos t$$

bo’lar ekan.

28.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Sistema uchun o’zgarmaslarni variasiyalash nimadan iborat?			
2	O’zgarmas koeffisiyentlichiziqli bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasining umumiy ko’rinishi qanday?			
3	Sistema uchun xarakteristik tenglamani yozing?			
4	Xarakteristik tenglama karrali ildizlarga ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi?			
5	Xarakteristik tenglama kompleks ildizlarga ega bulsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi?			
6	Bir jinsli o’zgarmas koeffisiyentli tenglamalar sistemasining umumiy ko’rinishi qanday?			

28.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.

5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

28.5-ilova

"O’zgarmas koeffisientli chiziqli bir jinsli tenglamalar sistemasi" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Bir jinsli bo’lmagan tenglamalar sistemasini yeching

1. $\begin{cases} \dot{x} = 5x + 4y + e^t \\ \dot{y} = 4x + 5y + 1 \end{cases}$

2. $\begin{cases} \dot{x} = 2x + 4y + \cos t \\ \dot{y} = -x - 2y + \sin t \end{cases}$

3. $\begin{cases} \dot{x} = 4x - y - 5t + 1 \\ \dot{y} = x + 2y + t - 1 \end{cases}$

4. $\begin{cases} \dot{x} = -5x + 2y + 40 \\ \dot{y} = x - 6y + 9e^{-t} \end{cases}$

5. $\begin{cases} \dot{x} = y - \cos t \\ \dot{y} = -x + \sin t \end{cases}$

6. $\begin{cases} \dot{x} = 2x - y \\ \dot{y} = 2y - x - 5e^t \sin t \end{cases}$

7. $\begin{cases} \dot{x} = y + 2e^t \\ \dot{y} = x + t^2 \end{cases}$

8. $\begin{cases} \dot{x} = 3x + 2y + 4e^{5t} \\ \dot{y} = x + 2y \end{cases}$

9. $\begin{cases} \dot{x} = y - 5\cos t \\ \dot{y} = 2x + y \end{cases}$

10. $\begin{cases} \dot{x} = 2x - 4 + 4e^{2t} \\ \dot{y} = 2x - 2y \end{cases}$

11. $\begin{cases} \dot{x} = 4x + y - e^{2t} \\ \dot{y} = y - x \end{cases}$

12. $\begin{cases} \dot{x} = 2y - x + 1 \\ \dot{y} = 3y - 2x \end{cases}$

13. $\begin{cases} \dot{x} = 5x - 3y + 2e^{3t} \\ \dot{y} = x + y - 5e^{-t} \end{cases}$

14. $\begin{cases} \dot{x} = 2x + y + e^t \\ \dot{y} = 12x + 2t \end{cases}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

181. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
182. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
183. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472c.
184. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312c
185. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

186. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали

маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
187. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
188. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
189. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
190. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
191. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
192. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
193. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
194. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
195. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
196. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
197. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

198. www.lib.homelinex.org/math
199. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
200. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

29-Ma’ruza mashg’ulot.

1. **“Dalamber usuli yordamida differensial tenglamalarni integrallash. Yuqori tartibli tenglamaga keltirish usuli” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli**

29-ma’ruza	**Dalamber usuli yordamida differensial tenglamalarni integrallash. Yuqori tartibli tenglamaga keltirish usuli.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Dalamber usuli yordamida differensial tenglamalarni integrallash. 2.Yuqori tartibli tenglamaga keltirish usuli.
Asosiy tushuncha va atamalar	Differensial tenglamalarsistemasi, umumiyyechim, yuqori tartibli tenglama, Dalamber usuli.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.*O’rgatuvchi*: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.*Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Dalamber usuli yordamida differensial tenglamalarni integrallash. Yuqori tartibli tenglamaga keltirish usuli" ma'ruza texnologikxaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(29.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)O'zgarmas koeffisiyentli differensial tenglamalar sistemasini ko'rinishini yozing? 2)Dalamber usulida integrallanuvchi kombinasiyalar qanday tuziladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55- daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(29.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(29.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro'li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. Differensial tenglamalar sistemasini Dalamber usulida yechish qanday bajariladi? 6. Differensial tenglamalar sistemasini yuqori tartibli tenglamaga keltirish usulini ayting? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.

3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(29.3-29.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(29.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

29.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

29.2-ilova

"Dalamber usuli yordamida differensial tenglamalarni integrallash. Yuqori tartibli tenglamaga keltirish usuli" mavzusi bo'yicha tarqatma material

Dalamber usuli

Bu usul bilan integrallanuvchi kombinatsiyalar tuzish yordamida chiziqli tenglamalar sistemasining yechimi topiladi.

$$\begin{cases} \dot{x} = ax + by + f_1(t) \\ \dot{y} = cx + ey + f_2(t) \end{cases}$$

Sistema uchun integrallanuvchi kombinatsiya tuzamiz.

Ikkinchi tenglamani k ga ko'paytirib, birinchisiga qo'shamiz;

$$(\dot{x} + k\dot{y}) = (a + kc)(x + \frac{b + ky}{a + kc} y) + f_1(t) + f_2(t)$$

Agar $\frac{b + ke}{a + kc} = k$ shart bajarilsa, ya'ni, $ck^2 + (a - e)k - b = 0$ kvadrat tenglama haqiqiy ildizga ega bo'lsa, integrallanuvchi kombinatsiya mavjud bo'ladi.

Agar $k_1 \neq k_2$ bo'sa, ikkita integrallanuvchi kombinatsiya mavjud bo'ladi va sistemaning umumiy yechimini toppish mumkin bo'ladi.

Agar $k_1 = k_2$ bo'lsa, bitta birinchi integral topiladi va bu holda sistemani bitta tenglamaga keltirish mumkin.

1-Misol $\begin{cases} \dot{x} = 5x + 4y + e^t \\ \dot{y} = 4x + 5y + 1 \end{cases}$ tenglamalar sistemasining umumiy yechimini toping?

$\frac{4+5k}{5+4k} = k$ tenglamadan $k_{1,2} = \pm 1$ni topamiz. $k = 1$da

$$\frac{d(x+y)}{dt} = 9(x+y) + e^t + 1$$

$k = -1$da

$$\frac{d(x+y)}{dt} = (x-y) + e^t - 1$$

Tenglamani hosil qilamiz. Bu holda mos ravishda $x+y$ va $x-y$larga nisbatan chiziqli tenglamalarni integrallab, berilgan sistemaning umumiy yechimini topamiz;

$$\begin{cases} x + y = c_1 e^{9t} - \frac{1}{8}e^t - \frac{1}{9} \\ x - y = c_2 e^t + te^t + 1 \end{cases}$$

Sistemani yuqori tartibli tenglamaga keltirish usuli

Bu usulni $\begin{cases} \dot{x} = ax + by \\ \dot{y} = cx + ey \end{cases}$ sistemaning yechimini toppish uchun qo'llaymiz sistemaning birinchi tenglamasini t bo'yicha differensiallaymiz $\ddot{x} = a\dot{x} + b\dot{y}$

$\dot{y}$ o'rniga ikkinchi tenglamani qo'yamiz; $\ddot{x} = a\dot{x} + cx + ey$, agar $b \neq 0$ bo'lsa, sistemaning birinchi tenglamasidan y ni topib, uning ikkinchi tenglamasiga qo'ysak, ikkinchi tartibli bir jinsli tenglama hosil qilamiz;

$$\ddot{x} - (a+e)\dot{x} + (ae - bc)x = 0$$

Shunday qilib, sistemaning yechimini topishni quyidagi sistema yechimini topishga keltirildi;

$$\begin{cases} \ddot{x} - (a+e)\dot{x} + (ae - bc) \\ y = \frac{1}{b}(\dot{x} - ax) \end{cases}$$

Agar berilgan sistemada $b = 0$ bo'lsa $c \neq 0$ bo'lganda uni y ga nisbatan ikkinchi tartibli tenglamaga keltirish mumkin.

Agar $c = b = 0$ bo'lsa ajralgan tenglamalar sistemasi bo'lib, uni ikkinchi tartibli tenglamaga keltirib bo'lmaydi.

29.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Chiziqli differensial tenglamalar deb kanday tenglamaga aytiladi?			
2	Chiziqli bir jinsli va birjinsli bo'lmagan tenglamalar sistemasining umumiy ko'rinishini yozing?			
3	Differensial tenglamalar sistemasini Dalamber usulida yechish qanday bajariladi?			
4	Chiziqli differensial tenglamalar sistemasini umumiy yechimini topishda qanday kombinatsiya tuziladi?			
5	Sistemani yuqori tartibli tenglamaga keltirish usulini ayting?			

29.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo'lmog'i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog'i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo'yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o'qituvchi ularga yo'riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo'lganda ham muloqotda bo'ling, o'z fikringizni erkin namoyon eting.

29.5-ilova

"Dalamber usuli yordamida differensial tenglamalarni integrallash. Yuqori tartibli tenglamaga keltirish usuli" mavzusi bo'yicha mustaqil ish uchun savollar

Tenglamalar sistemasini Dalamber usulida yeching?

1. $\begin{cases} \dot{x} = y + 2e^t \\ \dot{y} = x + t^2 \end{cases}$

2. $\begin{cases} \dot{x} = 3x + 2y + 4e^{5t} \\ \dot{y} = x + 2y \end{cases}$

3. $\begin{cases} \dot{x} = y - 5\cos t \\ \dot{y} = 2x + y \end{cases}$

4. $\begin{cases} \dot{x} = 2x - 4 + 4e^{2t} \\ \dot{y} = 2x - 2y \end{cases}$

5. $\begin{cases} \dot{x} = 4x + y - e^{2t} \\ \dot{y} = y - x \end{cases}$

6. $\begin{cases} \dot{x} = 2y - x + 1 \\ \dot{y} = 3y - 2x \end{cases}$

Sistemani yuqori tartibli tenglamaga keltirish usuli yrdamida yeching

7. $\begin{cases} \dot{x} = x + y - \cos t \\ \dot{y} == -y - 2x + \cos t + \sin t \end{cases}$

8. $\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -x + 7/\cos t \end{cases}$

9. $\begin{cases} \dot{x} = x + y - t^2 + t - 2 \\ \dot{y} = -2x + 4y + 2t^2 - 4t - 7 \end{cases}$

10. $\begin{cases} \dot{x} = -x - 2y + e^{-t} \\ \dot{y} = 3x + 4y + e^{-t} \end{cases}$

11. $\begin{cases} \dot{x} = 2x - y + 2e^{t} \\ \dot{y} = -3x - 2y + 4e^{t} \end{cases}$

12. $\begin{cases} \dot{x} = -2x + y - e^{2t} \\ \dot{y} = -3x + 2y + 6e^{2t} \end{cases}$

13. $\begin{cases} \dot{x} = x + y + \cos t \\ \dot{y} = -2x - y + \sin t - \cos t \end{cases}$

14. $\begin{cases} \dot{x} = x - y + 4\cos 2t \\ \dot{y} = 3x - 2y + 8\cos 2t + 5\sin 2t \end{cases}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

201. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
202. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
203. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
204. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
205. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

206. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
207. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
208. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
209. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
210. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
211. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.

212. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
213. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
214. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
215. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
216. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
217. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

218. www.lib.homelinex.org/math
219. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
220. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

30-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “ Matritsali differensial tenglamalarni integrallash.Koshi integral formulasi, Eksponensial matrisa” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

30-ma’ruza	**Matritsali differenstial tenglamalarni integrallash,. Koshi integral formulasi, Eksponensial matrisa.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Differensial tenglamalar sistemasini vektorli ko’rinishi. 2.Xarakteristik tenglamaning ko’rinishi. 3.Matirisali tenglamaning yechimlarining xossalari.
Asosiy tushuncha va atamalar	Differensial tenglamalar sistemasini vektorli ko’rinishi, xarakteristik tenglama, xususiy yechim, umumiy yechim matrisali tenglama, uning yechimi xossalari.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi;

olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. “ Matritsali differensial tenglamalarni integrallash.Koshi integral formulasi, Eksponensial matrisa” ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(30.1- ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Differensial tenglamalar sistemasini vektorli kurinishga keltiring? 2)Xarakteristik tenglama, oddiy ildizlarga ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi. Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(30.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(30.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin:	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar.

	1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro’li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5.Xarakteristik tenglamaning ko’rinishini yozing? 6.Xarakteristik tenglama, kompleks ildizlarga, karrali ildizlarga ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qandaytopiladi? 7.Vektorli tenglama bilan matirisali tenglamaning farqi nimadan iborat? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(30.3-30.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(30.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

30.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

30.2-ilova

“ Matritsali differensial tenglamalarni integrallash.Koshi integral formulasi Eksponensial matrisa” mavzusi bo‘yicha tarqatma material

O’zgarmas koeffisiyentli chiziqli differensial tenglamalar sistemasi

$$\frac{dy_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} y_j \qquad (1) \qquad (i = \overline{1,n})$$

berilgan bo’lsin.

Ma’lumki (1) sistemani vektorli

$$\frac{dy}{dx} = Ay \qquad (2)$$

ko’rinishda xam yozish mumkin. Bunda

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & - & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & - & a_{2n} \\ - & - & - & - \\ a_{n1} & a_{n2} & - & a_{nn} \end{pmatrix}, \qquad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ - \\ y_n \end{pmatrix}$$

birustunlimatrisayoki o’lchovlivektorustun (2) vektorlitenglamauchunKoshimasalasi

$$y(x_0) = y^0, \quad y^0 = \begin{pmatrix} y_1^0 \\ y_2^0 \\ - \\ y_n^0 \end{pmatrix} = colon(y_1^0, y_2^0, \ldots, y_n^0)$$

(2)tenglamani yechimini

$$y = Be^{\lambda x} \qquad (3)$$

ko’rinishda izlaymiz. Bunda *B*, $n \times 1$ tartibli matrisa

$$B = \begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \vdots \\ \gamma_n \end{pmatrix}$$

(3) ni (2) ga keltirib qo’ysak

$$B\lambda e^{\lambda x} = ABe^{\lambda x}$$

yoki

$$(A - \lambda E)B = 0 \qquad (4)$$

tenglama ega bo’lamiz. Bunda *E* birlik matrisa

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & - & 0 \\ 0 & 1 & - & 0 \\ - & - & - & - \\ 0 & 0 & - & 1 \end{pmatrix},$$

trivial bo'lmagan $B \neq \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$ matrisa (4) tenglamani qanoatlantirishi uchun

$$(A - \lambda E) \qquad (5)$$

matirisaning maxsus bo'lishi zarur va yetarlidir. Ya'ni uning determinanti

$$\det(A - \lambda E) = |A - \lambda E| = 0 \qquad (6).$$

(6) ga (2) sistemaga mos bo'lgan xarkteristik tenglama deyiladi.
soniga A matrisaning xos qiymati, V vektor esa λ ga mos bo'lgan xos vektor deyiladi.

(6) xarkteristik tenglamaning xar bir λ_k ildizi uchun (4) tenglamadan nolga teng bo'lmagan

$$B = \begin{pmatrix} \gamma_1^{(k)} \\ \gamma_2^{(k)} \\ \vdots \\ \gamma_n^{(k)} \end{pmatrix}$$

Matrisani aniqlaymiz.
(2) vektorli tenglamaning ixtiyoriy ta chiziqli bog'liq bo'lmagan

$$Y_1(x), Y_2(x), \ldots, Y_n(x)$$

vektorli yechimlarga (2) tenglamaning fundamental yechimlar sistemasi deyiladi. Bunda quyidagi xollar bo'lishi mumkin.

1xol

Xrakteristik tenglamaning ildizlari haqiqiyva bir-biriga teng emas.

U xolda (2) tenglama n-ta yechimlarga ega bo'lib ularni

$$Y_k = B^{(k)} e^{\lambda_k x} \qquad (k = \overline{1, n}) \qquad (7)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Isbot etish mumkinkim bular (2) tenglamaning fundamental yechim sistemasini tashkil etadi.U xolda (2) tenglamaning umumiy yechimi

$$y = \sum_{k=1}^{n} c_k B^{(k)} e^{\lambda kx} = \sum_{k=1}^{n} c_k y_k \qquad (8)$$

dan iborat bo'ladi.

Misol-1 $y' = Ay \qquad A = \begin{pmatrix} 6 & -1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$

$$(A - \lambda E)B = 0 \qquad |A - \lambda E| = 0$$

$$\begin{vmatrix} 6-\lambda & -1 \\ 3 & 2-\lambda \end{vmatrix} = 0 \quad \lambda_1^2 - 8\lambda + 15 = 0 \quad \lambda_1 = 3 \quad \lambda_2 = 5$$

$$(A - \lambda_1 E)B^{(1)} \qquad \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 3 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha_1^{(1)} \\ \alpha_2^{(1)} \end{pmatrix} = 0$$

$$3\alpha_1^{(1)} - \alpha_2^{(1)} = 0 \quad 3\alpha_1^{(1)} = \alpha_2^{(1)} \quad \alpha_1^{(1)} = 1 \qquad \alpha_2^{(1)} = 3$$

$$B^{(1)} = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} \quad y_1 = B^{(1)} e^{3t} = e^{3t} \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$(A - \lambda_1 E) B^{(2)} = 0 \qquad \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 3 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha_1^{(2)} \\ \alpha_2^{(2)} \end{pmatrix} = 0$$

$$\alpha_1^{(2)} = \alpha_2^{(2)} \qquad \alpha_1^{(2)} = 1 \qquad \alpha_2^{(2)} = 1$$

$$B^{(2)} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \qquad y_2 = e^{5t} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$y = c_1 y_1 + c_2 y_2 = c_1 e^{3t} \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} + c_2 e^{5t} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

2 xolxarakteristiktenglama $\lambda_k = p \pm qi$ kompleksildizgaegabo'lsinBuxolda (2) tenglamaningyechimibuildizgamosbo'lganyechimi

$$\overline{y}_k = B^{(k)} e^{(p \pm qi)x} = B^{(k)} e^{px} e^{\pm iqx} = B^{(k)} e^{px} (\cos qx + i \sin qx)$$

$B^{(k)}$ kompleks son bo'lgani uchun uni

$$B^k = B_1^{(k)} + iB_2^{(k)} = \begin{pmatrix} \alpha_{11}^{(k)} \\ \alpha_{12}^{(k)} \\ \alpha_{1n}^{(k)} \end{pmatrix} + i \begin{pmatrix} \alpha_{21}^{(k)} \\ \alpha_{22}^{(k)} \\ \alpha_{2n}^{(k)} \end{pmatrix}$$

ko'rinishda yozish mumkin $(A + B)C = AC + BC$ ga asosan

$$\tilde{y}_k = e^{px} \left[\begin{pmatrix} \gamma_{11}^{(k)} \\ \gamma_{12}^{(k)} \\ \cdots\cdot \\ \gamma_{1n}^{(k)} \end{pmatrix} + i \begin{pmatrix} \gamma_{21}^{(k)} \\ \gamma_{22}^{(k)} \\ \cdot\cdot \\ \gamma_{2n}^{(k)} \end{pmatrix} \right] (\cos qx + i \sin qx) =$$

$$= e^{px} \begin{pmatrix} \gamma_{11}^{(k)} \cos qx - \gamma_{21}^{(k)} \sin qx + i(\gamma_{21}^{(k)} \cos qx + \gamma_{11}^{(k)} \sin qx \\ \gamma_{12}^{(k)} \cos qx - \gamma_{22}^{(k)} \sin qx + i(\gamma_{22}^{(k)} \cos qx + \gamma_{12}^{(k)} \sin qx \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \gamma_{1n}^{(k)} \cos qx - \gamma_{2n}^{(k)} \sin qx + i(\gamma_{2n}^{(k)} \cos qx + \gamma_{1n}^{(k)} \sin qx \end{pmatrix}$$

$$y_{1k} = e^{px} \overset{(1)}{\begin{pmatrix} \gamma_{11}^{(k)} \cos qx - \gamma_{21}^{(k)} \sin qx \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ \gamma_{1n}^{(k)} \cos qx - \gamma_{2n}^{(k)} \sin qx \end{pmatrix}}; \quad y_{2k} = e^{px} \overset{(2)}{\begin{pmatrix} \gamma_{11}^{(k)} \sin qx + \gamma_{21}^{(k)} \cos qx \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ \gamma_{1n}^{(k)} \sin qx + \gamma_{2n}^{(k)} \cos qx \end{pmatrix}}$$

$$y = c_1 y_{1k} + c_2 y_{2k} = c_1 e^{px} (1) + c_2 e^{px} (2)$$

Misol

$$\frac{dy}{dx}=Ay \qquad A=\begin{pmatrix}3 & -2\\ 4 & -1\end{pmatrix}$$

$$(A-\lambda E)B=0 \qquad |A-\lambda E|=0 \qquad \dot{y}=\begin{pmatrix}\dot{y}_1\\ \dot{y}_2\end{pmatrix}$$

$$\begin{vmatrix}3-\lambda & -2\\ 4 & -1\end{vmatrix}=0 \qquad \lambda^2-2\lambda+5=0 \qquad \lambda_{1,2}=1+2i$$

$$(A-\lambda_1 E)B=0 \qquad \begin{pmatrix}3-1-2i & -2\\ 4 & -1-1-2i\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\alpha_1\\ \alpha_2\end{pmatrix}=0$$

$$(2-2i)\alpha_1-2\alpha_2=0 \qquad (1-i)\alpha_1=\alpha_2$$

$$\alpha_1=1 \qquad \alpha_2=1-i$$

$$\tilde{y}=B^{(1)}e^{(1+2i)x}=e^xB^{(1)}e^{2ix}=e^x\begin{pmatrix}1\\ 1-i\end{pmatrix}(\cos 2x+i\sin 2x)=$$

$$=e^x\begin{pmatrix}\cos 2x+i\sin 2x\\ \cos 2x+\sin 2x+i(\sin 2x-\cos 2x)\end{pmatrix}$$

$$y=c_1e^x\begin{pmatrix}\cos 2x\\ \cos 2x+\sin 2x\end{pmatrix}+c_2e^x\begin{pmatrix}\sin 2x\\ \sin 2x-\cos 2x\end{pmatrix}$$

$$y_1=c_1e^x\cos 2x+c_2e^x\sin 2x$$

$$y_2=c_1e^x(\cos 2x+\sin 2x)+c_2e^x(\sin 2x-\cos 2x)$$

3 xol.

Agar xarakteristik tenglama *r*-karrali λ_s ildizga ega bo'lsa, u xolda, bu ildizga mos bo'lgan (2) tenglamaning yechimi

$$y(x)=\left(B_1^{(s)}+B_2^{(s)}x+B_3^{(s)}x^2+\ldots+B_r^{(s)}x^{r-1}\right)e^{\lambda_s x}$$

dan iborat buladi.

Misol-2

$$\frac{dy}{dx}=Ay \qquad A=\begin{pmatrix}1 & -2\\ 2 & -3\end{pmatrix}$$

$$(A-\lambda E)B=0 \qquad |A-\lambda E|=0$$

$$\begin{vmatrix}1-\lambda & -2\\ 2 & -3-\lambda\end{vmatrix}=0 \qquad (\lambda+1)^2=0 \qquad \lambda_{1,2}=-1$$

$$y=\left[\begin{pmatrix}A_1\\ B_1\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}A_2\\ B_2\end{pmatrix}x\right]e^{-x}=0$$

buni berilgan tenglamaga qo'yamiz

$$-\left[\begin{pmatrix}\frac{A_1}{B_1}\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}\frac{A_2}{B_2}\end{pmatrix}x\right]e^{-x}+\begin{pmatrix}\frac{A_2}{B_2}\end{pmatrix}e^{-x}=\begin{pmatrix}\frac{1-2}{2-3}\end{pmatrix}\left[\begin{pmatrix}\frac{A_1}{B_1}\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}\frac{A_2}{B_2}\end{pmatrix}x\right]e^{-x}$$

bundan

$$\begin{cases} -A_1 - A_2x + A_2 = A_1 - 2B_1 + A_1x - 2B_2x \\ -B_1 - B_2x + B_2 = 2A_1 - 3B_1 + 2A_2x - 3B_2x \end{cases}$$

A_1 , A_2 ixtiyoriy

$$-A_1 + A_2 = A_1 - 2B_1 \qquad 2B_1 = 2A_1 - A_2$$

$$-A_2 = A_2 - 2B_2 \qquad 2B_2 = 2A_2$$

$$-B_1 + B_2 = 2A_1 - 3B_1$$

$$-B_2 = 2A_2 - 3B_2 \qquad B_1 = A_1 - \frac{A_2}{2}$$

$$B_2 = A_2$$

$$y = \left[\begin{pmatrix} A_1 \\ A_1 - \frac{A_2}{2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_2 \\ A_2 \end{pmatrix} x \right] e^{-x} = \left[\begin{pmatrix} A_1 \\ A_1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_2x \\ \frac{A_2}{2} + A_2x \end{pmatrix}\right] e^{-x} =$$

$$= c_1e^{-x}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} + c_2e^{-x}\begin{pmatrix} 2x \\ 2x-1 \end{pmatrix}$$

$$A_1 = c_1 \qquad \frac{A_2}{2} = c_2$$

Endi (2) tenglamaning ta chiziqli bog'liq bo'lmagan yechimlaridan $n\,x\,n$ $y(x)$ matrisani tuzamiz.

$$Y(x) = \begin{pmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \\ y_n(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1(x) & y_{12}(x)....y_{1n}(x) \\ y_{21}(x) & y_{22}(x)....y_{2n}(x) \\ y_{n1}(x) & y_{n2}(x)....y_{nn}(x) \end{pmatrix}$$

u xolda

$$\frac{dY}{dx} = A(x)Y \qquad (9)$$

ga matrisali tenglama deyiladi.

$\det Y(x) = W(x)$ ga

Vronskiy determinanti deyiladi. Agar U(x) matrisa, (9) matrisiali tenglamani qanoatlantirsa, unga (9) tenglamaning integrali yoki fundamental matrisasi deyiladi. (matrisali yechim) Bundan ko'rinadikim chiziqli differensiali tenglamalar sistemasini

$\frac{dy_i}{dx} = \sum_{j=1}^{n} P_{ij}(x)y_j$ ni $\frac{dy}{dx} A(x)y$ vektorli ravishda yoki $\frac{dY}{dx} A(x)Y$

matrisali ravishda yozish mumkin. Bu tenglamalr orasidagi boglanish shundan iboratki $n\,x\,n$ $Y(x)$ matrisali yechimning ustunlari (2) tenglamaning uzaro chiziqli bog'liq bo'lmagan vektorli yechimlarni tashkil etadi.

Agar A(x) matrisa funksiya, o'zgarmas matrisa bo'lsa.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12}....a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}....a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2}....a_{nn} \end{pmatrix}$$

o'zgarmas koeffisiyentli matrisali

$$\frac{dY}{dx} = AY$$

tenglamaning yechimini

$$Y = Be^{\lambda x}$$

ko'rinishda izlaymiz bunda $B \quad n+1$ tartibli matrisa

$$B = \begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \gamma_n \end{pmatrix}$$

Agar o'zgarmas matrisa uchun

$$Ah = \lambda h$$

tenglik bajarilsa, u xolda λ son A matrisaning xos soni (xos qiymati), h vektorga esa λ ga mos bo'lgan xos vektor deyiladi.

TEOREMA.$Y(x)$ matrisa (9) tenglamaning fundamental matrisasi bo'lishi $x \in (\alpha, \beta)$ oraliqdagi qiymatlar uchun

$$\det Y(x) = W(x) \neq 0$$

shartining bajarilishi zarur va yetarlidir.

TEOREMA 2. Agar $y_1(x)$ matrisa (9) tenglamaning biror intervalda aniqlangan matrisali yechimi bo'lsa u xolda $y_1(x)c$ xam bu tenglamaning yechimi buladi.

Ya'ni $$\frac{d(Y_1 c)}{dx} = A(t)\,(Y, c)$$

S, $n\,x\,1$ tartibli ixtiyoriy o'zgarmas matrisa xakikatan xam

$$\frac{dY_1}{dx} \equiv A(x) Y_1 \qquad (10)$$

tenglamaning ikki tomonini ungdan C matrisaga kupaytiramiz.

$$\frac{dY_1}{dx} \cdot C = A(x) Y_1 C$$

\C o'zgarmas matrisa bo'lgani uchun

$$\frac{d(Y_1 C)}{dx} = A(x)(Y_1 C)$$

ya'ni $Y_1 C$ (9) tenglamani yechimi buladi.

30.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.

2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Differensial tenglamalar sistemasini vektorli kurinishga keltiring?			
2	Xarakteristik tenglamaning ko’rinishi qanday bo’ladi?			
3	Xarakteristik tenglama, kompleks ildizlarga, ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi?			
4	Vektorli tenglama bilan matirisali tenglamaning farqi nimadan iborat?			
5	Matirisali tenglamaning yechimlarining xossalarini ayting?			
6	Xarakteristik tenglama, oddiy ildizlarga kompleks ildizlarga, karrali ildizlarga ega bo’lsa, unga mos xususiy yechimlar qanday topiladi?			
7	Matirisali tenglamaning yechimlarining xossalarini ayting?			

30.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

30.5-ilova

"“ Matritsali differensial tenglamalarni integrallash.Koshi integral formulasi Eksponensial matrisa” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Tenglamalar sistemasining yechimini matrisaviy usul (Jordan matrisasiga keltirish) yordamida toping

1. $\begin{cases} \dot{x} = x + 2y \\ \dot{y} = 2y \\ \dot{z} = -2x - 2y - z \end{cases}$

$\lambda_1 = 1, \lambda_2 = 2, \lambda_3 = -1$

2. $\begin{cases} \dot{x} = 4x + 6y \\ \dot{y} = -3x - 5y \\ \dot{z} = -3x - 6y + z \end{cases}$

$\lambda_1 = -2, \lambda_{2,3} = 1$

3. $\begin{cases} \dot{x} = 3x + 8z \\ \dot{y} = 3x - y + 6z \\ \dot{z} = -2x - 5z \end{cases}$

$\lambda_{1,2,3} = -1$

4. $\begin{cases} \dot{x} = -4x + 2y + 10z \\ \dot{y} = -4x + 3y + 7z \\ \dot{z} = -3x + y + 7z \end{cases}$

$\lambda_{1,2,3} = 2$

5. $\begin{cases} \dot{x} = 3y + 3z \\ \dot{y} = -x + 8y + 6z \\ \dot{z} = 2x - 14y - 10z \end{cases}$

$\lambda_{1,2} = -1, \lambda_3 = 0$

6. $\begin{cases} \dot{x} = x - y \\ \dot{y} = x + 3y \end{cases}$

Vektor formada berilgan $\dot{X} = Ax$ ko’rinishdagi sistemani yeching.

7. $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 2 & -3 \end{pmatrix}$

8. $A = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$

9. $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$

10. $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 3 & -1 & -2 \end{pmatrix}$

11. $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 2 \\ 1 & 4 & -2 \\ 1 & 5 & -3 \end{pmatrix}$

12. $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 2 \\ -2 & -1 & 2 \\ -3 & -2 & 3 \end{pmatrix}$

13. $A = \begin{pmatrix} -3 & 2 & 2 \\ -3 & -1 & 1 \\ -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$

14. $A = \begin{pmatrix} 3 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 2 \\ -1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

221. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
222. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
223. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
224. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
225. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

226. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
227. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
228. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
229. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
230. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
231. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
232. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
233. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
234. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
235. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
236. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
237. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

238. www.lib.homelinex.org/math
239. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
240. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

31-Ma’ruza mashg’ulot.

2. “Yechimning davomiyligi. Echimning boshlang’ich qiymatlarga va parametrlarga uzluksiz bog’liqligi. Echimning boshlang’ich qiymatlarga va parametrlar bo’yicha differensiallanuvchanligi haqida teorema” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

31-ma'ruza	**Yechimning davomiyligi. Echimning boshlang'ich qiymatlarga va parametrlarga uzluksiz bog'liqligi. Echimning boshlang'ich qiymatlarga va parametrlar bo'yicha differensisllanuvchanligi haqida teorema.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50 nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1)Adamar lemmasini isbotlash uchun yordamchi ma'lumotlardan foydalanish 2) Mavjudlik va yagonalik shartlarini o'rganish 3) Yechimni parametrga nisbatan sissiqligi shartlarini o'rganish 4) Yechimni boshlang'ich shartlarga nisbatan sissiqligi shartlarini o'rganish
Asosiy tushuncha va atamalar	Norma tushunchasi, Xususiy hosila, uzluksizlik mavjudlik va yagonalik, silliqlik,qavariq to'plam boshlang'ich shartlar.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

1. "Yechimning davomiyligi. Echimning boshlang’ich qiymatlarga va parametrlarga uzluksiz bog’liqligi. Echimning boshlang’ich qiymatlarga va parametrlar bo’yicha differensisllanuvchanligi haqida teorema" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(31.1-ilova). 1.3. Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Chekli orttirmalar formulasini ayting? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni 4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(31.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(31.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2. Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro’li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5. Qavariq to;plamga misollar keltiring? 6. 2-Lemmani ayting? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari

	Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(31.3-31.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(31.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

31.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

31.2-ilova

“Yechimning davomiyligi. Echimning boshlang’ich qiymatlarga va parametrlarga uzluksiz bog’liqligi. Echimning boshlang’ich qiymatlarga va parametrlar bo’yicha differensisllanuvchanligi haqida teorema” mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Koshi masalasi yechimini parametrlar va boshlang’ich shart masalalarga nisbatan silliqligi

Bir o’zgaruvchili $f(x)$ funksiya uchun Lagranjning chekli orttirmalar formulasi

$f(x)-f(y)=f'(\xi)(x-y)$ (1)

o’rinli, bu yerda $\xi\in(x,y)$

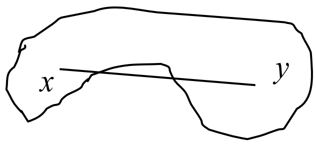
Bu formulani ko’p o’zgaruvchili funksiya uchun isbotlaymiz.

$x=(x_1,x_2,...,x_n)\in R^n$ bo’lsin

Ta'rif $V \subset R^n$ to'plam qavariq deyiladi, agar ixtiyoriy $x, y \in V$ nuqtalar uchun shu ikki nuqtani tutashtiruvchi kesma V to'plamga tegishli bo'lsa, ya'ni bu to'plamga $tx+(1-t)y, 0 \le t \le 1$ nuqtalar to'plami tegishli bo'lsa.

Misollar

1. R^n ga $\|x\| \le r, \|y\| < r$ bo'lsa, u holda $\|tx+(1-t)y\| \le t\|x\| + (1-t)\|y\| \le tr + (1-t)r = r$
2. R^n ga $a_i \le x_i \le b_i, i = \overline{1,n}$ parallelepiped qavariq to'plamni tashkil etadi (isboti 1-misol kabi)
3. Chizmada ko'rsatigan to'plam qavariq to'plam bo'lmaydi



1-Lemma $f(x)$ funksiya $V \subset R^n$ qavariq to'plamda aniqlangan uzluksiz hosilaga ega bo'lgan haqiqiy funksiya bo'lsin u holda $\forall x, y \in V$ uchun

$$f(x) - f(y) = \nabla f(\xi)(x-y) \qquad (2)$$

Tenglik o'rinli bo'ladi, bu yerda

$\nabla f = (\frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, ..., \frac{\partial f}{\partial x_n}) = gradf$, ξ x va y nuqtalarni tutashtiruvchi kesmaga tegishli nuqta.

Isbot V to'plam qavariq bo'lganligi sababli u x va y nuqtalarni tutashtiruvchi kesmani o'zida saqlaydi. Bu kesmaga tegishli ixtiyoriy nuqta $z(t) = tx + (1-t)y, 0 \le t \le 1$ ko'rinishga ega bo'ladi va bu kesmada $f(x)$ funksiya t ga nisbatan bir o'zgaruvchili funksiya bo'ladi $f(z(t)) = \varphi(t), t \in [0,1]$ u holda

$$f(x) - f(y) = \varphi(1) - \varphi(0) = \varphi'(c) = \frac{df(tx+(1-t)y)}{dt}/_{t=c} = \sum_{k=1}^{n} \frac{\partial f(tx+(1-t)y)}{\partial f(tx_k+(1-t)y_k)} \cdot \frac{d(tx_k+(1-t)y_k)}{dt}/_{t=c} =$$

$$= \nabla f(\xi)(x-y)$$

bu yerda $\xi = (\varsigma_1, \varsigma_2, ..., \varsigma_n), \xi_j = cx_j + (1-c)y_j$

Bu lemmaning ahamiyati kattaligi sababli uni boshqa ko'rinishda qaraymiz

2-Lemma $f(x)$ funksiya qavariq $V \subset R^n$ to'plamda aniqlangan va uzluksiz hosilaga ega bo'lgan haqiqiy funksiya bo'lsin, u holda o'zgaruvchilarga nisbatan uzluksiz bo'lgan shunday $\varphi_k(x,y), (k = \overline{1,n})$ funksiyalar topiladiki $\forall x, y \in V$ lar uchun

$$f(x) - f(y) = \sum_{k=1}^{n} \varphi_k(x,y)(x_k - y_k) \qquad (3)$$

o'rinli bo'ladi

Isbot $z(t) = tx + (1-t)y$ bo'lsin

U holda

$$f(x) - f(y) = \int_0^1 \frac{df(z(t))}{dt} dt = \int_0^1 (\sum_{k=1}^{n} \frac{\partial f(tx+(1-t)y)}{\partial(x_k+(1-t)y_k)}(x_k - y_k))dt = \int_0^1 \sum_{k=1}^{n} \frac{\partial f(tx+(1-t)y)}{\partial(x_k+(1-t)y_k)} dt (x_k - y_k) =$$

$$\sum_{k=1}^{n} \varphi_k(x,y)(x_k - y_k)$$

Bu yerda $\varphi_k(x,y) = \int_0^1 \frac{\partial f(tx+(1-t)y)}{\partial(x_k+(1-t)y_k)} dt$

3 Lemma $f(x)=(f_1(x),...,f_n(x))$ vektor funksiya yopiq qavariq $V\subset R^n$ to'plamda uzluksiz differensiallanuvchi bo'lsin, Bu holda ixtiyoriy $x,y\in V$ uchun $\|f(x)-f(y)\|\le M_n\|x-y\|$ o'rinli bo'ladi, bu yerda $M=\sup\limits_{i,k}\sup\limits_{x\in V}\left|\frac{\partial f_i(x)}{\partial x_k}\right|$

Isbot $\forall i=\overline{1,n}$ uchun $|f_i(x)-f_i(y)|^{1-\lambda}\le\sum\limits_{k=1}^{n}\frac{\partial f_i(\xi)}{\partial x_k}|x_k-y_k|\le M\sum\limits_{k=1}^{n}|x_k-y_k|\le M_n\|x-y\|$

Chunki $\left|\frac{\partial f_i(x)}{\partial x_k}\right|\le M$ Bu lemmadan va vektor normasi ta'rifidan ($\|x\|=\sin\limits_{1\le i\le n}|x_i|$)

$\|f(x)-f(y)\|\le M_n\|x-y\|$

Tengsizlik o'rinli bo'ladi.

4-Lemma (Adamar) $F(x,z)$ haqiqiy o'zgaruvchili funksiya x o'zgaruvchiga nisbatan qavariq $V\subset R^n\times R^m$ to'plamda aniqlangan bo'lsin va bu funksiya $p\ge1$ tartibgacha uzluksiz xususiy hosilalarga ega bo'lsin. U holda shunday $\Phi_i(x,y,z), y=(y_1,y_2,...,y_n)$ funksiya mavjudki u barcha o'zgaruvchilar bo'yicha $p-1$ tartibgacha xususiy hosilalarga ega bo'lib

$$F(x,z)-F(y,z)=\sum_{k=1}^{n}\Phi_k(x,y,z)(x_k-y_k)\quad(4)$$

tenglik o'rinli bo'ladi

Isbot. 2-Lemmada

$\varphi_k(x,y)$ funksiyani $\Phi_k(x,y,z)=\int\limits_0^1\frac{\partial F(tx+(1-t)y,z)}{\partial(tx_k+(1-t)y_k)}dt$ almashtirsak Adamar misoli isbotlanadi

5-Lemma $x(t)=(x_1(t),x_2(t),...,x_n(t))$ Riman bo'yicha $[a,b]$ kesmada integrallanuvchi vektor-funksiya. Bu holda

$$\left\|\int_a^b x(t)dt\right\|\le\int_a^b\|x(t)\|dt$$

Tengsizlik o'rinli bo'ladi

Isbot Haqiqatdan ham $\forall k=\overline{1,n}$ uchun

$$\left|\int_a^b x_k(t)dt\right|\le\int_a^b|x_k(t)|dt\le\int_a^b\|x(t)\|dt$$

O'rinli chunki $|x_k(t)|\le\|x(t)\|=\sup\limits_{1\le k\le n}|x_k(t)|$ Bu tengsizlikni o'ng tomoni k ga bo'gliq emas. k $1\le k\le n$ bo'yicha supremumga o'tib

$$\left\|\int_a^b x(t)dt\right\|\le\int_a^b\|x(t)\|dt$$

ni hosil qilamiz

Misol $x(t)=(x_1(t),x_2(t),...,x_n(t))$ $[a,b]$ da aniqlangan va shu kesmada har bir komponentasi uzluksiz bo'lgan vektor funksiya bo'lsin. Bu holda $[a,b]$ kesmada normasi $\|x(t)\|=\sup\limits_{1\le k\le n}\sup\limits_{[a,b]}|x_k(t)|$

Bo’lgan funksiyalar to’plami $C_k[a,b]-$chiziqli normallashtirilgan fazoni tashkil etadi. $C_k[a,b]-$fazo to’la

$$\frac{dx}{dt}=f(t,x) \quad (5)$$

Tenglamalar sistemasini qaraymiz bu yerda $x(t)=(x_1(t),x_2(t),\ldots,x_n(t)),\ f(t,x)=(f_1(t,x),\ldots,f_n(t,x))$ vektor funksiyalar. Bu sistema bilan birgalikda

$$x(t_0)=y_0 \quad (6)$$

Boshlang’ich masalani qaraymiz.

(5), (6) Koshi masalasini $\Pi:\{(t,x)/|t-t_0|\le a,\|x(t)-x_0\|\le b\}$ parallepipedda qaraymiz

Quyidagi shartlar bajarilgan bo’lsin

1. $f(t,x)$ vektor funksiya $(n+1)$ o’zgaruvchili funksiya sifatida barcha komponentlar bo’yicha Π da uzluksiz;
2. Barcha $\dfrac{\partial f(t,x)}{\partial x_j},(j=\overline{1,n})$ funksiyalar Π da uzluksiz bo’lsin;

Quyidagi teorema o’rinli

Teorema 1 Agar 1) va 2) shartlar bajarilsa, u holda (5), (6) Koshi masalasi t_0 ning $|t-t_0|\le\delta$ atrofida yechimga ega bo’ladi va bu yechim yagona

$$\begin{cases}\dfrac{dx}{dt}=f(t,x,p) & (7)\\ x(t_0,p)=x_0 & (8)\end{cases}$$

Masalani qaraymiz, bu yerda p parametr

Quyidagi teorema o’rinli

Teorema 2 $f(t,x,p)$ (t_0,x_0,p_0) nuqtani o’z ichida saqlovchi biror ochiq G sohada aniqlangan vektor funksiya bo’lsin. Agar bu vektor funksiya Teorema1ni shartlarini qanoatlantirib p bo’yicha uzluksiz bo’lsa bu holda (7), (8) Koshi masalasi $|t-t_0|\le\delta$ va $|p-p_0|\le\delta_1$ oraliqda t va p lar bo’yicha uzluksiz yagona yechimga ega bo’ladi.

Isbot Koshi masalasini integral tenglama bilan almashtiramiz

$$x(t,p)-x_0+\int_{t_0}^{t}f(\tau,x(\tau),p)d\tau \quad (9)$$

Operator kiritamiz

$$Ax(t,p)=x_0+\int_{t_0}^{t}f(\tau,x(\tau),p)d\tau \quad (10)$$

Mavjudlik va yagonalik teoremasi isbotdagi usulini qo’llab parametrga bog’liq xos integrallar xossasiga asosan (9) ning o’ng tomoni va natijada (7), (8) Koshi masalasi yechimi p bo’yicha uzluksiz bo’ladi. t bo’yicha uzluksizligi (9)dan ko’rinib turibdi

Teorema 3 (Parametr bo’yicha silliqligi)

Skalyar differensial tenglamani qaraymiz

$$\frac{dx}{dt}=f(t,x,\mu) \quad (11)$$

Bu tenglama uchun uchun boshlang’ich shartdan

$$x(t_0) = x_0 \qquad (12)$$

Bo'lsin $f(t, x, \mu)$ (t_0, x_0, μ_0) nuqtani o'z ichida saqlovchi biror ochiq to'plamda uzluksiz va p chi tartibgacha uzluksiz hosilalarga ega bo'lsin, bu holda (11), (12) Koshi masalasini (t_0, μ_0) nuqta atrofidagi $x = \varphi(t, \mu)$ yechimi p tartibgacha t, μ lar bo'yicha uzluksiz hosilalarga ega bo'ladi.

Isbot $x = \varphi(t, \mu)$ (11), (12) Koshi masalasi yechimi bo'lsin, ya'ni

$\dfrac{d\varphi(t, \mu)}{dt} = f(t, \varphi(t, \mu), \mu)$ $\varphi(t_0, \mu) = x_0$ $x = \varphi(t, \mu + \Delta\mu)$ funksiya boshlang'ich sharti $\varphi(t_0, \mu + \Delta\mu) = x_0$ bo'lgan $\dfrac{d\varphi(t, \mu + \Delta\mu)}{dt} = f(t, \varphi(t, \mu + \Delta\mu), \mu + \Delta\mu)$ tenglamani qanoatlantiradi. $\Delta\varphi = \varphi(t, \mu + \Delta\mu) - \varphi(t, \mu)$ belgilash kiritamiz $\Delta\varphi$

$$\frac{d\Delta\varphi}{dt} = f(t, \varphi(t, \mu + \Delta\mu), \mu + \Delta\mu) - f(t, \varphi(t, \mu), \mu) = F\Delta\varphi + G\Delta\mu \quad (13)$$

Tenglamani qanoatlantiradi. Bunda Adamar lemmasiga ko'ra F va G lar $t, \mu, \Delta\mu$ larga ko'ra uzluksiz (13)dan $\dfrac{\Delta\varphi}{\Delta\mu}$ ga ko'ra chiziqli

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\Delta\varphi}{\Delta\mu}\right) = F\frac{\Delta\varphi}{\Delta\mu} + G \quad (14)$$

Tenglamani hosil qilamiz $\varphi(t, \mu)$ va $\varphi(t, \mu + \Delta\mu)$ funksiyalar barcha boshlang'ich shartni qanoatlantirganligi sababli

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta\mu}\Big|_{t=t_0} = 0 \qquad (15)$$

ni hosil qilamiz

(14) tenglamaning o'ng tomoni $\dfrac{\Delta\varphi}{\Delta\mu}$ bo'yicha hosilasi F uzluksiz funksiya bo'lganligi sababli teorema 2 ga ko'ra $\dfrac{\Delta\varphi}{\Delta\mu}$ μ_0 ning biror atrofida uzluksiz, natijada $\lim\limits_{\Delta\mu \to 0} \dfrac{\Delta\varphi}{\Delta\mu} = \dfrac{\partial\varphi}{\partial\mu}$ limit mavjud

Adamar lemmasidan $F \to \dfrac{\partial f}{\partial x}, G \to \dfrac{\partial f}{\partial \mu}$ shu sababli $\dfrac{\partial\varphi}{\partial\mu}$

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial\varphi}{\partial\mu} = \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial\varphi}{\partial\mu} + \frac{\partial f}{\partial\mu} \qquad (16)$$

Tenglamani qanoatlantiradi. Bu tenglama uchun boshlang'ich shart

$\dfrac{\partial\varphi}{\partial\mu}\Big|_{t=t_0} = 0$ bo'ladi.

(16)tenglama koeffisientlari uzluksiz bo'lganligi sababli Teorema 2 dan $\dfrac{\partial\varphi}{\partial\mu}$ ni uzluksizligi kelib chiqadi teorema $p = 1$ uchun isbotlandi $p = 2$ uchun (16) dan $\dfrac{\partial^2\varphi}{\partial t\partial\mu}$ ni uzluksizligi kelib chiqadi $\dfrac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}$ uzluksiz, chunki tenglikning

$\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}=\frac{\partial\varphi}{\partial t}+\frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial\varphi}{\partial t}$ o'ng tomoni uzluksiz funksiyalar $\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}$ ning uzluksizligi (16)uchun to'la variasialash tenglamasi tuzish yordamida isbotlanadi boshlang'ich shartlardan uzluksiz bog'liqligi $x(t)$ va $f(t,x)$ skalyar funksiyalar bo'lsin.

$$\begin{cases}\frac{dx}{dt}=f(t,x)\\ x(t_0)=x_0\end{cases}$$

Koshi masalasini qaraymiz.

$x(t)-x_0=\bar{x}(t), t-t_0=\bar{t}$ belgilashlar kiritamiz.

Bu holda Koshi masalasi

$$\begin{cases}\frac{d\bar{x}}{d\bar{t}}=f(\bar{t}+t_0,\bar{x}+x_0)\\ \bar{x}(0)=0\end{cases} \qquad (17)$$

Ko'rinishga keladi

(17) ni o'ng tomonidagi t_0 va x_0 sonlarni parameter sifatida qarash mumkin. Bu holda teorema 3 dan agar $f(t,x)$ funksiya ma'lum silliqlikga (uzluksiz va p tartibgacha uzluksiz hosilalarga)ega bo'lsa. U holda Koshi masalasini yechimi

$x(t)=\varphi(t,t_0,x_0)$ ham t_0,x_0 ga ko'ra silliqlikka ega bo'ladi.

31.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:
   - V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi
   - - (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.
   - + (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.
   - ? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Qavariq to'plam deb qanday to'plamga aytiladi?			

2	Adamar lemmasini ayting?				
3	Koshi masalasini ayting?				

31.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

31.5-ilova

“Yechimning davomiyligi. Echimning boshlang’ich qiymatlarga va parametrlarga uzluksiz bog’liqligi. Echimning boshlang’ich qiymatlarga va parametrlar bo’yicha differensisllanuvchanligi haqida teorema” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

1) Qavariq to’plam deb qanday to’plamga aytiladi?
2) Adamar lemmasini ayting?
3) Koshi masalasini ayting?

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

241. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
242. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
243. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
244. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения иvариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
245. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

246. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
247. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
248. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.

249. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
250. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
251. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
252. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
253. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
254. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
255. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
256. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
257. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

258. www.lib.homelinex.org/math
259. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
260. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

32-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Avtonom sistemalar.Avtonom yechimning xossalari.Avtonom sistemaning muvozanat xolati. Xolatlar fazosi va trayektoriyasi. Chiziqli bir jinsli ikkinchi tartibli uzgarmas koeffisiyentli avtanom sistemaning holatlar tekisligi. Maxsus nuqta” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

32-ma’ruza	**Avtonom sistemalar. Avtonom yechimning xossalari. Avtonom sistemaning muvozanat xolati. Xolatlar fazosi va trayektoriyasi. Chiziqli bir jinsli ikkinchi tartibli uzgarmas koeffisiyentli avtanom sistemaning holatlartekisligi. Maxsus nuqta.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Avtonom sistema, yechim, umumiy yechim, trayektoriya. 2. Ikkinchi tartibli yechim xossasi, muvozanat nuqta. 3.Maxsus nuqtalar**.**
Asosiy tushuncha va atamalar	Avtonom sistema; maxsus nuqta; oddiy nuqta; xarakteristik tenglama; almashtirishlar tugun, markaz, egar, fokus, tugulma tugun, dikritik tipdagi maxsus nuqtalar.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning

xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Avtonom sistemalar. Avtonom yechimning xossalari. Avtonom sistemaning muvozanat xolati. Xolatlar fazosi va trayektoriyasi. Chiziqli bir jinsli ikkinchi tartibli uzgarmas koeffisiyentli avtanom sistemaning holatlartekisligi. Maxsus nuqta" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi.	Ta'lim oluvchilar

1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(1.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Avtonom tenglamalar sistemasi deb kanday tenglamaga aytiladi? 2)Muvozanat nuqta deb nimaga aytiladi.? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(1.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(1.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4. Tenglamalar sistemasida katnashuvchi noma'lum funksiyalarning uzgarish konuni vaqtga boglikmi.**?** **5.** Muxtar sistemaning ikkita yechimi uz-aro kesishadimi?**?** 6. Holatlar tekisligi deb nimaga aytiladi? 7 . Qaysi vaqtda turgun tipga ega bo'lamiz? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(1.3-1.5ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(1.6-ilova) va uning baholash	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

	mezonlari aytiladi.	

32.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

32.2-ilova

"Avtonom sistemalar. Avtonom yechimning xossalari. Avtonom sistemaning muvozanat xolati. Xolatlar fazosi va trayektoriyasi. Chiziqli bir jinsli ikkinchi tartibli uzgarmas koeffisiyentli avtanom sistemaning holatlar tekisligi. Maxsus nuqta" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Ta’rif. Agar oddiy differensial tenglamalar sistemasiga erkli o’zgaruvchi oshkor ravishda kirmasa, bunday sistema muxtor sistema deyiladi.
Differensial tenglamalarning normal muxtor sistemasi

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = f_1(x_1, x_2, ..., x_n) \\ \dot{x}_2 = f_2(x_1, x_2, ..., x_n) \\ \dot{x}_n = f_n(x_1, x_2, ..., x_n) \end{cases} \qquad (1.1)$$

ko’rinishda bo’ladi yoki vektor ko’rinishda.

$$\dot{x} = f(x) \qquad (2.1)$$

Agar erkli o’zgaruvchi t ni vaqt deb qabulqilsak, sistema dinamik sistema deb ataladi.

Teorema 1. Agar $x = \varphi(t)$ vektor funksiya (2.1) normal muxtor vektor tenglamaning biror

yechimi bo’lsa, u xolda ixtiyoriy o’zgarmas uchun

$$x = \varphi_x(t) = \varphi(t + c)$$

vektor funksiya xam (2) tenglamaning yechimi bo’ladi.

Isbot

$$\dot{\varphi}_x(t) = \frac{d}{dt}\varphi_x(t) = \frac{d}{dt}\varphi(t+c) = \frac{d\varphi(t+c)}{d(t+c)} \cdot \frac{d(t+c)}{dt} = \dot{\varphi}(t+c) \cdot 1 = \dot{\varphi}(t+c)$$

Endi $\varphi_x(t)$ funksiya (2.1) tenglamaning yechimi ekanligi ko’rsatamiz.
Shartga ko’ra $x = \varphi(t)$ funksiya (2.1) tenglamani biror yechimi bo’lganligi uchun
$\dot{\varphi}(t) \equiv f(\varphi(t))$ ayniyat bajariladi.

Bunda o’rniga ni olsak

$\dot{\varphi}(t+c) \equiv f(\varphi(t+c))$
gaegabo'lamiz
Bungako'ra $\dot{\varphi}_{ч}(t) \equiv \dot{\varphi}(t+c) \equiv f(\varphi(t+c)) \equiv f(\varphi_x(t))$

Ya'ni $\varphi_x(t)$ (2.1) tenglamaning yechimi (1.1) muxtor sistemaning xar bir $x=\varphi(t)$ vektor yechimiga o'lchovli fazoda $(x_1, x_2, ...x_n) = x$ nuqtaning harakatining mos keltiramiz.Harakat davomida nuqtao'sha fazoda biror chiziqni chizidi.Shu chiziqka nuqtaning harakat troyektoriyasi deyiladi.

Teorema 2. Agar $x=\varphi(t)$ *ва* $x=\psi(t)$ vektor funksiyalar (2.1) tenglamaning ixtiyoriy yechimlar bo'lsa, u xolda bu yechimlar yo birorta nuqtada kesishmaydi yoki butunlay ustma ust tushadi.

Boshqacha aytganda, agar $t_1 \neq t_2$ da $\varphi(t_1) = \psi(t_2)$ bo'lsa u xolda $\psi(t) \equiv \varphi(t+c)$ $c = t_1 - t_2$ ayniyat bajariladi.

Isbot. Teoremani isboti uchun $\varphi(t)$ yechimdan boshqa $\varphi_x(t) = \varphi(t+c), \quad c = t_1 - t_2$ yechimni

Bundan $\varphi_x(t_2) = \varphi(t_2 + c) = \varphi(t_2 + t_1 - t_2) = \varphi(t_1) = \psi(t_2)$

Ya'ni $\varphi_ч(t_2) = \psi(t_2)$

Ya'ni (2.1) tenglamaning ikkita $x = \varphi_x(t)$ va $x = \psi(t)$ yechimlari bir xil boshlangich qiymatlariga ega. Demak Koshi teoremasining shartlari bajariladi yagonalik teoremasiga asosan $x = \varphi_x(t)$ $x = \psi(t)$ yechimlar ustma-ust tushadi.

Agar $x = \varphi(t)$ (2.1) sistemaning yechimi bo'lsa $(n+1)$ o'lchovli $E_{t,x}^{n+1}$ fazoda integral chiziqlar tenglamasi ushbu
$x = \varphi(t) \qquad t \in J(a,b)$

ko'rinishida berilgan, bu integral chiziqga mos troyektoriya uqiga parallel bo'lgan o'lchovli E_x^n fazoda bu chiziqning proyeksiyasini aniqlaydi.

Trayektoriyalarni urganish integral chiziqlarni urganishga nisbatan sistema tuzishda oz ma'lumot beradi, lekin ba'zi xollarda trayektoriyalarni urganish sistema xaqida yetarli ma'lumot beradi.

Ta'rif. Agar $f(a) \equiv 0$ bo'lsa, $x = a$ (2.1) avtonom sistemaning muvozanat nuqtasi deyiladi.

Agar $x = a$ muvozanat nuqta bo'lsa, $x = a$ $-\infty < t < +\infty$ (2.1) tenglamaning yechimi bo'ladi.

Haqiqatan $\frac{dx}{dx} = \frac{da}{dt} = 0 \qquad f(x(t)) = f(a) = 0$

Agar muvozanat nuqta bo'lsa, u xolda $x = a$ xolat trayektoriya

Hosila ga nisbatan yechilgan birinchi tartibli

$$\frac{dy}{dx} = f(x,y) \quad (1) \qquad \text{va} \ \frac{dx}{dy} = \frac{1}{f(x,y)} = f_1(x,y) \qquad (2)$$

tenglama berilgan bo'lsin.

P nuqta (1) va (2) tenglamalar ko'rilayotgan D soxaninng ichki nuqtasi bo'lsin.

Ta'rif Agar P nuqtaning shunday $\omega \in D$ atrofi mavjud bo'lsakim, bu atrofning xar bir nuqtasidadan (1) yoki (2) differensial tenglamaninng fakat bitta integral egri chizig'i o'tsa va bu ω atrofda $f(x,y)$ yokt $f_1(x,y)$ bo'lsa, P nuqtaga berilgan differensial tenglamaning oddiy nuqtasi deyiladi.

P nuqta oddiy nuqta bo’lishi uchun bu nuqtada $f(x,y)$ funksiyasi x ga nisbatan uzluksiz va y ga nisbatan Lipshis shartini qanoatlantirishi yoki $f_1(x,y)$ funksiya y ga nisbatan uzluksiz va x ga nisbatan Lipshis shartini qanoatlantirishi yetarlidir.

Ta’rif Agar 1-ta’rifdagi shartlardan birortasi xam bajarilmasa u xolda P nuqtaga maxsus nuqta deyiladi.

Ta’rif Agar $\frac{dy}{dx}=\frac{Q(x,y)}{P(x,y)}$ f tenglamada $P(x_0,y_0)=Q(x_0,y_0)=0$ shart bajarilsa u xolda (x_0,y_0) nuqtaga berilgan differensial tenglamaning maxsus nuqtasi deyiladi.

Endi
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt}=cx+my \\ \frac{dy}{dt}=ax+by \end{cases} \qquad (3)$$
avtonom tenglamalar sistemasini qaraymiz.

Bu sistemani
$$\frac{dy}{dx}=\frac{ax+by}{cx+my} \qquad (4)$$
ko’rinishga keltirish mumkin.

(0,0) nuqta (3) sistemani yechim bo’ladi.

(4) tenglama uchun $\frac{0}{0}$ tipidagi maxsus nuqta. (0,0) nuqta bu tenglamaning maxsus nuqtasi bo’ladi. (4) tenglamaning soddalashtirish maksadida
$$\begin{aligned} \xi &= \alpha x++\beta y \\ \eta &= \gamma x++\delta y \end{aligned} \qquad (5)$$
almashtirishini olamiz.

Bunda $\alpha,\beta,\gamma,\delta$ lar ixtiyoriy o’zgarmas sonlar bo’lib, $\alpha\delta-\beta\gamma\neq 0$ ya’ni (5) almashtirish maxsusmas almashtirishdir. Ularni shunday tanlab olamizkim, (4) tenglamaning surati $\lambda\eta$ ga, maxraji esa $\mu\xi$ ga teng bo’lsin.

(5) dan
$$\begin{aligned} d\xi &= \alpha dx+\beta dy \\ d\eta &= \alpha dx+\delta dy \end{aligned}$$
. Bunga asosan (4) tenglama
$$\frac{d\eta}{d\xi}=\frac{\gamma dx+\delta dy}{\alpha dx+\beta dy}=\frac{\gamma+\delta\frac{dy}{dx}}{\alpha+\beta\frac{dy}{dx}}=\frac{\gamma+\delta\frac{ax+by}{cx+my}}{\alpha+\beta\frac{ax+by}{cx+my}}=\frac{\gamma(cx+my)+\delta(ax+by)}{\alpha(cx+my)+\beta(ax+by)}$$
shartgako’ra
$$\gamma(cx+my)+\delta(ax+by)=\lambda\eta=\lambda(\gamma x+\delta y)$$
$$\gamma(cx+my)+\beta(ax+by)=\mu\xi=\mu(\alpha x+\beta y)$$
. Bundan xar bir tenglamada x va y oldidagi koeffisiyentni tenglashtirsak, kuyidagi 2 ta tenglamalar sistemasiga
$$\begin{cases} (c-\lambda)\gamma+a\delta=0 \\ m\gamma+(b-\lambda)\delta=0 \end{cases} \qquad (6) \qquad\qquad \begin{cases} (c-\mu)\alpha+a\beta=0 \\ mx+(b-\mu)\beta=0 \end{cases} \qquad (7)$$
ega bo’lamiz.

Bular $\alpha,\beta,\gamma,\delta$ larga nisbatan bir jinsli tenglamalar sistemasidir.Bu tenglmalar sistemasi nol bo’lmagan yechimga ega bo’lishi uchun uning asos determinanti 0 ga teng bo’lishi zarur.

$$\begin{vmatrix} c-\lambda & \alpha \\ m & b-\lambda \end{vmatrix} = 0 \qquad (8) \qquad\qquad \begin{vmatrix} c-\mu & \alpha \\ m & b-\mu \end{vmatrix} = 0 \qquad (9)$$

Bularni ochib yozsak

$$\lambda^2(b+c)\lambda - am + bc = 0 \qquad (10)$$

$$\mu^2(b+c)\mu - am + bc = 0 \qquad (11)$$

(10) va (11) dan ko'rinadikim λ va μ lar bir xil kvadrat tenglamaning ildizlaridir.

(10)va (11) tenglamalarga xarakteristik tenglama deyiladi.

{(3) va (4) tenglamalarning} xarakteristik tenglamani

$$\begin{vmatrix} c-\lambda & m \\ a & b-\lambda \end{vmatrix} = 0 \qquad (10)$$

ko'rinishda yezib olamiz.

Isbot etamizki (5) almashtirish, maxsusmas almashtirtshdir xakikatdan (10) tenglamaning ildizini (6) ning birinchisiga qo'ysak

$\dfrac{\gamma}{\delta} = -\dfrac{a}{c-\lambda_1}$ ga ega bo'lamiz.

λ_2 ildizini (7) ni birinchisiga qo'ysak

$\dfrac{\alpha}{\beta} = -\dfrac{a}{c-\lambda_2}$ ga ega bo'lamiz.

Bu keyingi tenglikning chap va ung tamonlari bir-biriga teng bo'lmagani uchun ya'ni

$\dfrac{\alpha}{\beta} \neq \dfrac{\gamma}{\delta}$ ya'ni $\alpha\delta - \beta\gamma \neq 0$

demak (5) almashtir yordamida berilgan tenglamani

$$\frac{d\eta}{d\xi} = \frac{\lambda_2\eta}{\lambda_2\xi} \qquad (12)$$

kurinishga keltirish mumkin. Bunda kuyidagi xollar bo'lishi mumkin.

1-Xol.

Xarakteristik tenglamini ildizlari bir-birga teng emas $(\lambda_1 \neq \lambda_2)$

a) xarakteristik tenglamaning ildizlari xakikiy va bir-biriga teng emas

$|\lambda_1| < |\lambda_2|$ va $\lambda_1\lambda_2 > 0$ bo'lsin

(12) tenglamadan $\dfrac{d\eta}{d\xi} = \dfrac{\lambda_2\eta}{\lambda_1\xi}$ bundan

$$\ln\eta = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}\ln|\xi| + \ln c \qquad \eta = c|\xi|^{\frac{\lambda_2}{\lambda_1}} \qquad (13)$$

$(\xi \neq 0, \quad \eta \neq 0), \quad \eta = 0 \quad (\xi \neq 0)$ $\dfrac{\lambda_2}{\lambda_1} > 1$bo'lgani uchun

(13) koordinata boshidan utuvchi parabolalar oilasini beradi. Koordinata boshidan xamda intigiral chiziqlar ξ uqiga urinib utadi.

Xakikatdan xam

$$\left.\frac{d\eta}{d\xi}\right|_{\xi=0} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}c|\xi|^{\frac{\lambda 2}{\lambda_1}}\Big|_{\xi=0} = 0$$

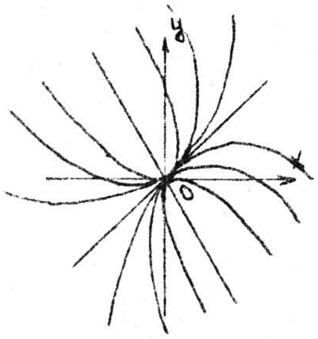
(3) sistema esa

$$x = c, e^{\lambda, t}$$

$$y = c_2 e^{\lambda 2t}$$

(0,0) nuqta tugun tipidagi maxsus nuqta integiral chiziqlar bunday xolda $\xi 0\eta$ tekisligidan yukoridagidek joylashgan bo'ladi.

$\lambda_1 > 0 \quad \lambda_2 > 0$ bo'lgani uchun (3) sistemaning trayektoriyalari $t \to +\infty$ da $+\infty$ ga intiladi.

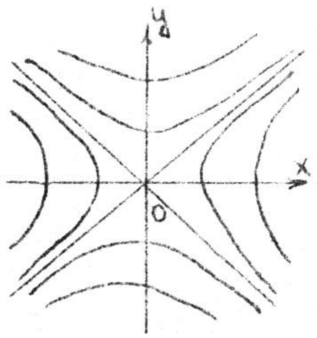


v) $\lambda_1 \lambda_2 < 0$ bo'lsin

$$\lambda_1 < 0 < \lambda_2 \qquad (\lambda_2 < 0 < \lambda_1) \qquad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = -k \quad (k > 0) \qquad \eta = c|\xi|^{-k} \qquad (14)$$

(12) tenglamaning yechimi bo'ladi. Bu integral chiziqlar koordinata boshidan utmaydi.Chunki $\xi \to 0$ sa $\eta \to \infty$ koordinata boshidan fakat ikkita yarim uklar $\xi = 0(\eta \neq 0)$; $\eta = 0(\xi \neq 0)$ tenglamaning yechimi bo'ladi.

$\lambda_1 < 0 < \lambda_2$ Bulganda ξ uki buyicha harakat koordinata boshiga yunalgan bulib, η uki buyicha harakat koordinata boshidan uzoulashadi.



(14) giperbolalar oilasining tenglamasidir.

Bu xolda (0,0) nuqta egar tipidagi maxsus nuqta deyiladi. Integral chiziqlar shaklidagidek joylashgan bo'ladi.

S) λ_1 *ва* λ_2 lar xarakteristik tenglamaning kompleks ildizlari bo'lsin. Ya'ni $\lambda_{1,2} = p \pm iq \qquad (p \neq 0)$

U xolda (6) tenglamada γ va δ lar ixtiyoriy son bo'lgani uchun ularni shunday tanlab olamizki $\gamma = \overline{\alpha}, \qquad \delta = \overline{\beta}$ bo'lsin. Bunda $\overline{\alpha}, \overline{\beta}$ lar α, β larga kushma bo'lgan kompleks sonlardir u vaqta (5) almashtirish

$$\begin{cases} \xi = \alpha ч + \beta y \\ \eta = \overline{\alpha} x + \overline{\beta} y \end{cases}$$

Kurinishgaegabo'ladi.

Bundaxvaularxakikiysonlarniqabulkilganda ξ va η larkompleкssonlarniqabulkiladi.

xvaularxamxakikiysonlarniqabulkilganda ξ va η larxamxakikiysonlarniqabulkilishligiuchunkuyidagialmashtirishniolamiz

$$\begin{aligned} \xi &= u - i\vartheta \\ \eta &= u + i\vartheta \end{aligned} \qquad (15)$$

u xolda $\frac{d\eta}{d\xi} = \frac{\lambda_2\eta}{\lambda_1\xi}$ tenglama

$$\frac{du + id\vartheta}{du - id\vartheta} = \frac{p + iq}{p - iq} \cdot \frac{u + i\vartheta}{u - i\vartheta} \qquad (16)$$

bu tenglamani soddalashtirsak

$$\vartheta d\vartheta + bdb = \frac{p}{q}(ud\vartheta - \vartheta du) \qquad (17)$$

ga ega bo'lamiz bu tenglamani xar ikkala tomonini $u^2 + \vartheta^2$ bulib, uni

$$\frac{1}{2}\frac{d(u^2 + \vartheta^2)}{u^2 + \vartheta^2} = \frac{p}{q}\frac{d\left(\frac{\vartheta}{u}\right)}{1 + \left(\frac{\vartheta}{u}\right)^2}$$ kurinishga

keltirish mumkin.

Bu ifodani integrallasak

$$\frac{1}{2}\ln(u^2 + v^2) = \frac{p}{q}arctg\frac{\vartheta}{u} + \ln c$$ yoki

$$\sqrt{u^2 + \vartheta^2} = ce^{\frac{p}{q}frtg\frac{\vartheta}{u}}$$

(u, ϑ) sistemadan kutib sistemaga utamiz.

$u = p\cos\varphi$

$\vartheta = p\sin\varphi$

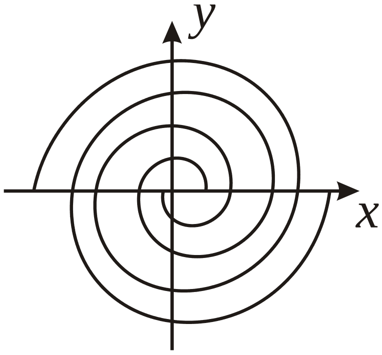
U xolda keyingi tenglikdan

$$p = ce^{\frac{p}{q}\varphi} \qquad (18)$$

ga ega bo'lamiz.

Bu logarifmik spiralining tenglamasi. ya'ni integral chiziqlar maxsus nuqta atrofida ∞ marta aylanib ma'lum bir yunalish buyicha maxsus nuqtaga asimptotik ravishda $(p < 0;\ q > 0;\ p < 0,\ q < 0)$ yakinlashadi. $(p > 0;\ q > 0;\ p > 0,\ q > 0)$ da uzoklashadi

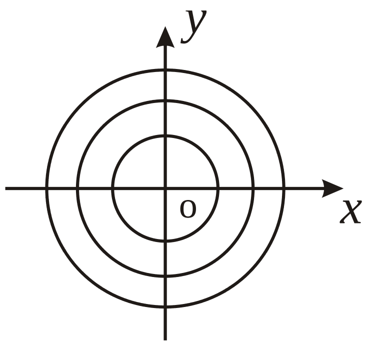
Bunday (0,0) maxsus nuqtada fokus maxsus nuqta deyiladi.



Agar $p=0$ bo'lsa $\lambda_{1,2}=\pm q$ ga ega bo'lamiz u xolda (17) dan

$udu+\vartheta d\vartheta=0\to u^2+\vartheta^2=c^2$

ga ega bo'lamiz. Bu markaz tipidagi maxsus bulib integral chiziqlar quyidagicha joylashgan bo'ladi.



2-xol

xarakteristik tenglamaning ildizlari bir-biriga teng ya'ni $\lambda_1=\lambda_2=\lambda$

(10) tenglamadan

$$\lambda_1=\lambda_2=\frac{в+c}{2},\qquad (b-c)^2+4am=0$$

gaegabo'lamiz $(b-c)^2+4am=0$ dan $am=-\frac{(b-c)^2}{4}$ $\lambda_1=\lambda_2$ qiymatni (7) tenglamagaqo'ysak

$$\begin{cases}\left(c-\frac{b+c}{2}\right)a+a\beta=0\\ m\alpha+\left(b-\frac{b+c}{2}\right)\beta=0\end{cases}\text{yoki}\begin{cases}-\frac{b-c}{2}a+a\beta=0\\ m\alpha+\left(\frac{b-c}{2}\right)\beta=0\end{cases}\qquad(19)$$

tenglamalar sistemasiga ega bo'lamiz. Bu ikki xol bo'lishi mumkin.

A) $a,m,\frac{b-c}{2}$ koeffisisntlardan birortasi xam nolga teng emas (19)

α,β ga nisbatan bir jinisli algebraik teng bulib, uniing asos determinanti nolga teng bo'lgani uchun sistemaga tirvial bo'lmagan yechimga ega. Faraz etaylik bu yechimlardan biri $\alpha=a$ bo'lsin.U xolda (19) ning birinchisidan $\beta=\frac{b-c}{2}$ ga ega bo'lamiz.

U xolda $$\begin{cases}\xi=ax+\frac{b-c}{2}y\\ \eta=y\end{cases}\qquad(20)$$

Almashtirish (12) tenglamani

$$\frac{d\eta}{d\xi}=\frac{dy}{adx+\frac{b-c}{2}dy}=\frac{\frac{dy}{dx}}{a+\frac{b-c}{2}\frac{dy}{dx}}=\frac{\frac{ax+by}{cx+my}}{a+\frac{b-c}{2}\frac{ax+by}{ax+my}}=\frac{ax+by}{a(cx+my)+\frac{b-c}{2}(ax+by)}=$$

$$\frac{ax+\frac{b-c}{2}y+\frac{b+c}{2}y}{a\left(c+\frac{b-c}{2}\right)x+\left(am+c+\frac{b-c}{2}b\right)y}=\frac{\xi+\lambda y}{a\lambda x+\left(-\frac{(b-c)^2}{4}+\frac{b-c}{2}b\right)y}=\frac{\xi+\lambda\eta}{a\lambda x+\frac{b-c}{2}\left[-\frac{b-c}{2}+b\right]y}=$$

$$\frac{\xi+\lambda\eta}{a\lambda x+\frac{b-c}{2}\cdot+\frac{b+c}{2}y}=\frac{\xi+\lambda\eta}{\left(ax+\frac{b-c}{2}y\right)\lambda}=\frac{\xi+\lambda\eta}{\xi\lambda}$$

Kurinishga keltirish mumkin.

Bundan $\frac{d\eta}{d\xi}-\frac{\eta}{\xi}=\frac{1}{\lambda}$ chiziqli tenglamaga ega bo'lamiz.

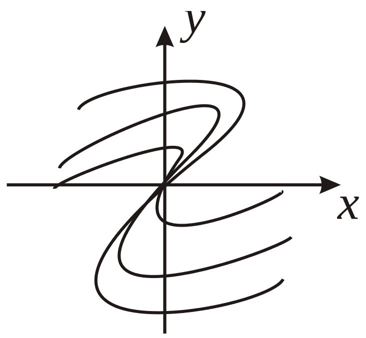
Buning umumiy yechimi

$$\eta=\frac{1}{\lambda}\xi\ln|\xi|+c\xi \qquad (21)$$

dan iboratdir.

Bundan $\lim\limits_{\xi\to 0}\eta'=\lim\limits_{\xi\to 0}\left(\frac{1}{\lambda}\ln|\xi|+\frac{1}{\lambda}+c\right)=\pm\infty \quad \begin{pmatrix}\lambda<0\\ \lambda>0\end{pmatrix}$

ishora λ ning ishorasiga karama-karshi bu kursatadikim integral chiziqlar koordinata boshida 0η ukiga urinib utadi. Koordinata uklaridan fakat 0η uki tenglamaning integral chizigi bo'ladi



Bu xolda (0,0) maxsus nuqta tugilma tugin topishga maxusus nuqta deyiladi.

$\lambda>0$ bo'lganda turginmas tugilma tugin

$\lambda<0$ bo'lganda turgun tugilma tugun deyiladi.

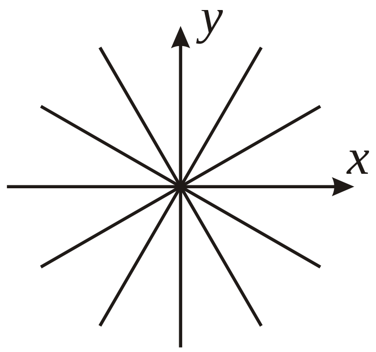
V) Agar $a=0 \quad m=0 \quad \frac{b-e}{2}=0\rightarrow b=c$ bo'lsa (4) tenglamaldan

$$\frac{dy}{dx}=\frac{y}{x}; \qquad \left(\frac{dx}{dy}=\frac{x}{y}\right)\begin{matrix}(y=0; \quad x\neq 0)\\ (x=0 \quad y\neq 0)\end{matrix}$$

ga ega bo'lamiz. Buning umumuiy yechimi

$y=cx \quad (x=cy)$

integralchiziqlar yarim tugri chiziqlardan iborat



(0,0) maxsusnuqta, dikritiktugunmaxsusnuqtadeyiladi.

Faraz etaylik $\begin{vmatrix} a & b \\ c & m \end{vmatrix} = 0$ bo'lsin.

U xolda (4) tenglamadan $\dfrac{dy}{dx} = K$

ga ega bo'lamiz

$y = Kx + c$

Bu xolda koordinat boshi maxsus nuqta bo'lmaydi.

S) Xarakteristik tenglamaning ildizlaridan biri nolga teng bo'lsin ya'ni

$\lambda_1 \neq 0 \quad \lambda_2 = 0$ (12) tenglamani $\begin{cases} \dfrac{d\xi}{dt} = \lambda_1 \xi \\ \dfrac{d\eta}{dt} = \lambda_2 \eta \end{cases}$ ko'rinishda yozib olamiz.

$\lambda_1 \neq 0, \quad \lambda_2 = 0$ bo'lgani uchun $\begin{cases} \xi = c_1 e^{\lambda_1 \xi} \\ \eta = c_2 \end{cases}$ $(c_2 = const)$ ga ega bo'lamiz.

Agar $\lambda_1 < 0$ bo'lsa, harakat $\eta = c_2$ gorizontal chizigi bo'ylab xar ikki tomondan η ukiga tomon yo'nalgan bo'ladi. η o'kining, ya'ni $\xi = 0$--- to'gri chizigining xamma nuqtalari muvozanat xolatidan iborat

Agar $\lambda_1 > 0$ bo'lsa xarakaat teskari yo'nalgan bo'ladi.

2) xarakteristik tenglamaning ikkala ildizi xam nolga teng bo'lsin. Ya'ni

$\lambda_1 = 0, \qquad \lambda_2 = 0$

$$\begin{cases} \dfrac{d\xi}{dt} = 0 & \xi = c_1 \qquad c_1, \quad c_2 = const \\ \dfrac{d\eta}{dt} = 0 & \eta = c_2 \end{cases}$$

Buxolda $\xi o \eta$ tekislikdagibarchanuqtalarmaxsusnuqtabo'ladi.

32.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi

\- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.

\+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.

? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.

2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Avtonom tenglamalar sistemasi deb kanday tenglamaga aytiladi.			
2	Muxtar sistemaning ikkita yechimi uz-aro kesishadimi?			
3	Muvozanat nuqta deb nimaga aytiladi.			
4	Xolatlar tekisligi deb nimaga aytiladi?			
5	Qaysi vaqtda turgun tipdagi maxsus nuqtaga ega bo’lamiz?			
6	Qaysi vaqtda turgunmas tipdagi maxsus nuqtaga ega bo’lamiz?			
7	Qaysi vaqtda egar tipdagi maxsus nuqtaga ega bo’lamiz?			
8	Qaysi vaqtda fokus tipdagi maxsus nuqtaga ega bo’lamiz?			
9	Qaysi vaqtda markaz tipidagi maxsus nuqtaga ega bo’lamiz?			
10	Qaysi vaqtda turgun tugilma tipidagi maxsus nuqtaga ega bo’lamiz?.			
11	Qaysi vaqtda dikritik tugun tipidagi maxsus nuqtaga ega bo’lamiz?			
12	Trayektoriya nima?			

32.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

32.5-ilova

"Avtonom sistemalar. Avtonom yechimning xossalari. Avtonom sistemaning muvozanat xolati. Xolatlar fazosi va trayektoriyasi. Chiziqli bir jinsli ikkinchi tartibli uzgarmas koeffisiyentli avtanom sistemaning holatlartekisligi. Maxsus nuqta"

mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Tenglama va tenglamalar sistemasining maxsus nuqtalarini toping va ularning tipini aniqlang

1. $y' = \dfrac{x^2 + y^2 - 2}{x - y}$

2. $y' = \dfrac{y - \sqrt{1 + 2x^2}}{x + y + 1}$

3. $y' = \dfrac{4y^2 - x^2}{2xy - 4y - 8}$

4. $y' = \dfrac{2y}{x^2 - y^2 - 1}$

5. $y' = \dfrac{x^2 + y^2 - 2}{x - y}$

6. $y' = \dfrac{y + \sqrt{1 + 2x^2}}{x + y + 1}$

7. $y' = \dfrac{2y - 3x}{x - 2y}$

8. $\begin{cases} \dot{x} = \ln \dfrac{y^3 - y + 1}{3} \\ \dot{y} = x^2 - y^2 \end{cases}$

9. $\begin{cases} \dot{x} = \ln\left(1 - y - y^2\right) \\ \dot{y} = 3 - \sqrt{x^2 + 8y} \end{cases}$

10. $\begin{cases} \dot{x} = \sqrt{\left(x - y\right)^2 + 3} - 2 \\ \dot{y} = e^{y^2 - x} - e \end{cases}$

11. $\begin{cases} \dot{x} = (2x - y)(x - 2) \\ \dot{y} = xy - 2 \end{cases}$

12. $\begin{cases} \dot{x} = x^2 - y \\ \dot{y} = x^2 - (y - 2)^2 \end{cases}$

13. $\begin{cases} \dot{x} = (x + y)^2 - 1 \\ \dot{y} = -y^2 - x + 1 \end{cases}$

14. $\begin{cases} \dot{x} = (2x - y)^2 - 9 \\ \dot{y} = (x - 2y)^2 - 9 \end{cases}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

261. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
262. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
263. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472c.
264. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312c
265. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

266. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
267. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
268. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
269. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
270. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
271. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
272. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
273. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
274. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
275. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
276. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
277. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

278. www.lib.homelinex.org/math
279. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
280. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

IV-Bob Turg’unlik nazariyasi

33-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Lyapunov ma’nosida turg’unlik.Yechimning turg’unligi.Trivial yechimning turg’unligi, noturg’un va asimptotik turg’unlik haqidagi teoremalar” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

33-ma’ruza	**Lyapunov ma’nosida turg’unlik. Yechimning turg’unligi. Trivial yechimning turg’unligi, noturg’un va asimptotikturg’unlik haqidagi teoremalar.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1. Turg’unlik nazariyasining elementlari. 2. Lyapunov usullari.
Asosiy tushuncha va atamalar	Normal sistema, yechim, kuzgalmas harkat, qo’zgaluvchanharakat, turg’unturg’unmas harakatlar, asimptotik turg’un, birinchi yaqinlashish; xarakteristik tenglama ; gurvis matrisiasi. Raus- Gurvis shartlari, nol yechimining turg’unlik sharti.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Lyapunov ma'nosida turg'unlik. Yechimning turg'unligi. Trivial yechimning turg'unligi, noturg'un va asimptotik turg'unlik haqidagi teoremalar" ma'ruza texnologik xaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(33.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Differensial tenglamalarning normal sistemasini yozing.? 2) Qo'zg'almas va Qo'zg'aluvchan harkat deb, qanday yechimga aytiladi? 3)Qaysi vaqtda nol yechim turg'unmas bo'ladi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(33.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(33.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4. Nol yechimning turg'un bo'lishining zaruriy va yetarli sharti nimadan iborat? 5.Normal sistemaga mos bo'lgan birinchi yaqinlashish tenglamasi qanday tuziladi? 6.Raus-Gurvis shartidan nimani aniqlash mumkin? 7. $y=\varphi(t)$ harakat asimptotik turg'un bo'lishi uchun, qanday shartlar bajarilishi kerak?	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar

	2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(33.3-33.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(33.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

33.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

33.2-ilova

“Lyapunov ma’nosida turg’unlik.Yechimning turg’unligi.Trivial yechimning turg’unligi, noturg’un va asimptotik turg’unlik haqidagi teoremalar” mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Differensial tenglamalarning normal sistemasi berilgan bo’lsin ya’ni

$$\frac{dy_i}{dt} = f_i(t, y_1, y_2.....y_n) \qquad (1)$$

yoki vektor ravishda

$$\frac{dy}{dt} = f(t, y) \qquad (2)$$

bunda $\frac{dy}{dt} = colon(\dot{y}_1, \dot{y}_2, ..., \dot{y}_n) \quad y(t) = colon(y_1(t), y_2(t), ...y_n(t)$

$f(t,y)colon(f_1(t,y), \quad f_2(t,y), ..., f_n(t,y)$

bir ustunli matrisalar yoki koordinatalari $(f_1, f_2, ... f_n)$ vektor –funksiyalar.

$$f = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix} = colon(f_1, f_2, ... f_n)$$

$n+1$o'lchovli fazodagi G soxada $f_i(t, y_1, y_2, ...y_n)$ funksiyalar $t, y_1, y_2, ...y_n$ larga nisbatan uzluksiz bo'lsin va G soxada to'liq joylashgan D yopik soxada fi funksiyalar $y_1, y_2, ...y_n$ larga nisbatan lipщis shartini qanoatlantirsin.

U xolda (1) sistema $t = t_0, \quad y_i(t_0) = y_i^0$ boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi yagona

$Y_i = Y_i(t, t_0, y_1^0, y_2^0, ...y_n^0)$ yoki

$t = t_0, \quad y(t_0) = y^0 \qquad y = y(t)$ yechimga ega bo'ladi.

(1) sistemaning xar bir yechimi moddiy nuqtaning harakat qonunini bildiradi shuning uchun uni harakat deb ataymiz.

Biror boshlang'ich shartna qanoatlantiruvchi (2) sistemaning $y = \varphi(t)$ harakatga qo'zg'almas harakat deyiladi. Qolgan barcha harakatlarga qo'zgaluvchan harakat deyiladi.

Ta'rif 1. Har qanday $E > 0$ uchun shunday $\delta = \delta(E) > 0$ miqdorini topish mumkin bo'lsakim

$|y(t_0) - \varphi(t_0)| < \delta$ bo'lganda istalgan $t_0 \le t < +\infty$ uchun

$|y(t) - \varphi(t)| < E$

shart bajarilsa, $y = \varphi(t)$ harakat Lyapunov bo'yicha turg'un deyiladi.

Ta'rif 2. Agar $\delta > 0$ soni uchun $|y(t_0) - \varphi(t_0)| < \delta$ bo'lganda

$\lim_{t\to\infty} |y(t) - \varphi(t)| = 0$ bo'lsa $y = \varphi(t)$ harakat asimptotik turg'un deyiladi.

Ta'rif 3. Agar biror $E > 0$, $t_0 \in (a, \infty)$ va ixtiyoriy $\delta > 0$ uchun xech bo'lmaganda bitta shunday $y_\delta(t)$ yechim mavjud bo'lsakim, $t_1 = t_1(\delta) > t_0$ momentda

$|y_\delta(t_0) - \varphi(t_0)| < \delta$ bo'lganda

$|y_\delta(t) - \varphi(t)| \ge E$ o'rinli bo'lsa

$y = \varphi(t)$ harakat ga turg'unmas harakat deyiladi

xususiy xolda $f(t,0) \equiv 0$ nol yechim - $\varphi(t) \equiv 0$ (muvozanat xolati) turg'un deyiladi, qachonkim $E > 0$ uchun shunday $\delta = \delta(E, t_0) > 0$ mavjud bo'lsakim

$|y(t_0)| < \delta$ bo'lganda $|y(t)| < E \qquad t_0 < t < \infty$ bajarilsa.

Misol 1.

$\begin{cases} \dot{x} = \alpha x + 5y \\ \dot{y} = -x + 2y \end{cases}$ sistema yechimning turg'unligini tekshirish

$$\begin{vmatrix} \alpha - \lambda & 5 \\ -1 & 2 - \lambda \end{vmatrix} = 0 \qquad \lambda^2 - (\alpha + 2)\lambda + 5 + 2\alpha = 0$$

zaruriy va yetarli shart

$$\begin{cases} \alpha+2<0 \\ 2\alpha+5>0 \end{cases}$$ tengsizliklar bajarilishi kerak

$$\alpha<-2 \qquad \alpha>-\frac{5}{2} \qquad -\frac{5}{2}<\alpha<-2$$

Xususiy xolda $|y(t_0)|<h$ bo'lganda $\lim\limits_{t\to\infty}|y(t)|=0$ bo'lsa nol yechim ya'ni $y=\varphi(t)\equiv 0$ yechim Lyapunov ma'nosida asimptotik turg'un deyiladi.

$\frac{dy}{dt}=f(t,y)$ sistemada $y=x+\varphi(t)$ almashtirishini olsak u xolda

$$\frac{dx}{dt}+\frac{d}{dt}\varphi(t)=f(t,x+\varphi(t))$$

Buning o'ng tomonini x bo'yicha teylor qatoriga yoysak, uni

$$\frac{dx}{dt}=x(t,x) \qquad (3) \qquad x(t,0)=0 \qquad t\le t$$

Ko'riniga keltirish mumkin.

Shunday qilib,kiritgan almashtirish $y=\varphi(t)$ qo'zgalmas harakatni, yangi sistemaning muvozanat xolatiga keltiradi. Ya'ni $y=\varphi(t)$ harakatning turg'unlik masalasi (3) sistemaning $x(t)\equiv 0$ nol yechimining turg'unlik masalasini o'rganishga keltiriladi.

Shunga ko'ra $\frac{dy_i}{dt}=f_i(t,y_1,y_2,...y_n)$

Sistemaning o'ng tomonini $y_i(t)\equiv 0$ $(i=\overline{1n})$ yechim atrofida teylor qatoriga yoyamiz

$$\frac{dy_i}{dt}=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}y_j+\varphi_i(t,y_1,y_2,...y_n) \qquad (4)$$

bunda $\frac{df_i(t,0,0,...0)}{dy_i}=a_{ij}=const$ deb olingan. (4) sistemadan

$$\frac{dy_i}{dt}=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}y_j \qquad (5)$$

sistemani tuzamiz.

(5) sistemaga (4) sistemaning birinchi yaqinlashishi deyiladi. Ko'p xollarda (4) sistemaning nol yechimini turg'unligi uning birinchi yaqinlashish sistemasining nol yechimning turg'unligi bilan aniqlanadi.

(5) sistema uchun

$$\Delta=\begin{vmatrix} a_{11}-\lambda & a_{12} & a_{13}.... & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22}-\lambda & a_{23}..... & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33}-\lambda..... & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3}.... & a_{nn}-\lambda \end{vmatrix}=0 \qquad (6)$$

xarakteristik tenglamani tuzamiz. Faraz etaylik xarakteristik tenglamaning ildizlari $\lambda_1,\ \lambda_2,....\lambda_n$ bo'lsin.

U xolda

1. Agar (6) tenglama ildizlarining haqiqiy qismlari manfiy bo'lsa, (5) sistemaning nol yechimi asimptotik turg'unbo'ladi.
2. Agar (6) tenglamaning ildizlaridan xech bo'lmaganda birining haqiqiy qismi musbat bo'lsa , u xolda (5) sistemaning nol yechimi turg'unmas bo'ladi

Ma'lumki (6) tenglama λ ga nisbatan n darajali algebraik tenglamadan iboratdir.

$$\Delta(\lambda)=\lambda^n+a_1\lambda^{n-1}+a_2\lambda^{n-2}+a_3\lambda^{n-3}+.....+a_{n-1}\lambda+a_n=0 \qquad (7)$$

$\Delta(\lambda)$ dan tuzilgan quyidagi Gurvis matrisasini tuzamiz

$$\begin{pmatrix} a_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & ..0 \\ a_3 & a_2 & a_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_5 & a_4 & a_3 & a_2 & 1 & 0 & \\ ..... & .... & .... & ....a_n & & & \end{pmatrix}$$

Gurvis matrisasidan quyidagi determinantlarni tuzamiz

$$\Delta_1=a_1, \qquad \Delta_2=\begin{vmatrix} a_1 & 1 \\ a_3 & a_2 \end{vmatrix}, \qquad \Delta_3=\begin{vmatrix} a_1 & 1 & 0 \\ a_3 & a_2 & a_1 \\ a_5 & a_4 & a_3 \end{vmatrix},$$

$$\Delta_n=a_n\Delta_{n-1}$$

Agarbunda $\Delta_i>0 \qquad (i=\overline{1n})$, bo'lsa (7) tenglamaning xamma ildizlarining haqiqiy qismining manfiy bo'lishligining zaruriy va yetarli sharti kelib chiqadi. Zaruriy sharti $a_i>0$ Agar $n\le 2$ bo'lsa bu shart yetarli shart xam bo'ladi.(Raus- Gurvis) sharti.

Misol 2. $\begin{cases} \dot{x}=2x+y-2x^2 \\ \dot{y}=x+2y-x^2 \end{cases}$ (8)

Maxsus nuqtalarini topamiz

$$\begin{cases} 2x+y-2x^2=0 \\ x+2y-x^2=0 \end{cases} \quad \begin{matrix} 1)\ x=0 \quad y=0 \quad (0,0) \\ 2)\ x=1 \quad y=0 \quad (1,0) \end{matrix}$$

birinchi yaqinlashish

$$\begin{cases} \dot{x}=2x+y \\ \dot{y}=x+2y \end{cases} \qquad \begin{vmatrix} 2-\lambda & 1 \\ 1 & 2-\lambda \end{vmatrix}=0 \qquad \begin{matrix} \lambda_1=1 \\ \lambda_2=3 \end{matrix}$$

(0,0) maxsus nuqta (nol yechim) turg'unmas tugun.

(1,0) maxsus nuqtani tekshiramiz

$$\begin{cases} x=1+x \\ y=y_1 \end{cases}$$

almashtirishini olamiz u xolda (8) tenglama

$$\begin{cases} \dot{x}_1=-2x_1+y_1-2x_1^2 \\ \dot{y}_1=-x_1+2y_1-x_1^2 \end{cases}$$

birinchi yaqinlashish

$$\begin{cases} \dot{x}_1=-2x_1+y_1 \\ \dot{y}_1=-x_1+2y_1 \end{cases} \qquad \begin{vmatrix} -2-\lambda & 1 \\ -1 & 2-\lambda \end{vmatrix}=0$$

$$-(\varphi-\lambda^2)+1=0 \qquad \lambda^2=3 \qquad \lambda_{1,2}=\pm\sqrt{3}$$

demak maxsus nuqta egar.

Misol 3. $\begin{cases} \dot{x}=\ln(4y+l^{-3x}) \\ \dot{y}=2y-1+\sqrt{1-6x} \end{cases}$

O'ng tomonini Teylor qatoriga yoyamiz.

$$\ln(4y+l^{-3x})=\ln(1+(4y+l^{-3x}-1)=4y+l^{-3x}-1$$

$$\begin{cases} \ln(1+x) = x - \dfrac{x^2}{2} + \dfrac{x^3}{3} + ... + (-1)^{n-1}\dfrac{x^n}{n} + (-1 < x < 1) \\ l^x = 1 + x + \dfrac{x^2}{2!} + \dfrac{x^3}{3!} + ... + \dfrac{x^4}{n!} + (1+x)^n = 1 + nx + \dfrac{n(n-1)}{2!}x^2 + \dfrac{n(b-1)(n-2)}{3!}x^3 + \end{cases}$$

$$\ln(4y + l^{-3x}) = \ln(1 + (4y + l^{-3x} - 1)) = 4y + l^{-3x} - 1 = 4y + 1 - 3x - 1 = -3x + 4y$$

$$2y - 1 + \sqrt[3]{1-6x} = 2y - 1 + 1 + \frac{1}{3}(-6x) = -2x + 2y$$

birinchi yaqinlashish

$$\begin{cases} \dot{x} = -3x + 4y \\ \dot{y} = -2x + 2y \end{cases} \qquad \begin{vmatrix} -3-\lambda & 4 \\ -2 & 2-\lambda \end{vmatrix} = 0 \qquad \lambda_{1,2} = \frac{-1 \pm i}{2}$$

turg'un fokus.

33.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi

- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.

+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.

? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Differensial tenglamalarning normal sistemasini yozing?			
2	Quzg'almas harkat deb, qanday yechimga aytiladi.			
3	$y = \varphi(t)$ harakat turg'un bo'lishi uchun, qanday shartlar bajarilishi kerak?			
4	$y = \varphi(t)$ harakat asimptotik turg'un bo'lishi uchun, qanday shartlar bajarilishi kerak?			
5	Qaysi vaqtda markaz tipidagi maxsus nuqtaga ega bo'lamiz?			
6	Nol yechim asimptotik turg'un bo'lishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?			
7	Gurvis matrisasi qanday tuziladi.			
8	Normal sistemaga mos bo'lgan birinchi yaqinlashish tenglamasi qanday tuziladi.			

33.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

33.5-ilova

“Lyapunov ma’nosida turg’unlik.Yechimning turg’unligi.Trivial yechimning turg’unligi, noturg’un va asimptotik turg’unlik haqidagi teoremalar” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Paramatrlarining qanday qiymatlarida sistemaning nol yechimi asimptotik turg’un bo’ladi.

1. $\begin{cases} \dot{x} = ax + y + 5y^2 \\ \dot{y} = -e^x + e^{ax} \end{cases}$

2. $\begin{cases} \dot{x} = ax \\ \dot{y} = bx - 3tgy \end{cases}$

3. $\begin{cases} \dot{x} = -tgx - tgy \\ \dot{y} = ax - a^2 y \end{cases}$

4. $\begin{cases} \dot{x} = y - 7y^2x^3 \\ \dot{y} = z + y^2 + 3x^3 \\ \dot{z} = -2x - by - az \end{cases}$

5. $\begin{cases} \dot{x} = ax + z \\ \dot{y} = \sin ay \\ \dot{z} = ax + az \end{cases}$

6. $\begin{cases} \dot{x} = -x + ay + bz \\ \dot{y} = -ax - y - az - \cos^2 x + \cos z \\ \dot{z} = -bx - ay - z \end{cases}$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

281. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
282. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
283. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
284. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
285. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

286. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.

287. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
288. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
289. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
290. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
291. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
292. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
293. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
294. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
295. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
296. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
297. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

298. www.lib.homelinex.org/math
299. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
300. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

34-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Lyapunovning birinchi metodi.Birinchi yaqinlashish bo’yicha turg’unlik” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

34-ma’ruza	**Lyapunovning birinchi metodi. Birinchi yaqinlashish bo’yicha turg’unlik.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Lyapuovning birinchi metodi 2.Ko’phadning barcha nollarini haqiqiy qismini manfiyligini Raus – Gurbis shartlari yordamida aniqlash
Asosiy tushuncha va atamalar	Lyapuovning birinchi metodi, Raus – Gurbis shart,asimptotik turg’unlik
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va

boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Lyapunovning birinchi metodi. Birinchi yaqinlashish bo'yicha turg'unlik" ma'ruza texnologik xaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar

1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(34.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) Turg'unlik ta'rifini ayting? 2) Lyapunov ma'nosida turg'unlikni ayting? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(34.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(34.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma'lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4) Birinchi yakinlashish tenglamalar sistemasining xarakteristik tenglamasini tuzing. 5) Raus-Gurvis shartidan nimani aniklash mumkin. 6) Nol yechim asimptotik turgun bo'lishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak. 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(34.3-34.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(34.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

34.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

34.2-ilova

“Lyapunov ma’nosida turg’unlik.Yechimning turg’unligi.Trivial yechimning turg’unligi, noturg’un va asimptotik turg’unlik haqidagi teoremalar” mavzusi bo‘yicha tarqatma material

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, x_2, ..., x_n, t) \ (i = \overline{1,n}) \tag{1}$$

Sistema uchun $\varphi(t_0) = \varphi_{i0}(i = \overline{1,n})$ boshlang’ich shartni qanoatlantiruvchi $\varphi_i(t) \ (i = \overline{1,n})$ yechim Lyapunov bo’yicha turg’un deyiladi, agar ixtiyoriy $\varepsilon > 0$ uchun $\delta(\varepsilon) > 0$ mavjud bo’lib, (3) sistemaning barcha $x_i(t) \ (i = \overline{1,n})$ yechimlari uchun $|x_i(t_0) - \varphi_{i0}| < \delta \ (i = \overline{1,n})$ bo’lganda barcha $t \geq t_0$ larda

$$|x_i(t) - \varphi_i(t)| < \varepsilon \ \ (i = \overline{1,n}) \tag{2}$$

o’rinli bo’lsa.

Agar yetarlicha kichik $\delta > 0$ uchun birorta $x_i(t) \ (i = \overline{1,n})$ yechim uchun (2) shart bajarilmasa $\varphi_i(t)$ turg’unmas deyiladi.

Agar turg’un yechim uchun $\lim\limits_{t\to\infty} |x_i(t) - \varphi_i(t)| = 0 \ (i = \overline{1,n})$ shart bajarilsa, bunday yechim asimptotik turg’un deyiladi.

Umuman tenglamalar sistemasi yechimining turg’unligini tekshirish masalasini uning nol yechimi turg’unligini tekshirish masalasiga keltirish mumkin. Nol yechimini tekshirish Lyapunov usullari yordamida bajariladi.

A) Lyapunovning I-chi usuli.

Bu usul bo'yicha agar chiziqli sistema matrisasining barcha xos qiymatlarining haqiqiy qismi manfiy bo'lsa, sistema nol yechimi asimptotik turg'un bo'ladi.

Agar birorta xos qiymatning haqiqiy qismi musbat bo'lsa, nol yechim turg'unmas bo'ladi.

1-misol. vektor tenglamaning nol yechimini turg'unligini tekshiring, bunda

$$A=\begin{pmatrix} 3 & 0 & 8 \\ 3 & -1 & 6 \\ -2 & 0 & -5 \end{pmatrix}.$$

Matrisaning xos quymatlarini $\det\left(A-\lambda E\right)=0$ tenglamadan topamiz.

$$\begin{vmatrix} 8-\lambda & 0 & 8 \\ 3 & -1-\lambda & 6 \\ -2 & 0 & -5-\lambda \end{vmatrix}=0,\ (\lambda^3+3)^2+3\lambda+1=0 \text{ bundan } \lambda_{1,2,3}=-1.$$

Xos qiymatlar manfiy, demak, nol yechim asimptotik turg'un.

2-misol. α,β parametlarning qanday qiymatlarida $\frac{dx}{dt}=Ax$ vektor tenglamaning nol yechimi asimptotik turg'un bo'ladi, bunda

$$A=\begin{pmatrix} -1 & \alpha & 0 \\ \beta & -1 & \alpha \\ 0 & \beta & -1 \end{pmatrix}.$$

A matrisaning xarakteristik tenglamasi $(1+\lambda)^3-2\alpha\beta(1+\lambda)=0$.

Bundan $\lambda_1=-1, va\ \lambda_2,\lambda_3 lar \begin{cases} \lambda_2+\lambda_3=-2 \\ \lambda_2\cdot\lambda_3=1-2\alpha\beta \end{cases}$ shartlarni qanoatlantiradi.

Nol yechim asimptotik turg'un bo'lishi uchun $\lambda_2,\lambda_3>0$ shart bajarilishi kifoya. Demak, $\alpha\beta<\frac{1}{2}$ bo'lganda nol yechim asimptotik turg'un bo'ladi.

Ko'phadning barcha nollarini haqiqiy qismini manfiyligini Raus – Gurbis shartlari yordamida aniqlash mumkin.

$$\lambda^n+a_{n-1}\lambda^{n-1}+...+a_1\lambda+a_0$$

ko'phad koeffisiyentlari yordamida Gurvis matrisasini tuzamiz

$$\begin{pmatrix} a_{n-1} & 1 & 0 & 0 & ... & 0 \\ a_{n-3} & a_{n-2} & a_{n-1} & 1 & ... & 0 \\ a_{n-5} & a_{n-4} & a_{n-3} & a_{n-2} & ... & 0 \\ ... & ... & ... & ... & ... & ... \\ ... & ... & ... & ... & ... & ... \\ 0 & 0 & 0 & 0 & ... & a_0 \end{pmatrix}.$$

Ko'phadning barcha nollarining haqiqiy qismi manfiy bo'lishi uchun Gurvis matrisasining barcha bosh minorlari musbat bo'lishi zarur va yetarlidir.

Izoh: Chiziqli bo'lmagan tenglamalar sistemasini koordinata boshi atrofida chiziqlashtirilgan sistemasini tuzish uchun sistemaning o'ng tomonidagi funksiyalarni Makloren qatoriga yoyish kerak.

3–misol. $\frac{dx}{dt} = Ax$ vektor tenglama nol yechimining asimptotik turg'unligi tekshiring, bunda

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -3 & -2 & 2 \end{pmatrix}.$$

A matrisaning xarakteristik tenglamasi

$$\lambda^3 + 2\lambda^2 + 2\lambda + 3 = 0 .$$

Gurvis matrisasini tuzamiz:

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Bu matrisaningg bosh minorlari $M_1 = 2 > 0$, $M_2 = \begin{vmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} = 1 > 0$

$$M_3 = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \end{vmatrix} = 3 \cdot M_1 > 0 .$$

Demak, nol yechim asimptotik turg'un.

33.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi

- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.

+ (plyus) - yangi ma'lumotlar hisoblanadi.

? - tushunarsiz / aniqlik / qo'shimcha ma'lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. "Insert" texnikasidan foydalanib matnni o'qing.
2. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo'yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to'ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Nol yechim asimptotik turgun bo’lishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?			
2	Birinchi yaqinlashish tenglamalar sistemasining xarakteristik tenglamasini tuzing?			
3	Xarakteristik tenglamaning ildizlari qanday bo’lganda nol yechim asimptotik turgun buladi?			
4	Qaysi vaqtda nol yechim turgunmas buladi?			
5	Qaysi vaqtda markaz tipidagi maxsus nuqtaga ega bo’lamiz?			
6	Nol yechim asimptotik turg’un bo’lishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?			
7	Raus-Gurvis shartidan nimani aniklash mumkin			
8	Nol yechimning turgun bo’lishining zaruriy va yetarli sharti nimadan iborat?			

34.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

34.5-ilova

“Lyapunov ma’nosida turg’unlik.Yechimning turg’unligi.Trivial yechimning turg’unligi, noturg’un va asimptotik turg’unlik haqidagi teoremalar” mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Lyapunovning birinchi yaqinlashish bo’yicha turg’unlik haqidagi teoremasidan foydalanib, nol yechimni turg’unlikka tekshiring

1. $$\begin{cases} \dot{x} = \dfrac{1}{4}\left(e^{x}-1\right) - 9y + x^{4} \\ \dot{y} = \dfrac{1}{5}x - \sin y + y^{4} \end{cases}$$

2. $$\begin{cases} \dot{x} = \dfrac{1}{4}\left(e^{x}-1\right) - 9y \\ \dot{y} = \dfrac{1}{5}x - \sin y \end{cases}$$

3. $\begin{cases} \dot{x} = 5x + y\cos y - \dfrac{x^3}{3} \\ \dot{y} = 3x + 2y + \dfrac{x^4}{12} - y^3 e^y \end{cases}$

4. $\begin{cases} \dot{x} = 7x + 2\sin y \\ \dot{y} = e^x - 3y - 1 \end{cases}$

5. $\begin{cases} \dot{x} = \dfrac{3}{2}x - \dfrac{1}{2}\sin^2 y \\ \dot{y} = y + 2x \end{cases}$

6. $\begin{cases} \dot{x} = ax - 2y + x \\ \dot{y} = x + y + xy^2 \end{cases}$

Raus-Gurvis shartlaridan yoki Mixaylov kriteriysidan foydalanib, nol yechimni turg'unlikka tekshiring.

7. $y^{IV} + 7y''' + 19y'' + 23y' + 10y = 0$

8. $y^{IV} + 5y''' + 18y'' + 34y' + 20y = 0$

9. $y''' - 3y'' + 12y' + 10y = 0$

10. $y^{IV} + 7y''' + 17y'' + 17y' + 6y = 0$

11. $y^{IV} - 2y''' + y'' + 2y' - 2y = 0$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

301. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
302. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
303. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
304. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
305. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

306. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
307. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
308. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
309. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг

2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
310. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
311. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
312. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
313. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
314. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
315. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
316. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
317. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

318. www.lib.homelinex.org/math
319. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
320. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

35-Ma’ruza mashg’ulot.

1. “Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalar nazariyasi taqqoslach teoremasi. Chegaraviy masalalar. Grin funksiyasi. Grin funksiyasining mavjudligi va yagonaligi haqida” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli

35-ma’ruza	**Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalar nazariyasi taqqoslach teoremasi.Chegaraviy masalalar. Grin funksiyasi. Grin funksiyasining mavjudligi va yagonaligi haqida.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Ikkinchi tartibli differensial tenglmalar nazariyasi 2.Taqqoslash teoremasi.chegaraviy masalalar. 3.Grin funksiyasi.
Asosiy tushuncha va atamalar	Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalar, Taqqoslash teoremasi.chegaraviy masalalar, Grin funksiyasi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini

qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, "Insert" texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalar nazariyasi taqqoslach teoremasi.Chegaraviy masalalar. Grin funksiyasi. Grin funksiyasining mavjudligi va yagonaligi haqida" ma'ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(35.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) Ikkinchi tartibli chiziqli bir jinsli differensial tenglamalarni umumiy ko'rinishini yozing? 2) Ikkinchi tartibli chiziqli bir jinsli differensial tenglamalarni umumiy yechimi qanday topiladi? 3) Chiziqli chegaraviy masalalarni ayting? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(35.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(35.3-	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob

	ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat tarixidagi ro’li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5.Bir jinsli chegaraviy masalalarni ayting? 6. Taqqoslash teoremasini ayting? 7 .Grin funksiyasi qanday shartlarni qanoatlantirishi lozim? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(35.3-35.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(35.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

35.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	Ball	%	Gurux natijalari bahosi			
			1	2	3	4
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				

JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

35.2-ilova

"Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalar nazariyasi taqqoslach teoremasi.Chegaraviy masalalar. Grin funksiyasi. Grin funksiyasining mavjudligi va yagonaligi haqida" mavzusi bo‘yicha tarqatma material

Ma’lumki ikkinchi tartibli bir jinsli

$$y'' + p_1(x)y' + p_2(x)y = 0 \qquad (1)$$

tenglamaning bitta $y_1(x)$ xususiy yechimi ma’lum bo’lsa, uning umumiy yechimi

$$y = y_1\left[\int \frac{\int c_1 \ell^{-\int p_1(x)dx}}{y_1^2}dx + c_2\right]$$

formula bilan aniqlanar edi. Bunda $P_1(x)$ *ва* $P_2(x)$ lar ko’rilayotgan oraliqda uzluksiz funksiyalardir.

$$\frac{d}{dx}\left(p(x)\frac{dy}{dx}\right) + q(x)y = 0 \qquad (2)$$

differensial tenglamaga o’ziga qo’shma ikkinchi tartibli differensial tenglama deyiladi.(2) ni ochib chiqsak:

$$p(x)\frac{d^2y}{dx^2} + p'(x)\frac{dx}{dy} + q(x)y = 0$$

bundan kurinadikim, o’ziga qo’shma differensial tenglamada y' oldidagi koeffisiyent y'' oldidagi koeffisiyentning hosilasiga tengdir.

Xossa1Xar qanday ikkinchi tartibli bir jinsli chiziqli tenglamani o’ziga qo’shma bo’lgan differensial tenglamaga keltirish mumkin.

$$P_0(x)y'' + P_1(x)y' + P_2(x)y = 0 \qquad (3)$$

differensial tenglama berilgan bo’lsin. $P_0(x) \neq 0$.

(3) tenglamaning xar ikkala tomonini $\mu(x)$ ga ko’paytirganda,yo’ziga qo’shma bo’lgan differensial tenglamaga aylansin, ya’ni quyidagi shart bajarilsin.

$$(\mu P_0)' = \mu P_1$$

Bundan $\mu' P_0 + \mu P_0' = \mu P_1, \qquad \mu' P_0 = \mu(P_1 - P_0')$

$$\frac{d\mu}{\mu} = \frac{P_1 - P_0}{P_0}dx = -\frac{P_0'(x)}{P_0(x)}dx + \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx$$

integrallasak

$$\ln\mu = -\ln P_0 + \int \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx + C, \quad C = 0$$

$$\mu = \frac{1}{P_0(x)} e^{\int \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx}$$

$$P_o(x)\cdot\frac{1}{P_0(x)} e^{\int \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx} y'' + P_1(x)\frac{1}{P_0(x)} e^{\int \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx} + \frac{P_2(x)}{P_0(x)} e^{\int \frac{P_1(x)dx}{P_0(x)}} y = 0$$

$$\frac{d}{dx}\left(e^{\int \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx} \frac{dy}{dx} \right) + \frac{P_2(x)}{P_0(x)} e^{\int \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx} y = 0$$

bunda $\qquad p(x) = e^{\int \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx} \qquad$ (6)

$$q(x) = \frac{P_2(x)}{P_0(x)} e^{\int \frac{P_1(x)}{P_0(x)}dx}$$

deb olsak (2) tenglamaga ega bo'lamiz (6) dan ko'rinadikim $p(x) > 0.$

Misol-1 Bessel tenglamasini o'ziga qo'shma bo'lgan differensial tenglamaga keltiring.

$$x^2 y'' + xy' + (x^2 - n^2)y = 0$$

Bu yerda $\qquad p_o(x) = x^2 \qquad p_1(x) = x \qquad p_2(x) = x^2 - n^2$

$$p(x) = e^{\int \frac{p_1(x)}{p_0(x)}dx} = e^{\int \frac{x}{x^2}dx} = e^{\int \frac{dx}{x}} = e^{\ln x} = x$$

$$q(x) = \frac{p_2(x)}{p_0(x)} e^{\int \frac{p_1(x)}{p_0(x)}dx} = \frac{x^2 - n^2}{x^2}\cdot x = x - \frac{n^2}{x}$$

$$\frac{d}{dx}\left(x\frac{dy}{dx} \right) + \left(x - \frac{n^2}{\alpha} \right) y = 0$$

Bu Bessel tenglamasiga qo'shma bo'lgan differensial tenglamadir.

Xossa 2. Ikkinchi tartibli bir jinsli chiziqli tenglamani erklio'zgaruvchini almashtirish yordamida uni xamma vaqt

$y'' + Q(t)y = 0 \qquad$ (8)

Ko'rinishga keltirish mumkin.

Bunda $\qquad Q(t) \in C(I) \qquad I = (a;b)$

Faraz etaylik ikkinchi tartibli differensial tenglama o'ziga qo'shma xolga keltirilgan bo'lsin.

$\frac{d}{dx}\left(p(x)\frac{dy}{dx} \right) + q(x)y = 0 \qquad$ (9)

Bunda $\qquad t = \int \frac{dx}{p(x)}$

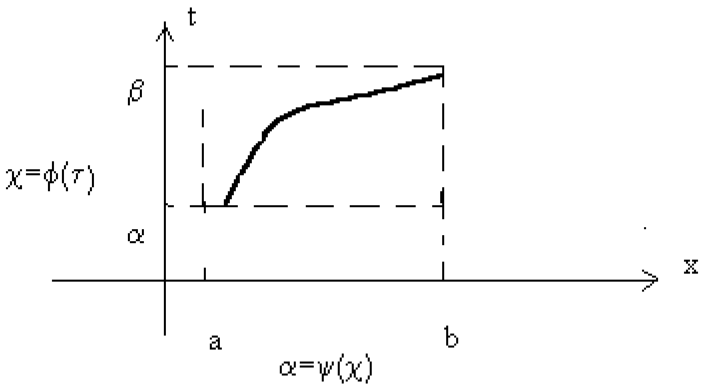
Almashtirishni olamiz.

(16) ga asosan

$p(x) \neq 0, \qquad p(x) > 0$ bo'lgani uchun

$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{p(x)} > 0$ ga ega bo'lamiz.

Bundan t o'zgaruvchi x ning monotan o'suvchi funksiyasi ekanligi kelib chiqadi.
Bundan chiqadikim, x xam t ning uzluksiz va differensiallanuvchi funksiyasi sifatida $I=(a;b)$ interavalga mos kelgan $I_1=(\alpha,\beta)$ interavalda aniqlanadi.



Uni $x=\varphi(t)$ (10)

desak $\frac{dy}{dx}=\frac{dy}{dt}\cdot\frac{dt}{dx}=\frac{1}{p(x)}\frac{dy}{dt}$ bajariladi.

U xolda $\frac{d}{dx}\left(p\frac{dy}{dx}\right)=\frac{d}{dt}\left(p(x)\cdot\frac{1}{p(x)}\frac{dy}{dt}\right)\frac{dt}{dx}=\frac{1}{p(x)}\frac{d}{dt}\left(\frac{dy}{dt}\right)$ (11)

(11) ga asosan (9) $\frac{1}{p(x)}\frac{d}{dt}\left(\frac{dy}{dt}\right)+q(x)y=0$ (10)ni e'tiborga olsak keyingi tenglamani

$\frac{d^2y}{dt^2}+Q(t)y=0$

ko'rinishda yoza olamiz.
Bunda $Q(t)=p(\varphi(t))q(\varphi(t))$

Misol-2 $xy''+\frac{1}{2}y'-y=0$

$$\mu = \frac{1}{x}\ell^{\frac{dx}{2x}} = \frac{1}{x}e^{\frac{1}{2}\ln(x)} = \frac{1}{2}\cdot x^{\frac{1}{2}} = x^{-\frac{1}{2}}$$

$$x^{\frac{1}{2}}y'' + \frac{1}{2}x^{-\frac{1}{2}}y' - x^{-\frac{1}{2}}y = 0$$

$$\frac{d}{dx}\left(x^{\frac{1}{2}}\frac{dy}{dx}\right) - x^{-\frac{1}{2}}y = 0$$

$$t = \int\frac{dx}{\sqrt{x}} = 2\sqrt{x}$$

$$\frac{1}{\sqrt{x}}\frac{d}{dt}\left(\sqrt{x}\cdot\frac{1}{\sqrt{x}}\frac{dy}{dt}\right) - x^{-\frac{1}{2}}y = 0$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} - y = 0 \qquad \lambda_{1,2} = \pm 1$$

$$y = c_1e^{-t} + c_2e^{t} = c_1e^{-2\sqrt{x}} + c_2e^{\sqrt{2}x}$$

Xossa 3. Ikkinchi tartibli bir jinsli chiziqli tenglamani, noma'lum funksiyani chiziqli almashtirish yordamida.

$$z'' + I(x)z = 0$$

ko'rinishga keltirish mumkin.

$$y'' + p(x)y' + q(x)y = 0 \qquad (12)$$

tenglamada $y = u(x)z$ (13)

almashtirishni olamiz. Bundan

$$y' = uz' + u'z \qquad y'' = uz'' + 2u'z' + u''z$$

Bu qiymatlarni (12) ga qo'ysak

$$uz'' + 2u'z' + u''z + p(x)(uz' + u'z) + q(x)uz = 0$$

$$uz'' + (2u' + p(x)u)z' + (u'' + p(x)u' + q(x)u)z = 0 \qquad (14)$$

$$z'' + \left(\frac{2u'}{u} + p(x)\right)z' + \frac{1}{u}(u'' + p(x)u' + q(x)u)z = 0$$

$u(x)$ ixtiyoriyfunksiyabo'lganiuchununishundaytanlabolamizkim

$$\frac{2u'}{u} + p(x) = 0 \quad \text{bajarilsin.}$$

$$\frac{du}{u} = -\frac{1}{2}p(x)dx \qquad \ln|u| = -\frac{1}{2}\int p(x)dx \qquad u = e^{-\frac{1}{2}\int p(x)dx}$$

bundan $u' = -\frac{1}{2}p(x)e^{-\frac{1}{2}\int p(x)dx}$

$$u'' = -\frac{1}{2}p'(x)\cdot e^{-\frac{1}{2}\int p(x)dx} + \frac{1}{4}p^2(x)e^{-\frac{1}{2}\int p(x)dx}$$

Bu qiymatlarni (14) ga qo'ysak

$$z''+e^{\frac{1}{2}\int p(x)dx}\times$$

$$\times\left[-\frac{1}{2}p'(x)e^{-\frac{1}{2}\int p(x)dx}+\frac{1}{4}p^2(x)e^{-\frac{1}{2}\int P(x)dx}+p(x)\left(-\frac{1}{2}p(x)\right)e^{-\frac{1}{2}\int p(x)dx}+q(x)e^{-\frac{1}{2}\int p(x)dx}\right]z=0$$

$$z''+(q(x)-\frac{1}{2}p'(x)-\frac{1}{4}p^2(x))z \qquad z''+I(x)z=0$$

$$I=q(x)-\frac{1}{2}p'(x)-\frac{1}{4}p^2(x)$$

Bunga (12) tenglamaning invarianti deyiladi.

Agar invariant o'zgarmas songa yoki $I=\dfrac{c}{(x+a)^2}$ ko'rinishga ega bo'lsa u holda ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglamani xamma vaqt integrallash mumkin. Chunki bu xolda (12) tenglama yo koeffisiyentlari o'zgarmas tenglamaga yoki Eyler tenglamasiga keltiriladi.

Misol-3 $xy''+2y'+xy=0 \qquad y''+\frac{2}{x}y'+y=0$

$$q(x)=1; \qquad p(x)=\frac{2}{x}$$

$$I=2-\frac{1}{2}\left(-\frac{2}{x^2}\right)-\frac{1}{4}\left(\frac{2}{x}\right)^2=1+\frac{1}{x^2}-\frac{1}{x^2}=1$$

$$z''+z=0 \qquad \lambda_{1,2}=\pm i \qquad z=c_1\cos x+c_2\sin x$$

$$u=e^{-\frac{1}{2}\int\frac{2}{x}dx}=e^{-\ln x}=\frac{1}{x} \qquad y=uz=\frac{1}{x}(c_1\cos x+c_2\sin x)$$

Ikkinchi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamani tebranmas va tebranuvchi yechimlari. Taqqoslash teoremasi

Koeffisiyentlari o'zgarmas bo'lgan, ikkita ikkinchi tartibli

$$y''-a^2y=0 \qquad (1)$$

$$y''+a^2y=0 \qquad (2)$$

differensial tenglamalar berilgan bo'lsin.

Bunda $a=\cos t$

Ma'lumki (1) tenglamaning xususiy yechimlari $y_1=e^{-ax}$, $y_2=e^{ax}$ dan iborat bo'lib

Uning umumiy yechimi $y=c_1e^{ax}+c_2e^{ax}$ dan iborat.

Uning nolini topamiz

$$c_1e^{-ax}+c_2e^{ax}=0 \qquad a>0 \qquad c_1c_2<0$$

$$c_1+c_2e^{2ax}=0 \qquad e^{2ax}=-\frac{c_1}{c_2} \qquad 2ax=\ln\left|-\frac{c_1}{c_2}\right|$$

$$x=\frac{1}{2a}\ln\left|-\frac{c_1}{c_2}\right|$$

ya'ni (1) tenglamaning yechimi $(-\infty,\infty)$ da bittadan ortiq nolga ega emas.

(2) tenglamaning umumiy yechimi $y = c_1\cos ax + c_2\sin ax = A\sin(ax+\varphi)$

ning nolini topamiz:

$A\sin(ax+\varphi)=0 \qquad ax_k+\varphi=\pi k$

$$x_k=\frac{\pi k}{a}-\frac{\varphi}{a} \qquad x_{k+1}-x_k=\frac{\pi(k+1)}{a}-\frac{\pi k}{a}=\frac{\pi}{a}$$

ya'ni (2) tenglama $(-\infty,\infty)$ oraliqdacheksizko'pnollargaegabo'lib, ketma-ketikkitanolorasidagamasofa $\frac{\pi}{a}$ gateng.

Uzunligi $\frac{\pi}{a}$ dankattabo'lganxarbiroraliqda (2) tenglamaningixtiyoriyyechiminingbittanoliyetadi, uzunligi $\frac{2\pi}{a}$ dankattabo'lganixtiyoriyintervaldaesa 2 tanoliyotadi.

Ta'rif. Agar differensial tenglamaning yechimi berilgan oraliqda bittadan ortiq nolga ega bo'lmasa, bunday yechimga tebranmas yechim deyiladi.

Agar bu yechim yetarli katta oraliqda 2 tadan ortiq nolga ega bo'lsa, bunday yechimga tebranuvchi yechim deyiladi.

Ma'lumki har qanday ikkinchi tartibli bir jinsli chiziqli differensial tenglamani.

$y''+p_1(x)y'+P_2(x)y=0$

ni $y''+p(x)y=0$ (3)

ko'rinishga keltirish mumkin.

Teorema1. Agar (a,b) oralig'ining barcha nuqtalarida $p(x)\le 0$ bo'lsa u, xolda (3) tenglamaning xamma yechimlari bu oraliqda tebranmas bo'ladi.

Isbot. Aksincha faraz etaylik, (3) tenglamaning ixtiyoriy $y_1(x)$ yechimi ikkita nolga ega bo'lsin.Bu nollarni x_0,x_1 bilan belgilaymiz.

Masalaning aniqligi uchun $x_0<x_1$ va $(x_0;x_1)$ oraliqda $y_1(x)$ yechim boshqa nolga ega bo'lmasin.

U xolda uzluksiz $y_1(x)$ funksiya bu oraliqda o'z ishorasini o'zgartirmaydi. Hamma vaqt bu oraliqda o'z ishorasini o'zgartirmaydi. Xamma vaqt bu oraliqda $y_1(x)>0$ deb olish mumkin (aks xolda $-y_1(x)$ yechimni olar edik). U xolda $y_1'(x)>0$ chunki x_0 ningo'ng tomonida $y_1(x)$ o'suvchi funksiya bo'lib, $y_1'(x_0)\ne 0$ aks xolda $y_1(x)\equiv 0$ bo'lar edi (3) tenglamadan.

$y''=-p(x)y \quad\Rightarrow\quad y_1''=-p(x)y_1>0$

ya'niikkinchihosila (x_0,x_1) oraliqdamusbatbo'lganiuchun, $y'_1(x)$ buoraliqdakamayuvchidir ya'ni

$y_1'(x)\ge y_1'(x_0) \qquad (x_0<x\le x_1)$

U xolda chekli ortirma haqidagi teoremaga asosan

$y_1(x_1)-y_1(x_0)=y_1'(\xi)(x_1-x_0)$

Butenglikningchaptomoninolgatengbo'lib, o'ngtomoniesanoldanfarqlibuningbo'lishimumkinemas. Buqarama -qarshilikko'rsatidikim $y_1(x)$ yechimkurilayotganoraliqdatebranmasyechimdir.

Shturm teoremasi

Ma'lumki $y''+a^2y=0$ tenglama 2 ta chiziqli bog'lik bo'lmagan

$y_1 = \cos ax \qquad y_2 = \sin a\lambda$

yechimlarga ega bo'lib, bu yechimlardan birini ketma-ket ikkita nollari orasida ikkinchi yechimning faqat bitta noli yotadi.

Bundayxossaga, harqandayikkinchitartiblibirjinslichiziqlidifferensialtenglamaningchiziqlibog'liqbo'lmaganikkitatebranuvchiyechimlargaegabo'ladi.

Shturm teoremasi. Ikkinchi tartibli bir jinsli

$$y''+p(x)y=0 \qquad (3)$$

differensial tenglamaning ikkita chiziqli bog'lik bo'lmagan tebranuvchi yechimlarining nollari bir-birini o'zora ajratadi.

Isbot. Faraz etaylik $y_1(x)$ va $y_2(x)$ (3) tenglamaning ikkita chiziqli bog'lik bo'lmagan tebranuvchi yechimlari bo'lsin va $y_1(x)$ yechimning ikkita ketma- ket noli x_0 va $x_1$bo'lib, $[x_0, x_1]$ oraliqda

$y_1(x)$ boshqa nolga ega bo'lmasin.

Ya'ni $\quad y_1(x) \neq 0 \quad x_0 < x < x_1$

Isbot etamizkim (x_0, x_1) oraliqda faqat bitta $\bar{x}$ $\bar{x}$ nuqta mavjudkim, bu nuqtada $y_2(\bar{x}) = 0$ bo'ladi. Teskarisincha faraz etaylik $x_0 < \bar{x} < x_1$oraliqdagi nuqta uchun

$y_2(\bar{x}) \neq 0$ bo'lsin.

Masalanning aniqligi uchun (x_0,x_1) da $y_2(x)>0$ bo'lsin.

$[x_0,x_1]$ oraliq oxirida $y_2(x)$ nolga teng bo'lmaydi, ya'ni $y_1(x_0) \neq 0 \quad y_2(x_0) \neq 0$ aks, xolda Vronskian

$$W(x) = y_1(x)y'_2(x) - y'_1(x)y_2(x) \qquad (4)$$

x_0 va $x_1$nuqtada nolga teng bo'lar edi. Buning bo'lishi mumkin emas, chunki $y_1(x)$va$y_2(x)$ lar chiziqli boglik emas.

Demak Vronskiy determinanti bu oraliqda o'z ishorasini o'zgartirmaydi. Shuning uchun $W(x)>0$ deb olish mumkin $[x_0,x_1]$ da.

(4) ning xar ikkala tomonini $y_2^2(x)$ ga bo'lamiz.

$$\frac{y_1 y'_2 - y'_1 y_2}{y_2^2} = \frac{W(x)}{y_2^2} \Rightarrow -\left(\frac{y_1}{y_2}\right)' = \frac{W(x)}{y_2^2}$$

$y_2>0$ bo'lgani uchun, bu tenglikning o'ng tomoni $x$ni uzluksiz funksiyasi bo'ladi.Keyingi tenglikni xar ikkala tomonini x_0 dan x_1 oraliqda integrallaymiz:

$$-\left(\frac{y_1(x)}{y_2(x)}\right)_{x=x_0}^{x=x_1} = \int_{x_0}^{x_1} \frac{W(x)}{y_2^2(x)} dx$$

Bu keyingi tenglikning chap tomoni nolga teng bo'lib, o'ng tomoni esa musbatdir.

Bu qarama-qarshilik ko'rsatadikim, shunday $\bar{x}$ nuqta ($x_0 < \bar{x} < x_1$) mavjudkim bu nuqtada $y_2(\bar{x})=0$ .Bunday nuqta yagonadir aksincha faraz etaylik $y_2(x)$ ikkita $\bar{x}_0, \bar{x}_1$ nolga ega bo'lsin bunda $x_0 < \bar{x}_0 < \bar{x}_1 < x_1$.

y_1 bilan y_2o'rinlarini almashtirsak, $\bar{x}_0$ bilan $\bar{x}_1$ oraliqda $y_1(x)$ ning bitta noli bo'lar edi.Bu esa $y_1(x)$ ikkita ketma-ket x_0,x_1 nolga ega degan shartga karama karshidir.

Shturm teoremasiga misol kilib, $y''+y=0$ tenglamani olish mumkin. Bu tenglamaning ikkita $y_1=\cos x$,$y_2=\sin x$ chiziqli boglik bo'lmagan yechimlarinining nollari almashinib keladi.

Taqqoslash teoremasi

$$y''+p_1(x)y=0 \qquad (1)$$

$$z''+p_2(x)z=0 \qquad (2)$$

tenglamalari berilgan bo'lsin. Bunda $p_1(x)$ va $p_2(x)$ funksiyalar (a,b) oraliqda uzluksiz va bu oraliqda

$$p_1(x) \le p_2(x)$$

sharti bajarilsin.U xolda birinchi tenglamaning ixtiyoriy $\bar{y}(x)$ yechimining ikkita ketma-ket x_0,x_1 nollari orasida, ikkinchi tenglamaning ixtiyoriy $\bar{z}(x)$ yechimining xech bo'lmaganda bitta noli yetadi.

Isbot. Faraz etaylik $x_0$vax_1 yechimning ikkita ketma-ket noli bo'lsin. Isbot etamizkim, shunday x^*nuqta mavjudkim, uning uchun $(x_0<x^*<x_1)$ bo'ladi. Teskarisini faraz etamiz (x_0,x_1) oraliqda $\bar{z}(x)$ ning birorta xam noli bo'lmasin, ya'ni $\bar{z}(x) \neq 0$. Aniqlik uchun (x_0,x_1) oraliqda $\bar{y}(x) > 0, \quad \bar{z}(x) > 0$ bo'lsin.

U xolda $\bar{y}(x)$, x_0 ning o'ng tomonida o'suvchi va x_1 ning chap tomonida kamayuvchi bo'ladi. Demak

$$\bar{y}'(x_0) > 0, \qquad \bar{y}'(x_1) < 0$$

$\bar{y}(x)$ va $\bar{z}(x)$ yechimlarni (1) va (2) tenglamaga olib borib qo'ysak

$$\begin{aligned} &\bar{y}''+p_1(x)\bar{y} \equiv 0 \\ &\bar{z}''+p_2(x)\bar{z} \equiv 0 \end{aligned} \qquad (3)$$

Bularning birinchisini $\bar{z}(x)$ ga, ikkinchisini $\bar{y}(x)$ ga ko'paytirib, birinchisidan ikkinchisini hadlab ayirsak

$$\bar{y}''\bar{z} - \bar{y}\bar{z}''= (p_2(x) - p_1(x))\bar{y}\bar{z} \qquad \textit{ёки}$$

$$(\bar{y}'\bar{z} - \bar{y}\bar{z}')'= (p_2(x) - p_1(x))\bar{y}\bar{z}$$

Bu keyingi tenglikni x_0 dan x_1 oralig'ida integrallasak

$$(\bar{y}'\bar{z} - \bar{y}\bar{z}')\,|_{x_0}^{x_1} = \int_{x_0}^{x} (p_2(x) - p_1(x))\bar{y}\bar{z}dx \qquad (4)$$

ga ega bo'lamiz.

Lekin $\bar{y}'(x_0) > 0, \quad \bar{y}'(x_1) < 0, \quad \bar{z}'(x_0) > 0, \quad \bar{z}'(x_1) > 0,$ bo'lgani uchun (4)ning chap tomini manfiy bo'lib, o'ng tomoni esa musbatdir.

Bu qarama qarshilik ko'rsatadikim, (x_0,x_1) oraliqda shunday x^* nuqta topiladikim, bu nuqtada $\bar{z}(x^*) = 0$.

Shuning bilan birga quyidagi teoremani isbot etdik.

Agar x_0 (1) va (2) tenglamaning $\bar{y}(x)$ va $\bar{z}(x)$ yechimlarining umumiy noli bo'lib, x_0 dan keyingi $\bar{y}(x)$ yechimning x_1 noli orasida $p_1(x) < p_2(x)$ shartini qanoatlantiruvchi nuqtalar mavjud bo'lsa, bundan tashqari $p_2(x)$-$p_1(x)$ manfiy bo'lmasa u holda $\bar{z}(x)$ yechimning x_0 dan keyingi noli x_1 ning chap tomonida yotadi.

Natija. Faraz etaylik $y''+p(x)y=0$ tenglama berilgan bo'lsin.bunda $p(x)>0$ bo'lib, $p(x) \in C_{(a,b)}$ da

$$\max_{x\in[\alpha,\beta]} p(x) = M, \qquad \min_{x\in[\alpha,\beta]} p(x) = m \qquad M > 0, \quad m > 0 \text{ bo'lsin.}$$

U xolda trivial bo'lmagan tenglamaning ixtiyoriy $y(x) \neq 0$ yechimining ikkita ketma-ket nollari orasidagi masofa ρ

$$\frac{\pi}{\sqrt{M}} \le \rho \le \frac{\pi}{\sqrt{m}}$$

tengsizlikni kanoatlantiradi.

Buning isboti uchun

$$\begin{cases} z''+mz=0 \\ y''+p(x)y=0 \end{cases} \qquad m<p(x) \qquad \rho \le \frac{\pi}{\sqrt{m}}$$

$$y_1=\cos\sqrt{m}x, \quad y_2=\sin\sqrt{m}x$$

$$\sin\sqrt{m}x=0 \qquad \sqrt{m}x=\pi k \qquad k=1 \quad x=\frac{\pi}{\sqrt{m}}$$

$$\begin{cases} y''+p(x)y=0 \\ z''+Mz=0 \end{cases} \qquad M>p(x) \qquad \rho \ge \frac{\pi}{\sqrt{M}} \qquad y_2=\sin\sqrt{M}x$$

$$\sin\sqrt{M}x=0 \qquad \sqrt{M}x=\pi k \qquad k=1 \quad x=\frac{\pi}{\sqrt{M}}$$

Teorema 1 ni taqqoslash teoremasidan foydalanib isbotlash mumkin.

Natija 1. Agar $y''+p(x)y=0$ tenglamada $p(x)\le 0$ bo'lsa, u xolda uning hamma yechimlari tebranmasdir.

Isbot. (1), (2) tenglamada $p_1(x)=p(x)$, $p_2(x)=0$ deb olamiz. Teskarisincha faraz etamiz (1) tenglamaning ixtiyoriy $y(x)$ yechimi ikkita ketma-ket x_0,x_1 nollarga ega bo'lsin. U xolda $[x_0,x_1]$ oraliqda $z''(x)=0$ tenglamaning ixtiyoriy yechimi nolga aylanishi zarur.

Buning bo'lishi mumkin emas.Masalan $z(x)\equiv 1$ yechim uchun.

Shturm teoremasini xam taqqoslash teoremasidan foydalanib isbotlash mumkin.

Natija 2.$y''+p(x)y=0$ tenglamaning chiziqli bog'lik bo'lmagan tebranuvchi yechimlarining nollari navbatlashib keladi.

Boshqacha aytganda $y_1(x)$ yechimning ixtiyoriy ikkita ketma-ket noli orasida $y_2(x)$ yechimning bitta noli yotadi.

Isbot.$y_1(x),y_2(x)$ tenglamaning chiziqli bog'lik bo'lmagan yechimlari bo'lsin. Ular umumiy nolga ega bo'lishi mumkin emas, chunki $y_1(x_0)=y_2(x_0)=0$ bo'lganda edi, bularning Vronskiy determinanti $x_0$nuqtada nolga teng bo'lar edi. Buning bo'lishi mumkin emas chunki $y_1(x)$va $y_2(x)$ chiziqli bog'lik emas.

Faraz etaylik x_1,x_2, $y_1(x)$ ning qo'shni nollari bo'lsin. Taqqoslash uchun (1), (2) tenglamada

$p_1(x)=p_2(x)=p(x)$

deb olamiz.

Taqqoslash teoremasiga asosan $y_1(x)$ yechimning $x_1$vax_2 nollari orasida $y_2(x)$ yechimning x_3 noli yotadi.

Agar $y_2(x)$ yechim yana bitta $x_4\in(x_1,x_2)$ nolga ega bo'lsa edi, isbotlaganimizga asosan $y_1(x)$ yechim x_3 va x_4 nollar orasida nolga ega bo'lar edi. Buning bo'lishi mumkin emas chunki x_1,x_2qo'shni nollar.

Misol.

$x^2y''+xy'+(x^2-n^2)y=0$ Bessel tenglamasini $0<x<+\infty$ oraliqda qaraymiz. $y=\frac{z}{\sqrt{x}}$ almashtirish yordamida uni

$$z''+\left(1-\frac{n^2-\frac{1}{4}}{x^2}\right)z=0 \qquad (6)$$

ko'rinishga keltiramiz.

Bunda z oldidagi koeffisiyent $n^2<\frac{1}{4}$ bo'lganda birdan katta ,$n^2>\frac{1}{4}$ bo'lganda birdan kichik bo'ladi.

(6) tenglamani

$y''+y=0$

tenglama bilan taqqoslab, Bessel funksiyasining ketma-ket nollari orasidagi masofa ρ,

$-\frac{1}{2} < n < \frac{1}{2}$ da π dan kichik (ρ< π) va $n > \frac{1}{2}$ *ва* $n < -\frac{1}{2}$ da π dan katta bo'ladi (ρ>π)

$n = \pm\frac{1}{2}$ da Bessel funksiyasining ketma-ket nollari orasidagi masofa ρ= π ga teng bo'ladi.

Chegaraviy masalalarning qo'yilishi.

Differensial tenglamalarning xususiy yechimlarini izlaganda Koshi masalasi bilan birga boshqa chegaraviy deb ataluvchi masalalalarni ko'rib chiqishga to'g'ri keladi. Bunday masalalarga noma'lum funksiya qiymatlari bir nuqta emas intervalning ikki yoki undan ko'p nuqtalarida berilishi mumkin.

Misol. Massasi m bo'lgan moddiy nuqta $F(t,\bar{r},\dot{\bar{r}})$ kuch ta'sirida harakatga keltirgan bo'lsin. Harakat qonunini aniqlash talab qilinadi. Agar boshlang'ich $t = t_0$ momentda uni o'rni $\bar{r} = \bar{r}_0$ da bo'lib, $t = t_1$ momentda esa $\bar{r} = \bar{r}_1$ da bo'lsa, ($\bar{r}$ bunda M nuqtaning radius vektori)

Masala ushbu

$$m\frac{d^2\bar{r}}{dt^2} = F(t,\bar{r},\dot{\bar{r}})$$

differensial tenglamaning $\bar{r}(t_0) = \bar{r}_0$,$\bar{r}(t_1) = \bar{r}_1$ chegaraviy shartlarini qanoatlantiruvchi yechimini izlashga keltiriladi.

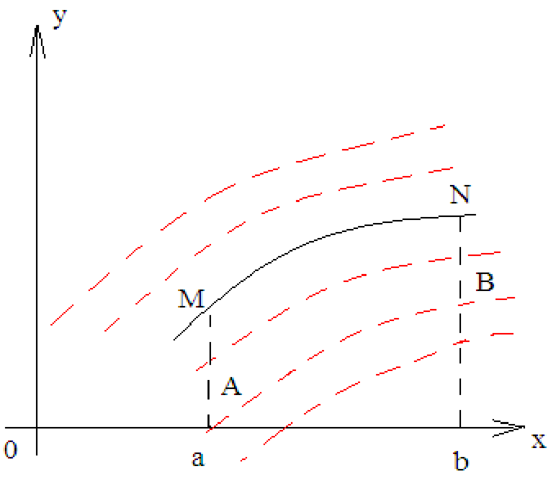
Ikkinchi tartibli differensial tenglamani qaraymiz:

$$y'' = f(x, y, y') \qquad (1)$$

Eng sodda chegaraviy masala bu tenglama uchun ushbu ko'rinishda bo'ladi:

$$y(a) = A\,, y(b) = B \qquad (2)$$

ya'ni (1) differensial tenglamaning $[a, b]$ da aniqlangan shunday $y = y(x)$ yechimini topish talab etiladiki, u chetki nuqtalarida A va B qiymatlarni qabul qilsin. Geometrik nazardan $M(a, A)$ va $N(b, B)$ nuqtalardan o'tadigan integral egri chiziqni topish talab qilinadi.



Umumiy chegaraviy (1), (2) masala uchun quyidagi hollar bo'lishi mumkin:
1) bitta yechim mavjud;
2)cheksiz ko'p yechimlar;
3) yechim mavjud emas.

1-Misol. Quyidagi $y'' + y = 0$; $y(0) = 1$, $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$

chegaraviy masalani yeching.

Yechilishi: Berilgan differensial tenglamaning umumiy yechimining shakli:

$y = c_1 \cos x + c_2 \sin x$,

bunda c_1 ,c_2 ixtiyoriy o'zgarmaslar. Chegaraviy shartlarni qo'yib, c_1 va c_2 larni topamiz. Birinchi shartdan $c_1 = 1$, ikkinchisidan $c_2 = 0$.

Izlangan yechim

$y = \cos x \ \left(0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}\right).$

2-Misol. Ushbu $y'' + y = 0$ tenglamaning, chegaraviy shartlarni qanoatlantiradigan yechimini toping: $y(0) = 1\,, y(\pi) = -1$

Yechilishi: Differensial tenglamaning umumiy yechimi

$y = c_1 \cos x + c_2 \sin x\,,$

Birinchi chegaraviy shartda $x = 0$ da $y = 1$. Bundan $c_1 = 1$. Ikkinchi shartga ko‘ra, $x = \pi$ da $y = -1$

$$c_1 \cos x + c_2 \sin x = -1\,, c_2 * 0 = 0.$$

Demak, c_2 ixtiyoriy o‘zgarmas. Shunday qilib, chegaraviy masala yechimi cheksiz ko‘p va u quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$y = c_2 \sin x + \cos x$

3-Misol. Ushbu $y'' + y = 0\,;\ y(0) = 1\,, y(2\pi) = 7$ chegaraviy masala yechimi bo‘lmasligini ko‘rsating.

Yechilishi: Differensial tenglamaning umumiy yechimi

$$y = c_1 \cos x + c_2 \sin x,$$

Berilgan shartlarni yechimga qo‘yamiz:

$$\left.\begin{array}{r} c_1 \cos 0 + c_2 \sin 0 = 1 \\ c_1 \cos 2\pi + c_2 \sin 2\pi = 7 \end{array}\right\} =>$$

$$\left.\begin{array}{l} c_1 * 1 + c_2 * 0 = 1 \\ c_1 * 1 + c_2 * 0 = 7 \end{array}\right\}$$

Sistemaning birinchi tengligidan $c_1 = 1$, ikkinchisidan $c_2 = 7$ bo‘layapti. Xulosa, chegaraviy masalani qanoatlantiruvchi yechimi yo‘q. Bu holda chegaraviy masala nokorrekt qo‘yilgan deyiladi.

Yuqorida eng oddiy chegaraviy masalalarni ko‘rdik. Unda berilgan differensial tenglamaning umumiy yechimi ma’lum edi. Biz berilgan shartlardan foydalanib, ixtiiyoriy o‘zgarmaslar qiymatini aniqladik, shu bilan chegaraviy shartlarni qanoatlantiradigan yechimlarni topib oldik. Ayniqsa, matfizika masalalarini yechishda ancha murakkab hollar ham bo‘ishi mumkin.

Chiziqli chegaraviy masala.

Yuqori tartibli oddiy differensial tenglamalar nazariyasida n-tartibli chiziqli tenglamalar alohida o‘rin tutadi. Buning sababi chiziqli differensial tenglamalar nazariyasi har tomonlama chuqur o‘rganib chiqqan, yechim metodlari mavjud va chiziqli tenglamalar fizika, mexanika, texnikada keng tadbiq qilinadi. Injinerlik amalida tez-tez $L(y) = f(x)$ differensial tenglamaning biror $[a, b]$ kesmada u yoki bu shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini izlashga to‘g‘ri keladi. Bunga misol oldin ko‘p marotaba ko‘rgan Koshi masalasi bo‘ladi. Koshi masalasining o‘ziga xos talabi shu ediki, noma’lum $y = y(x)$ funksiya va uning $(n-1)$ tagacha hosilalarining qiymati $x = x_0$ bitta nuqtada berilgan edi. Vaholanki ba’zi fizik, texnik masalalarni yechishda shu jarayonni tasvirlovchi chiziqli differensial tenglamalarning boshlang‘ich shartlar kesmaning bir nechta nuqtalarida berilgan yechimlarini izlashga to‘g‘ri keladi.

Chegaraviy masala chiziqli deyiladi, agar differensial tenglama va chegaraviy shartlar chiziqli berilgan bo‘lsa. Ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglama va chegaraviy shartlar ushbu ko‘rinishda o‘lishi mumkin:

$$L(y) \equiv f(x)y'' + g(x)y' + h(x)y = d(x) \tag{3}$$

$$\left.\begin{array}{l} \alpha\, y(a) + \beta\, y'(a) = A \\ \gamma\, y(b) + \delta\, y'(b) = B \end{array}\right\} \tag{4}$$

bu yerda $\alpha, \beta, \gamma, \delta, A, B$ $-$berilgan o‘zgarmaslar.

Chiziqli chegaraviy masala (3) , (4) bir jinsli chegaraviy masala deyiladi, agar $d(x) = 0$ va $A = B = 0$ bo‘lsa.

Bir jinsli chegaraviy masala.

Chiziqli bir jinsli chegaraviy masalani qaraymiz:

$$f(x)y'' + g(x)y' + h(x)y = 0\ , a \le x \le b \qquad (5)$$

$$\left.\begin{matrix} \alpha\, y(a) + \beta\, y'(a) = 0 \\ \gamma\, y(b) + \delta\, y'(b) = 0 \end{matrix}\right\} \qquad (6)$$

bu yerda $f(x) \neq 0\ , f, g, h$ −lar $x\epsilon[a, b]$ lar uchun uzluksiz funksiyalar bo‘lsin.

Faraz qilaylik, $|\alpha| + |\beta| \neq 0$ va $|\gamma| + |\ \delta| \neq 0$ $y \equiv 0$ trivial yechim. Biz $y \neq 0$ yechimlarni izlaymiz.

Aytaylik $y_1(x)$ va $y_2(x)$ berilgan differensial tenglamaning yechimlar fundamental sistemasi bo‘lsin.unda umumiy yechim ushbu formula orqali ifodalanadi:

$$y(x) = c_1 y_1(x) + c_2 y_2(x) \qquad (7)$$

(6) chegaraviy shartlarga (7) ni qo‘yamiz:

$$\left.\begin{matrix} \alpha[c_1 y_1(a) + c_2 y_2(a)] + \beta[c_1 y_1'(a) + c_2 y_2'(a)] = 0 \\ \gamma[c_1 y_1(b) + c_2 y_2(b)] + \delta[c_1 y_1'(b) + c_2 y_2'(b)] = 0 \end{matrix}\right\}$$

c_1 va c_2 koeffitsientlarni gruppalaymiz unda,

$$\left.\begin{matrix} c_1[\alpha\, y_1(a) + \beta\, y_1'(a)] + c_2[\alpha\, y_2(a) + \beta\, y_2'(a)] = 0 \\ c_1[\gamma\, y_1(b) + \delta\, y_1'(b)] + c_2[\gamma\, y_2(b) + \delta\, y_2'(b)] = 0 \end{matrix}\right\} \qquad (8)$$

Yuqoridagi (8) sistema c_1 va c_2 larga nisbatan chiziqli bir jinsli algebraik sistema noldan farqli yechimga ega bo‘lishi uchun, ushbu tenglikning bajarilishi zarur va yetarlidir.

$$\Delta = \begin{vmatrix} \alpha\, y_1(a) + \beta\, y_1'(a) & \alpha\, y_2(a) + \beta\, y_2'(a) \\ \gamma\, y_1(b) + \delta\, y_1'(b) & \gamma\, y_2(b) + \delta\, y_2'(b) \end{vmatrix} = 0 \qquad (9)$$

Shunday qilib, (5), (6) chegaraviy masalaning noldan farqli yechimi mavjud bo‘lishi uchun (9) shartning bajarilishi zarur va yetarlidir.

4-Misol. Bir jinsli chegaraviy masalani yeching:

$y'' - y = 0, y(0) = y(1) = 0$

Yechilishi: Differensial tenglamaning umumiy yechimi

$y(x) = c_1 e^x + c_2 e^{-x}$

Chegaraviy shartlarni qo‘yamiz:

$$\left.\begin{matrix} c_1 + c_2 = 0 \\ c_1 e + c_2 e^{-1} = 0 \end{matrix}\right\}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ e & e^{-1} \end{vmatrix} = e^{-1} - e = \frac{1 - e^2}{e} \neq 0$$

Sistema yechimi $c_1 = c_2 = 0$. Unda faqat $y = 0$ yechim mavjud.

Teorema. (5) differensial tenglamaning (3) umumiy chegaraviy shartni qanoatlantiruvchi yechimi bitta va faqat bitta bo‘lishi uchun, (1) differensial tenglamaning bir jinsli chegaraviy shartni qanoatlantiruvchi yechimi faqat trivial $y \equiv 0$ bo‘lishi zarur va yetarlidir.

Bir jinsli bo‘lmagan chegaraviy masala.

Ushbu differensial tenglamani

$$L(y) \equiv f(x)y'' + g(x)y' + h(x)y = d(x) \qquad (10)$$

Quyidagi chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini topish talab qilinadi.

$$\left.\begin{matrix} \alpha\, y(a) + \beta\, y'(a) = A \\ \gamma\, y(b) + \delta\, y'(b) = B \end{matrix}\right\} \qquad (11)$$

Aytaylik, $y_1(x)$,$y_2(x)$ funksiyalar (10) tenglamaning mos chiziqli bir jinsli tenglamaning yechimlar sistemasi, $\psi(x)$ funksiya esa (10) tenglamaning biror xususiy yechimi bo'lsin. Unda dastlabgi tenglamaning umumiy yechimi quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$y(x) = c_1 y_1(x) + c_2 y_2(x) + \psi(x) \qquad (12)$$

Endi (12) umumiy yechim ifodasini (11) ga qo'yamiz, keyin c_1 ,c_2 oldidagi koeffitsientlarni guruhlaymiz, natija quyidagicha bo'ladi:

$$\left.\begin{array}{l} c_1[\alpha\, y_1(a) + \beta\, y_1'(a)] + c_2[\alpha\, y_2(a) + \beta\, y_2'(a)] = A - \alpha\,\psi(a) + \beta\,\psi(a) \\ c_1[\gamma\, y_1(b) + \delta\, y_1'(b)] + c_2\,[\gamma\, y_2(b) + \delta\, y_2'(b)] = B - \gamma\,\psi(b) + \delta\,\psi(b) \end{array}\right\}$$

Bu algebraik sistema yagona c_1 va c_2 yechimga ega bo'ladi, agar

$$\Delta = \begin{vmatrix} \alpha\, y_1(a) + \beta\, y_1'(a) & \alpha\, y_2(a) + \beta\, y_2'(a) \\ \gamma\, y_1(b) + \delta\, y_1'(b) & \gamma\, y_2(b) + \delta\, y_2'(b) \end{vmatrix} \neq 0\,.$$

5-Misol. Bir jinsli bo'lmagan chegaraviy masalani yeching.

$y'' + y = 4\sin x\,, \quad y(0) = y(1) = 0$

Yechilishi: Berilgan bir jinsli differensial tenglamaning umumiy yechimi

$y = c_1\cos x + c_2\sin x - 2x\cos x$.

Chegaraviy shartlarni $x = 0$ da $= 0$; $x = 1$ da $y = 0$ umumiy yechim formulasiga qo'yamiz.

$$\left.\begin{array}{r} c_1\cos 0 + c_2\sin 0 = 0 \\ c_1\cos 1 + c_2\sin 1 - 2\cos 1 = 0 \end{array}\right\} => \left.\begin{array}{r} c_1 = 0 \\ c_2 = 2ctg1 \end{array}\right\}$$

Ixtiyoriy o'zgarmaslarning qiymatlarini hisobga olib, chegaraviy masala yechimini yagona tarzda topamiz.

$y = 2ctg1\sin x - 2x\cos x$

6-Misol. $x^2y'' - 2xy' + 2y = x^3$ tenglamaning $y(0) + 2y'(0) = 1$,

$y(1) - y'(1) = 0$ shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini izlaymiz.

Yechilishi: Berilgan Eyler tenglamasi $x = e^t$ deymiz, unda

$$\frac{dy}{dx} = e^t\frac{dy}{dt}\,, \frac{d^2y}{dx^2} = e^{-2t}\left(\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{dy}{dt}\right)$$

bo'ladi. Bularni dastlabgi tenglamaga qo'yib ixchamlaymiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{d^2y}{dt^2} - 3\frac{dy}{dt} + 2y = e^{3t} \qquad (*)$$

o'zgarmas koeffisientli chiziqli tenglama. Bir jinsli tenglamaning xarakteristik ko'phadi

$P(\lambda) = \lambda^2 - 3\lambda + 1 = 0\,, P(\lambda) = 0$

ildizlari $\lambda_1 = 1\,, \lambda_2 = 2$, umumiy yechim

$y(t) = c_1e^t + c_2e^{2t}$

Endi $(*)$ tenglamaning xuxusiy yechimini izlaymiz: bunda $q(t) = e^{3t}\,, m = 0$,

$a = 3\,, P(3) \neq 0$. Demak, $\psi(t) = Ae^{3t}, A$ –noma'lum son.

$\psi(t), \psi'(t) = 3Ae^{3t}, \psi''(t) = 9Ae^{3t}$

Ifodalarni $(*)$ tenglamaga qo'yamiz va e^{3t} ga qisqartirib quyidagilarni hosil qilamiz:

$9A - 9A + 2A = 1\,, A = \frac{1}{2}\,, \psi(t) = \frac{1}{2}\,e^{3t}$ — xususiy yechim.

$y(t) = c_1e^t + c_2e^{2t} + \frac{1}{2}e^{3t}$ — berilgan tenglamaning umumiy yechimi bo'ladi:

$$y(t) = c_1x + c_2x^2 + \frac{1}{2}x^3$$

Bundan

$$y'(t) = c_1 + 2c_2x + \frac{3}{2}x^2\,.$$

$y(t)$ va $y'(t)$ larga $x = 0$, keyin $x = 1$ ni qo'ysak, $y(0) = 0, y'(0) = c_1$,

$y(1) = c_1 + c_2 + \frac{1}{2}, \quad y'(1) = c_1 + 2c_2 + \frac{3}{2}$

Bu qiymatlarni qo‘yilgan chegaraviy shartlarga qo‘ysak, bo‘ladi:

$$\left.\begin{aligned} 0c_1 + 2c_2 = 1 \\ c_1 + c_2 + \frac{1}{2} - c_1 - 2c_2 - \frac{3}{2} = 0 \end{aligned}\right\} => c_1 = \frac{1}{2}, c_2 = -1$$

Shunday qilib izlanayotgan yechim

$$y = \frac{1}{2}x - 1x^2 + \frac{1}{2}x^3$$

Grin funksiyasi

$$a(x)y'' + b(x)y' + c(x)y = f(x), x\epsilon[a,b] \qquad (1)$$

$$\alpha y(a) + \beta y'(a) = 0, \gamma y(b) + \delta y'(b) = 0 \qquad (2)$$

(1), (2) chgaraviy masalaning Grin funksiyasi deb, $G(x,s), \forall\, x\epsilon[a,b]\ s\epsilon(a,b)$ uzluksiz shunday funksiyaga aytiladiki, ushbu shartlar bajarilsa,

1) $x \neq s$ bo‘lganda , $G(x,s)$

$$a(x)y'' + b(x)y' + c(x)y = 0 \qquad (3)$$

tenglamani qanoatlantiradi;

2) $x = a$ va $x = b$ da $G(x,s)$ funksiya (2) – chi chegaraviy shartlarni qanoatlantiradi;

3) $x = s$ da $G(x,s)$ x bo‘yicha uzluksiz uning xosilasi $G_x'(x,s)$ $x = s$ nuqtada chekli uzulishga ega bo‘lsin ya’ni uning sakrashi, $\frac{1}{a(s)}$

$$G(s+0,s) = G(s-0,s), G_x'(s+0,s) - G_x'(s-0,s) = \frac{1}{a(s)} \qquad (4)$$

Chegaraviy masalaga mos kelgan Grin funksiyasini aniqlash uchun, oldin bir jinsli (3) tenglamaning ikkita chiziqli erkli (trivialmas) yechimini topish kerak. Ular mos ravishda 1 – chi va 2 – chi chegaraviy (2) shartlarni qanoatlantirishi kerak. U vaqtda Grin funksiyasi movjud bo‘ladi va uni

$$G(x,s) = \begin{cases} \varphi(s)y_1(x), a \leq x \leq s, \\ \psi(s)y_2(x), s \leq x \leq b \end{cases}$$

shakilda izlash mumkin, $\varphi(s), \psi(s)$ lar $s -$ ning funksiyalari bo‘lib, ularni (4) xossadan foydalanib topamiz. Ushbu algebraic sestemadan

$$\begin{cases} \varphi(s)y_1(x) - \psi(s)y_2(x) = 0 \\ \varphi(s)y'_1(x) + \psi(s)y_2(x) = \dfrac{1}{a(s)} \end{cases}$$

Grin funksiyasi mavjud bo‘lganda $y(x) = \int_a^b G(x,s)f(s)ds$ formula (1), (2) chegaraviy masala yechimi bo‘ladi.

$$y(x) = y_1(x)\int_x^b \frac{y_2(s)f(s)}{w(s)}ds + y_2(x)\int_a^x \frac{y_1(s)f(s)}{w(s)}ds$$

1-Misol. Grin funksiyasini tuzing:

$y'' = f(x), \quad y(0) = 0, \quad y(1) = 0$

Yechilishi: $y'' = 0$ tenglamaning umumiy yechimi $y = c_1x + c_2$. Birinchi $y(0) = 0$ shartdan $c_2 = 0$, demak $y_1(x) = x$, $(c_1 = 1)$ Ikkinchi shartdan $y(1) = 0$, $c_1 + c_2 = 0$ $c_1 = -c_2$. $c_1 = 1$ diylik, $c_2 = -1$; $y_2(x) = x - 1$. $y_1(x) = x$ va $y_2(x) = x - 1$

chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi yechimlar chiziqli erkli ekanligini Vronskiy determinanti orqali ko‘rsatamiz. Haqiqatan

$$W(x) = \begin{vmatrix} x & x-1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = 1 \neq 0.$$

Demak, Grin funksiyasini ushbu shaklda izlash kerak

$$G(x,s) = \begin{cases} x\,\varphi(s), & 0 \le x \le s, \\ (x-1)\psi(s), & s < x \le 1 \end{cases}$$

Bunda $\varphi(s)$, $\psi(s)$ hozircha noma’lum. Ular ushbu tengliklarni qanoatlantirishi kerak

$$\left.\begin{matrix} (s-1)\psi(s) = s\,\varphi(s), \\ \psi(s) - \varphi(s) = 1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \ (s-1)\psi(s) = s\,\varphi(s) - s$$

Bundan $\psi(s) = s$, $\varphi(s) = s - 1$, demak

$$G(x,s) = \begin{cases} (s-1)x, & 0 \le x \le s, \\ s(x-1), & s \le x \le 1 \end{cases}$$

2-Misol. Grin funksiyasini tuzing bunday qo‘yilgan chegaraviy masala uchun $y'' - y = f(x)$, $y(x) -$ chegaralangan bo‘lsin barcha $x\epsilon(-\infty,+\infty) -$ larda

Yechilishi: $Ly = y'' - y = 0$ tenglamaning xususiy yechimlari $y_1(x) = e^x$ va $y_2 = e^{-x}$, chiziqli erkli, umumiy yechimi $y = c_1e^x + c_2e^{-x}$

Birinchi xususiy yechim $y_1 = e^x$ chegaralangan bo‘ladi $x \to -\infty$ da, ikkinchisi $y_2 = e^{-x}$ agar $x \to +\infty$. Grin funksiyasini quyidagi ko‘rinishda izlaymiz

$$G(x,x) = \begin{cases} \varphi\,(s)e^s, & -\infty < x \le s \\ \psi(s)e^{-s}, & s \le x < +\infty \end{cases}$$

Bu yerda $\varphi\,(s)$ va $\psi(s)$ funksiyalarni shunday tanlab olamizki

$$G(s+0,s) = G(s-0,s), \qquad G'_x(s+0,s) - G'_x(s-0,s) = \frac{1}{a(s)}$$

Tengliklar bajarilsin, bizda $a(s) = 1$, y' oldidagi koefsent.

$$\begin{cases} \psi(s)e^{-s} = \varphi\,(s)e^s, \\ -\psi(s)e^{-s} = \varphi\,(s)e^s + 1 \end{cases}$$

Bundan $\varphi\,(s) = -\frac{1}{2}e^{-s}$, $\psi(s) = -\frac{1}{2}e^s$.

$$G(x,s) = \begin{cases} -\dfrac{1}{2}e^{x-s}, & -\infty < x \le s \\ -\dfrac{1}{2}e^{s-x}, & s \le x < +\infty \end{cases}$$

35.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.

2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Ikkinchi tartibli differensial tenglamaning bitta yechimi berilgan bo’lsa, uning umumiy yechimini qanday topiladi?			
2	Taqqoslash teoremasini isbotlang?			
3	Ikkinchi tartibli tenglamani, erkli uzgaruvchini almashtirish yordamida uni soddalashtiring?			
4	Bir jinsli bo’lmagan chegaraviy masalalarni ayting?			
5	Grin funksiyasi qanday shartlarni qanoatlantirishi kerak?			

35.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

35.5-ilova

"Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalar nazariyasi taqqoslach teoremasi.Chegaraviy masalalar. Grin funksiyasi. Grin funksiyasining mavjudligi va yagonaligi haqida" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

O’zgaruvchi koeffisiyentli chiziqli bir jinsli tenglamaning umumiy yechimini toping.

1. $xy'' - (2x+1)y' + (x+1)y = 0, \quad y_1 = e^x$

2. $y'' + 4xy' + (4x^2 + 2)y = 0, \quad y_1 = e^{ax^2}$

3. $y'' - y'\, tg\, x + 2y = 0, \quad y_1 = \sin x$

O’zgaruvchi koeffisiyentli chiziqli bir jinsli bo’lmagan tenglamani yeching.

4. $x^2 y'' \ln x - xy' + y = x^2 \ln x$

5. $x(x+4)y'' - (2x+4)y' + 2y = 10x$

6. $x(x+4)y'' - (2x+4)y' + 2y = x^2 + 1$

Chegaraviy masalalar yechimini toping:

7. $y = 0$; $y(0) = y(1) = 0$

8. $y'' + y' = 1$; $y(0) = 1,\ \ y(1) = 2$

9. $y'' + 4y' + 4y = 0$; $y(0) = 1,\ \ y'(1) = 2$

Quyidagi chegaraviy masalalar uchun Grin funksiyasini toping.

10. $\boldsymbol{x^2 y'' + 2xy' = f(x);}$ $\boldsymbol{y(1) = 0,}$.

11. $\boldsymbol{xy'' - y' = f(x);}$ $\boldsymbol{y'(1) = 0,}$.

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

321. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
322. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
323. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
324. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
325. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

326. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
327. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
328. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
329. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
330. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
331. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
332. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
333. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
334. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
335. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
336. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.

337. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

338. www.lib.homelinex.org/math
339. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
340. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

36-Ma'ruza mashg'ulot.

1. "Xos sonlari va xos funksiyalar tushuncasi.Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalarni darajali qatorlar yordamida integrallash" ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasi modeli

36-ma'ruza	**Xos sonlari va xos funksiyalar tushuncasi.Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalarni darajali qatorlar yordamida integrallash.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1. Shturm-Liuvillning differensial ifodasi. 2. Xos funksiyalar. 3. Ikkinchi tartibli differensial tenglamalarni umumiy ko'rinishi. 4. Ikkinchi tartibli differensial tenglamalarni darajali qatorlar yordamida yechish
Asosiy tushuncha va atamalar	
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik

rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

1.2. "Xos sonlari va xos funksiyalar tushuncasi.Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalarni darajali qatorlar yordamida integrallash" ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(36.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) Shturm-Liuvillning differensial ifodasi ta’rifini ayting? 2) Ikkinchi tartibli differensial tenglamalarni umumiy ko’rinishini yozing? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(36.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(36.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4.Differensial tenglamalar fani va uning insoniyat	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob

	tarixidagi ro'li hamda uning rivoji nimalardan iborat deb bilasiz? 5.Xos qiymatlar deb nimaga aytiladi? 6. Ikkinchi tartibli differensial tenglamalarni darajali qatorlar yordamida yechishda yechim qanday ko'rinishda izlanadi? 7. Yechimni tenglamaga qo'yganda yechim ko'rinishi qanday bo'ladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	beradilar; misol va masalalarni daftarda echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(36.3-36.4ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(36.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

36.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

36.2-ilova

"Xos sonlari va xos funksiyalar tushuncasi.Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalarni darajali qatorlar yordamida integrallash" mavzusi bo'yicha tarqatma material

Ta'rif-1 $ly \equiv p_0(x)y'' + p_1(x)y' + p_2(x)y$ differensial ifoda Shturm-Liuvillning differensial ifodasi deyiladi.
$x \in [a,b]$ bo'lsin $p_0(x), p_1(x), p_2(x) \in C[a,b]$ va $[a,b]$ da $p_0(x) \neq 0$. Bu holda l differensial ifoda $C^2[a,b] \to C[a,b]$
$U[y]$ chiziqli forma $y(a), y'(a), y(b), y'(b)$ larning chiziqli kombinatsiyasi bo'lsin. O'zoro chiziqli bo'glanmagan ikkita $U_1[y]$ va $U_2[y]$ chiziqli forma berilgan bo'lsin, u holda

$$\begin{cases} U_1[y] = 0 \\ U_2[y] = 0 \end{cases} \qquad (1)$$

Tengliklar y funksiyaga qo'yilgan chegaraviy masalalar bo'ladi.
$C^2[a,b]$ da (1) shartni qanoatlantiruvchi funksiyalar to'plamini D bilan belgilaymiz. U holda L operator $L: y \in D \to ly \in C[a,b]$ Shturm-Liuvill (chegaraviy masala) operator deyiladi.
Differensiallash amali chiziqliligi sababli Shturm-Liuvill operator chiziqli bo'ladi.

Ta'rif -2 Agar $y \in D, y \not\equiv 0$ funksiya topilib bu funksiya uchun $Ly = \lambda y$ tenglik o'rinli bo'lsa, λ son Shturm-Liuvill operatorining xos qiymatlari va y shu qiymatga mos xos funksiya deyiladi.

Misol-1 $ly = -y''$differensial ifoda yordamida $[0,\pi]$ kesmada hosil bo'lgan va $U_1[y] = y(0)$, $U_2[y] = y(\pi)$ chegaraviy masalaga ega bo'lgan Shturm-Liuvill operatorini xos qiymatlari va xos funksiyalarini topamiz.

$-y'' = \lambda y$ tenglamani yechamiz . $\mu^2 + \lambda = 0$bu tenglamani xarakteristik tenglamasi bo'ladi bundan $\mu_{1,2} = \pm i\sqrt{\lambda}$ bo'lib tenglamaning umumiy yechim $y = c_1 e^{i\sqrt{\lambda}t} + c_2 e^{-i\sqrt{\lambda}t}$ ko'rinishda bo'ladi.

Chegaraviy shartlardan

$$\begin{cases} c_1 + c_2 = 0 \\ c_1 e^{i\sqrt{\lambda}\pi} + c_2 e^{-i\sqrt{\lambda}\pi} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c_1 = -c_2 \\ c_{1(} e^{i\sqrt{\lambda}\pi} - e^{-i\sqrt{\lambda}\pi}) = 0 \end{cases}$$

Bu sistema nolmas yechimga ega bo'lishi uchun $e^{i\sqrt{\lambda}\pi} - e^{-i\sqrt{\lambda}\pi} = 0$ bo'lishi zarur, bunda $e^{2i\sqrt{\lambda}\pi} = 1 = e^{2\pi ki}$ natijada operatorning xos qiymatlari
$\lambda_k = k^2\ k = 1,2$ va xos funksiyalari $y_k(x) = sinkx$ bo'ladi.
Quyidagi Shturm-Liuvill masalasini qaraymiz

$$\begin{cases} y'' + \lambda^2 \varphi(t) y = 0 \\ u(0) + b_1 u'(0) = 0 \\ u(\pi) + b_2 u'(\pi) = 0 \end{cases}$$

Masalani $\varphi(t) = 1, b_1 = b_2 = 0$ da yuqorida ko'rilgan misolni hosil qilamiz
Xos funksiyalarning asosiy xossalaridan biri u bu funksiyalarning ortogonalligidir ya'ni $\lambda_n \neq \lambda_m$ bo'lsa

$$\int_0^\pi \varphi(t) y_n(t) y_m(t) dt = 0 \quad (2)$$

Bu xossani isbotlash uchun
$y''_n + \lambda_n^2 \varphi(t) y_n = 0$
$y''_m + \lambda_m^2 \varphi(t) y_m = 0$
Tengliklardan foydalanamiz . Bulardan
$y_m y''_n - y_n y''_m + (\lambda_n^2 - \lambda_m^2)\varphi(t) y_n y_m = 0$
0 dan π gacha integrallaymiz

$$\int_0^\pi (y_m y''_n - y_n y''_m) dt + (\lambda_n^2 - \lambda_m^2) \int_0^\pi \varphi(t) y_n y_m dt = 0$$

Yoki

$$[y_m y''_n - y_n y''_m] /_0^\pi + (\lambda_n^2 - \lambda_m^2) \int_0^\pi \varphi(t) y_n y_m dt = 0$$

$y_m(\pi) + b_2 y'_m(\pi) = 0$ $\qquad$ $y_n(\pi) + b_2 y'_n(\pi) = 0$

$y_m(0) + b_1 y'_m(\pi) = 0$ $\qquad$ $y_n(0) + b_1 y'_n(0) = 0$

Chegaraviy shartlarga ko'ra birinchi qo'shiluvchi nolga teng. Demak y_m, y_n lar uchun (2) shart bajariladi .

Bundan agar $\varphi(t) \geq 0$ bo'lsa, xos qiymatlarni haqiqiy son bo'lishi kelib chiqadi. Haqiqatdan ham agar λ^2 va $\bar{\lambda}^2$ lar qo'shma kompleks sonlar xos qiymatlar va $y(t)$, $\bar{y}(t)$ shu qiymatlarga mos xos funksiyalar bo'lsa (2) dan

$$\int_0^{\pi} \varphi(t) y(t) \bar{y}(t) dt = 0$$

Kelib chiqadi, bu tenglik o'rinli emas chunki $y(t)$, $\bar{y}(t)$ lar chiziqli bog'langan.

Xos qiymatlarni haqiqiyligidan ba'zi transcendent faqat haqiqiy ildizga ega bo'lishligi kelib chiqadi

$\varphi(t) = 1$ deb olamiz u holda $y'' + \lambda^2 y = 0$ tenglama umumiy yechimi $y = c_1 cos\lambda t + c_2 sin\lambda t$ Shaklda bo'ladi. $t = 0$ va $t = \pi$ da

$$\begin{cases} c_1 + \lambda c_2 b_1 = 0 \\ c_1 cos\lambda\pi + c_2 sin\lambda\pi + b_2\lambda(-c_1 sin\lambda\pi + c_2 cos\lambda\pi) = 0 \end{cases}$$

ni hosil qilamiz bu sistemaning asosiy determinantidan,

$$\begin{vmatrix} 1 & \lambda b_1 \\ cos\lambda\pi - b_2\lambda sin\lambda\pi & sin\lambda\pi + b_2\lambda cos\lambda\pi \end{vmatrix} = o$$

yoki $(1 + b_1 b_2 \lambda^2) sin\lambda\pi + (b_2 - b_1)\lambda cos\lambda\pi = 0$ xarakteristik tenglamani hosil qilamiz. Bundan λ ga nisbatan hosil bo'lgan

$$\frac{tg\lambda\pi}{\lambda} = \frac{b_1 - b_2}{(1 + b_1 b_2 \lambda^2)}$$

Transcendent tenglama faqat haqiquy yechimga ega ekanligi kelib chiqadi.

$$y'' + p(x)y' + q(x)y = 0 \tag{3}$$

tenglama berilgan bo'lib *p(x)* va *q(x)* koeffisiyentlar *x* ning butun musbat darajalari bo'yicha qatorga yoyish mumkin.

Bu holda (3) tenglama yechimini $y = \sum_{k=0}^{\infty} c_k x^k$ ko'rinishda izlaymiz. Bu yechimni (3) tenglamaga qo'yamiz

$$\sum_{k=0}^{\infty} k(k-1)c_k x^{k-2} + \sum_{k=0}^{\infty} a_k x^k \sum_{k=1}^{\infty} k c_k x^{k-1} + \sum_{k=0}^{\infty} b_k x^k \sum_{k=0}^{\infty} c_k x^k = 0$$

Soddalashtirishdan so'ng ko'phad koeffisiyentlarini nolga tenglashtiramiz.

$$\begin{array}{c|c} x^0 & 2\cdot 1c_2 + a_0 c_1 + b_0 c_0 = 0 \\ x^1 & 3\cdot 2c_2 + 2a_0 c_2 + a_1 c_1 + b_0 c_1 + b_1 c_0 = 0 \\ x^2 & 4\cdot 3\cdot c_4 + 3a_0 c_3 + 2a_1 c_2 + a_2 c_1 + b_0 c_2 + b_1 c_1 + b_2 c_0 = 0 \\ & \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \end{array} \tag{4}$$

c_0, c_1, c_2 , … larga nisbatan chiziqli tenglamalar sistemasi bo'lib, har bir tenglamada undan oldingi tenglamadan bitta ko'p noma'lum c qatnashgan.

c_0 va c_1 koeffisiyentlar ixtiyoriy bo'lib, c_2, c_3 … ular orqali ifodalanadi.

Amaliyotda quyidagi usuldan foydalanish afzalroq.

Yuqorida ko'rsatilgan usul yordamida (3) tenglamaning 2 ta yechimini topamiz. Bunda $y_1(x)$ uchun $c_0 = 1,\ c_2 = 0;$

$y_2(x)$ uchun $c_0 = 0,\ c_1 = 1$ olinadi, ya'ni $y_1(x)$ uchun boshlang'ich shart $y_1(0) = 1,\ y_1'(0) = 0.$

$y_2(x)$ uchun esa $y_2(0) = 0,\ \ y_2'(0) = 1.$

Agar (3) tenglama uchun $y(0) = A,\ y'(0) = B$ shartni qanoatlantiruvchi yechim topish talab qilingan bo'lsa, u holda bu yechim

$y = Ay_1(x) + By_2(x)$ ko'rinishda bo'ladi.

2-misol. $y'' - xy' - 2y = 0$ tenglama yechimini darajali qator shaklida toping.

Tenglamani yechimini $y_1 = \sum_{k=0}^{\infty} c_k x^k$ qator ko'rinishda izlaymiz. Bu funksiyani berilgan tenglamaga qo'yamiz.

$$\sum_{k=0}^{\infty} k(k-1)c_k x^{k-2} - \sum_{k=1}^{\infty} kc_k x^k - 2\sum_{k=0}^{\infty} c_k x^k = 0.$$

$y_1(0) = 1,\ \ y_1'(0) = 0$ deb olamiz va oxirgi tenglamadan x ning barcha darajalari koeffisiyentlarini nolga tenglashtiramiz $(c_0 = 1,\ \ c_1 = 0)$

$$\begin{array}{c|c} x^0 & 2c_2 - 2c_0 = 0 \\ x^1 & 3\cdot 2c_3 - 1\cdot c_1 - 2c_1 = 0 \\ x^2 & 4\cdot 3\cdot c_4 - 2c_2 - 2c_2 = 0 \\ x^3 & 5\cdot 4c_5 - 3c_3 - 2c_3 = 0 \\ x^4 & 6\cdot 5c_6 - 4c_4 - 2c_4 = 0 \\ \dots & \dots\ \dots\ \dots\ \dots\ \dots \end{array}$$

Bu tenglamalarni yechib $c_2 = 1,\ \ c_3 = 0,$ $c_4 = \frac{1}{3}$, $c_5 = 0$, $c_6 = \frac{1}{3\cdot 5}$, … larni olamiz.

Demak, $y_1(x) = 1 + x^2 + \frac{1}{3}x^4 + \frac{1}{15}x^6 + \dots$

Shu tartibda $y_2(x) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k x^k$ va $y_2(0) = 0,\ y_2'(0) = 1$ boshlang'ich shartlarni olib, berilgan tenglamadan $\sum_{k=2}^{\infty} k(k-1)a_k x^{k-2} - \sum_{k=1}^{\infty} (k+2)a_k x^k = 0$ ni hosil qilamiz. Bu tenglamadan $(a_0 = 0,\ a_1 = 1)$

$$
\begin{array}{l|c}
x^0 & 2_2 = 0 \\
x^1 & 3\cdot 2a_3 - 3a_1 = 0 \\
x^2 & 4\cdot 3\cdot a_4 - 4a_2 = 0 \\
x^3 & 5\cdot 4a_5 - 5a_3 = 0 \\
x^4 & 6\cdot 5a_6 - 6a_4 = 0 \\
x^5 & 7\cdot 6a_7 - 7a_5 = 0 \\
\ldots & \ldots
\end{array}
$$

Bundan $a_2 = 0,\ a_3 = \frac{1}{2}$, $a_4 = 0,\ a_5 = \frac{1}{2\cdot 4}$, $a_6 = 0$, $a_7 = \frac{1}{2\cdot 4\cdot 6}$, …

Demak, $a_{2k} = 0,\ a_{2k+1} = \frac{1}{2\cdot 4\cdot 6\ldots(2k)}$, $k = 1, 2, 3, \ldots$

va $y_2 = x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{2\cdot 4} + \frac{x^7}{2\cdot 4\cdot 6} + \ldots = x\sum_{k=0}^{\infty}\frac{1}{k!}(\frac{x^2}{2})^k = xe^{\frac{x^2}{2}}$

Berilgan tenglama umumiy yechimi:

$y = Ay_1(x) + By_2(x)$ bo'ladi.

<u>3-misol</u>. $y'' = e^{xy}$ tenglamaning $y_1(0) = 1,\ y_1'(0) = 0$ shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini Teylor qatori yoyilmasining dastlabki to'rtta hadini toping.

Ma'lumki e^{xy} funksiya (0, 0) nuqta atrofida $-\infty < x < \infty$, $-\infty < y < \infty$ sohada yaqinlashuvchi darajali qatorga yoyiladi, ya'ni golomorfdir.

Tenglamaning yechimini

$y(x) = y(0) + \sum_{k=1}^{\infty}\frac{1}{k!}y^k(o)x^k$ shaklda izlaymiz.

Tenglamani differensiallab va uni $x = 0$ dagi qiymatini hisoblaymiz.

$$y'''(0) = (y + xy')ye^{xy}\Big|_{x=0} = 1$$

$$y^{IV}(0) = \left[2y' + xy'' + (y + xy')^2\right]e^{xy}\Big|_{x=0} = 1$$

topilgan qiymatlarni yechim ko'rinishiga qo'yib, berilgan masala yechimini topamiz.

$$y(x) = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \ldots$$

36.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo'lgan bilimlar (ma'lumotlar) mos keladi

- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e'tiroz bildiradi.

+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.

2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Xos qiymatlar deb nimaga aytiladi?			
2	Xos funksiya deb nimaga aytiladi?			
3	Ikinchi tartibli differensial tenglamalarni darajali qatorlar yordamida yechishda yechim qanday ko’rinishda izlanadi			

36.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4. Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

36.5-ilova

" Xos sonlari va xos funksiyalar tushuncasi.Ikkinchi tartibli differenstil tenglmalarni darajali qatorlar yordamida integrallash" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Quyidagi differensial tenglamalarni darajali qatorlar yordamida yeching.

1. $y'' + y' + 2 = 0$

2. $3y'' = \left(1 + y'^2\right)^{3/2}$

3. $y'\left(1 + y'^2\right) = ay''$

4. $yy'' = y' + y'^2$

5. $yy'' = 1 + y'^2$

6. $2yy'' = 1 + y'^2$

7. $y^3 y'' = -1,\ y(1) = 1,\ y'(1) = 0$

8. $yy'' - y'^2 = y^2 y'$

9. $nyy'' - (n-1)y'^2 = 0$

10. $ayy'' + by'^2 - \dfrac{yy'}{\sqrt{x^2 + C^2}} = 0$

11. $xyy'' + xy'^2 - yy' = 0$

12. $xyy'' - 4xy'^2 + 4yy' = 0$

13. $2xyy'' - xy'^2 + yy' = 0$ **14.** $y'' + \frac{2x}{x^2+1}y' = 2x$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

341. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
342. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
343. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
344. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
345. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

346. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
347. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
348. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
349. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
350. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
351. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
352. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
353. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
354. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
355. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
356. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
357. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

358. www.lib.homelinex.org/math
359. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
360. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

V-Bob Birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamalar

37-Ma'ruza mashg'ulot.

1. "Birinchi tartibli xususiy hosilali chiziqli differenstial tenglamalar haqida tushuncha.Xususiy hosilali kvazichiziqlii differenstial tenglamalarnig xarakteristikalari.Yechim tushunchasi. Koshi masalasi" ma'ruza mashg'ulotining ta'lim texnologiyasi modeli

37-ma'ruza	**Birinchi tartibli xususiy hosilali chiziqli differenstial tenglamalar haqida tushuncha. Xususiy hosilali kvazichiziqlii differenstial tenglamalarnig xarakteristikalari. Yechim tushunchasi. Koshi masalasi.**
Vaqt-2 soat	Talabalar soni: 50nafardan oshmasligi kerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza; yangi bilimlarni mustahkamlash va o'rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Xususiy hosilali tenglama; tenglama tartibi; 2. Bir jinsli tenglama, bir jinsli bo'lmagan tenglama oddiy differensial tenglamalar sistemasi birinchi integralar. 3. Umumiy yechim, Koshi masalasi
Asosiy tushuncha va atamalar	Xususiy hosilali tenglama; tenglama tartibi; bir jinsli tenglama, bir jinsli bo'lmagan tenglama oddiy differensial tenglamalar sistemasi birinchi integrallar; umumiy yechim, Koshi masalasi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O'quv fani to'g'risida umumiy ta'surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O'rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo'llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang'ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag'zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o'tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o'rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o'rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg'ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o'rganildi.

tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	
Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. "Birinchi tartibli xususiy hosilali chiziqli differenstial tenglamalar haqida tushuncha. Xususiy hosilali kvazichiziqlii differenstial tenglamalarnig xarakteristikalari. Yechim tushunchasi. Koshi masalasi" ma’ruza texnologik xaritasi.

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalari bilan tanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi(37.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadida tezkor-savollar o'tkaziladi: 1) Xususiy hosilali differensial tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi? 2) Xususiy hosilali tenglamaning tartibi qanday aniqlanadi? Mavzu, mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishi e'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(37.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'z vazifalarini oladi(37.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgi zamon talablari nimalardan iborat deb bilasiz? 2.Zamon talablarini bajarishda kadrlarning malakasi qanday bo'lishi kerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4. Birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi? 5. Bir jinsli tenglamaga mos bo’lgan oddiy differensial tenglamalar sistemasini yozing?	Tinglaydilar; Guruhlarda ishlaydilar, Savollarga javob izlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar; misol va masalalarni daftarda

	6. Bir jinsli xususiy hosilali chiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi? 7. Bir jinsli xususiy hosilali chiziqli differensial tenglama uchun Koshi masalasini ayting.? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot vaqtida javoblarga izoh beradi, to'gri e'chimlarga e'tibor beradi, xatolarni ko'rsatadi. Talabalar bilan birgalikda javoblar to'g'riligini baholaydi, savollarga javob beradi. 2.4. Guruhlar bajargan ishlari bo'yicha o'z-o'zini baholaydilar va tekshiradilar. 2.5. Javoblarni to'ldiradi va qisqacha xulosalar qiladi.	echadilar. Guruh liderlari topshiriqlar javoblarini aytadilar. Liderlar o'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalarda yuzaga kelgan savollarga javob beradi, yakunlovchi xulosa qiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadga erishishdagi, talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi(37.3-37.4 ilovalar). 3.3. Mustaqil ish uchun topshiriqlar beriladi(37.5-ilova) va uning baholash mezonlari aytiladi.	Savol beradilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

37.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5balldan 2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

37.2-ilova

"**Birinchi tartibli xususiy hosilali chiziqli differenstial tenglamalar haqida tushuncha. Xususiy hosilali kvazichiziqlii differenstial tenglamalarnig xarakteristikalari. Yechim tushunchasi. Koshi masalasi" mavzusi bo‘yicha tarqatma material**

Birinchi tartibli xususiy xosilali bir jinsli chiziqli differensial tenglamaning umumiy ko'rinishi

$$X[z] \equiv X_1 \frac{\partial z}{\partial x_1} + X_2 \frac{\partial z}{\partial x_2} + ... + X_n \frac{\partial z}{\partial x_n} = 0 \qquad (1)$$

Bunda noma'lum z va $X_i (i = \overline{1,n})$ funksiyalar $x_1, x_2, .., x_n$ uzgaruvchilarning uzluksiz va uzluksiz differensiallanuvchi funksiyalaridir.

Ba'rif. (1) tenglamaning yechimi deb, $x_1, x_2, ...x_n$ erkali uzgaruvchilarga boglik bo'lgan shunday ixtiyoriy funksiyalarga aytiladikim, bu funksiya (1) tenglamani aynan qanoatlantirsin.

(1) tenglamadan tashkari quyidagi oddiy differensial tenglamalar sistemasini qaraymiz

$$\frac{dx_1}{x_1} = \frac{dx_2}{x_2} = ... = \frac{dx_n}{x_n} \qquad (2)$$

(2) sistemaga, (1) tenglamaga mos bo'lgan, oddiy differensial tenglamalar sistemasi deyiladi. (2) sistemaning birinchi integrallari

$$\psi_i(x_1, x_2, ..., x_n) = c_i \qquad (i = \overline{1n} - 1) \qquad (3)$$

bo'lsin.

Isbot etamizkim, (1) va (2) tenglamalar sistemasini yechish uzora ekvivalentdir.

Teorema 1. (2) sistemaning ixtiyoriy birinchi $\psi(x_1, x_2, ..., x_n) = c$ integralning chap qismi , xususiy xosilali (1) tenglamaning yechimi bo'ladi.

Isbot. Birinchi integral ta'rifiga ko'ra (2) sistemaning ixtiyoriy integral chizig'i bo'ylab ψ funksiya aynan o'zgarmas songa teng bo'ladi. Ya'ni $\psi = c$ demak

$$d\psi = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial \psi}{\partial x_i} dx_i \equiv 0 \qquad (4)$$

(3) sistemadan quyidagi normal sistemaga ega bo'lamiz. Bunda x_n erkli uzgaruvchi va $X_n(x_1, x_2, ..., x_n) \neq 0$ bo'lmasin

$$\frac{dx_1}{dx_n} = \frac{X_1}{X_n}, \quad \frac{dx_2}{dx_n} = \frac{X_2}{X_n}, ..., \frac{dx_{n-1}}{dx_n} = \frac{X_{n-1}}{X_n} \qquad (5)$$

(5) dan $dx_i = \dfrac{X_i}{X_n} dx_n$ buni (4) ga qo'ysak

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial \psi}{\partial x_i} \cdot \frac{X_i}{X_n} dx_n \equiv 0 \qquad \text{yoki}$$

$$X_1 \frac{\partial \psi}{\partial x_1} + X_2 \frac{\partial \psi}{\partial x_2} + ... + X_n \frac{\partial \psi}{\partial x_n} \equiv 0 \qquad (6)$$

xosil buladi.

Teorema 2. (1) tenglamani qanoatlantiruvchi ixtiyoriy $\psi(x_1, x_2, ...x_n)$ funksiyani o'zgarmas songa tenglashtirsak, u (2) sistemaning birinchi integrali bo'ladi.

Isbot. $z = \psi(x_1, x_2, ...x_n)$ (1) tenglamaning yechimi bo'lsin. U xolda (6) ayniyat o'rinlidir. ψ ning to'liq differensiali

$$d\psi = \frac{\partial \psi}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial \psi}{\partial x_2} dx_2 + ... + \frac{\partial \psi}{\partial x_n} dx_n = \left(\overline{X_1} \frac{\partial \psi}{\partial x_1} + \overline{X_2} \frac{\partial \psi}{\partial x_2} + .. + \overline{X_n} \frac{\partial \psi}{\partial x_n} \right) \frac{1}{X_n} dx_n$$

Bundan (6) ga ko'ra

$$d\psi \equiv 0$$

$d\psi \equiv 0$ ya'ni (2) ning ixtiyoriy integral chizig'i bo'ylab

$$\psi(x_1, x_2, ..x_n) = c$$

Ushbu $\phi(\psi_1,\psi_2,..,\psi_{n-1})=c$

Ifoda xam (2) ning birinchi integralidan iborat. (Bunda ϕ ixtiyoriy differensiallanuvchi funksiyadir) chunki (2) sistemaning integral chizig'i bo'ylab, barcha $(\psi_1,\psi_2,...\psi_{n-1})$ funksiyalar o'zgarmas songa teng bo'ladi shuning uchun $\phi(\psi_1,\psi_2,..,\psi_{n-1})$ funksiya xam (2) sistemaning integral chizig'i bo'ylab o'zgarmas songa teng bo'ladi. Demak $z=\phi(\psi_1,\psi_2,..,\psi_{n-1})$ bunda ϕ-ixtiyoriy differensiallanuvchi funksiya, (1) tenglamaning umumiy yechimi bo'ladi.

(2) sistemaning birinchi integrallaridan tuzilgan $\phi(\psi_1,\psi_2,..,\psi_{n-1})$ funksiyani qaraymiz. Bunda ϕ uz argumentlarining uzluksiz va uzluksiz differensiallanuvchi funksiyasi bo'lib, $\psi_1,\psi_2,..,\psi_{n-1}$ larni uzlari esa erkli $x_1,x_2,..x_n$ uzgaruvchilarga nisbatan uzluksiz va uzluksiz differensiallanuvchi funksiya bo'lsin.

U xolda (1) tenglamaning umumiy yechimi $z=\phi(\psi_1,\psi_2,..,\psi_{n-1})$ dan iborat bo'ladi.

Xaqiqatdan xam

$$X[z]\equiv X[\phi(\psi_1,\psi_2,...,\psi_{n-1})]\equiv X_1\frac{\partial\phi}{\partial x_1}+X_2\frac{\partial\phi}{\partial x_2}+.....+X_n\frac{\partial\phi}{\partial x_n}=X_1\sum_{i=1}^{n-1}\frac{\partial\phi}{\partial\psi_i}\frac{\partial\psi_i}{\partial x_1}+$$

$$+X_2\sum_{i=1}^{n-1}\frac{\partial\phi}{\partial\psi_i}\frac{\partial\psi_i}{\partial x_2}+.....+X_n\sum_{i=1}^{n-1}\frac{\partial\phi}{\partial\psi_i}\frac{\partial\psi_i}{\partial x_n}=\sum_{i=1}^{n-1}\frac{\partial\phi}{\partial\psi_i}\left[X_1\sum_{i=1}^{n-1}\frac{\partial\psi_i}{\partial x_1}+X_2\frac{\partial\psi_i}{\partial x_2}+....+X_n\frac{\partial\psi_i}{\partial x_n}\right]=$$

$$\sum_{i=1}^{n-1}\frac{\partial\phi}{\partial\psi_i}X[\psi_i]=X[\psi_1]\frac{\partial\phi}{\partial\psi_1}+X[\psi_2]\frac{\partial\phi}{\partial\psi_2}+...+X[\psi_{n-1}]\frac{\partial\phi}{\partial\psi_{n-1}}\equiv 0$$

chunki $X[\psi_i]\equiv 0 \quad i=\overline{1,n}-1$

Demak $z=\phi(\psi_1,\psi_2,\quad \psi_{n-1})$ (1) tenglamaning yechimi. Unga (1) tenglamaning umumiy yechimi deb qaraymiz.

1-misol $xz\frac{\partial u}{\partial x}+yz\frac{\partial u}{\partial y}-(x^2+y^{2)}\frac{\partial u}{\partial z}=0$

$$\frac{dx}{xz}=\frac{dy}{yz}=\frac{dz}{-(x^2+y^2)}$$

Buning birinchi integrallarini topamiz.

$$\frac{dx}{xz}=\frac{dy}{yz} \qquad \frac{dx}{x}=\frac{dy}{y} \qquad \ln y=\ln x+\ln c_1$$

$$c_1=\frac{y}{x} \qquad \psi_1=\frac{y}{x} \quad \frac{dy}{yz}=\frac{dy}{yz}=\frac{dz}{-(x^2+y^2)}=\frac{xdx+ydy+zdz}{0}$$

$$d(x^2+y^2+z^2)=0 \qquad x^2+y^2+z^2=c_2$$

$$\psi_2=(x^2+y^2+z^2)$$

u holda umumiy yechim

$$u=\phi\left(\frac{y}{x},x^2+y^2+z^2\right)$$

dan iborat. $\psi_1\psi_2$

Tekshirib ko'raylik:

$$\frac{\partial u}{\partial x}=\frac{\partial \phi}{\partial \psi_1}\cdot\frac{\partial \psi_1}{\partial x}+\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2}\cdot\frac{\partial \psi_2}{\partial x}=-\frac{y}{x^2}\frac{\partial \phi}{\partial \psi_1}+2x\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2} \qquad xz$$

$$\frac{\partial u}{\partial x}=\frac{\partial \phi}{\partial \psi_1} \quad \frac{\partial \psi_1}{\partial y}+\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2}\cdot\frac{\partial \psi_2}{\partial y}=\frac{1}{x} \quad \frac{\partial \phi}{\partial \psi_1}+2y\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2}$$

$$\frac{\partial u}{oz}=\frac{\partial \phi}{\partial \psi_1} \quad \frac{\partial \psi_1}{\partial z}+\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2} \quad \frac{\partial \psi_2}{\partial z}=0\cdot\frac{\partial \phi}{\psi_1}+2z\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2}$$

Ko'paytirib hadlab qo'shsak:

$$-\frac{xyz}{x^2} \quad \frac{\partial \phi}{\partial \psi_1}+2x^2z\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2}+\frac{yz}{\lambda} \quad \frac{\partial \phi}{\partial \psi_2}+2y^2\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2}-(2x^2z+2y^{2z})\frac{\partial \phi}{\partial \psi_2}=0$$

tenglamani qanoatlantiradi.

2-misol $\quad (x^3+3xy^2)\frac{\partial z}{\partial x}+2y^3\frac{\partial z}{\partial y}=2y^2z$

$$\frac{dx}{x^3+3xy^2}=\frac{dy}{2y^3}=\frac{dz}{2y^2z}$$

$$\frac{dy}{2y^3}=\frac{dy}{2y^2z} \qquad \ln z=\ln y+\ln c_1 \qquad c_1=\frac{z}{y} \qquad 2.3$$

$$\frac{dx}{x^3+3xy^2}=\frac{dy}{2y^3} \qquad \frac{dx}{dy}=\frac{3}{2y}x+\frac{x^3}{2y^3} \qquad 1.2$$

$$\frac{dx}{dy}-\frac{3}{2y}=\frac{x^3}{2y^3} \qquad beri\lg antenglama \qquad x^{-2}=u$$

$$x^{-3}x^1-\frac{3}{2y}x^{-2}=\frac{1}{2y^3}$$

$$u^1+\frac{3}{y}u=-\frac{1}{y^3}$$

$$u=\frac{1}{y^3}(-y+c_2) \qquad \frac{1}{x^2}=\frac{1}{y^3}(-y+c_2$$

$$_2=\frac{y^3}{x^2}=y$$

$$\phi\left(\frac{z}{y},\frac{y^3}{x^2}+y\right)=0 \qquad \frac{z}{y}=f\left(\frac{y^3}{x^2}+y\right)$$

$$z=yf\left(\frac{y^3}{x^2}+y\right),,,$$

Birinchi tartibli xususiy xosilali bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglama uchun Koshi masalasi.

Kvazichiziqli

$$\sum_{i=1}^{n}P_i(x_1,x_2,\ldots,x_n,z)\frac{\partial z}{\partial x_i}=R(x_1,x_2,\ldots,x_n,z) \qquad (7)$$

tenglamaning shunday $z = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n, z) = c_i \qquad i = \overline{0, n-1} \qquad (8)$
bo'lsin

Bunda $x_n = x_n^0$ quysak

$$\psi_i(x_1, x_2, \dots x_{n-1}, x_n^0, z) = \overline{\psi_i} \qquad (9)$$

faraz etaylik (9) ni $(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0, z_0)$ nukta atrofida $x_1, x_2, \dots x_{n-1}, z$ larga nisbatan yechish mumkin b¢lsin. Ya'ni

$$\begin{aligned} z &= \omega_0(\overline{\psi_0}, \overline{\psi_1}, \overline{\psi_2}, \dots \overline{\psi_{n-1}},) \\ x_i &= \omega_i(\overline{\psi_0}, \overline{\psi_1}, \overline{\psi_2}, \dots \overline{\psi_{n-1}},) \end{aligned} \qquad (10)$$

Bu xolda isbot etishimiz mumkinkim Koshi shartini qanoatlantiruvchi (7) tenglamani yechimi
$V(x_1, x_2, \dots x_n z) \equiv \omega_0(\psi_0, \psi_1, \psi_2, \dots, \psi_{n-1}) - \varphi[\omega_1(\psi_0, \psi_1, \dots, \psi_{n-1}), \dots, \omega_{n-1}(\psi_0, \psi_1, \dots, \psi_{n-1})] = 0$
dan iborat b¢ladi.

(1) tenglamaning

$$u(x_1, \dots, x_{i-1}, a, x_{i+1}, \dots, x_n) = \varphi(x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n)$$

shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini topishni masalasi Koshi masalasi deyiladi, bu yerda a – berilgan o'zgarmas va $\varphi(x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n)$ berilgan funksiya.

3-misol. $z\dfrac{\partial r}{\partial x} + z\dfrac{\partial r}{\partial y} = y - x \qquad x = 1, \quad z = y^2 \qquad \dfrac{dx}{z} = \dfrac{dy}{-z} = \dfrac{dz}{y-x}$

$$dx = -dy \qquad x + y = c_1$$

$$xdx + ydy + zdz = 0 \qquad x^2 + y^2 + z^2 = c_2$$

$$\psi_1 = x + y$$

$$\psi_0 = x^2 + y^2 + z^2 \qquad x = 1 \qquad \partial a \qquad 1 + y = \overline{\psi_1}$$

$$1 + y^2 + z^2 = \overline{\psi_0}$$

$$y = \overline{\psi_1} - 1$$

$$z^2 = \overline{\psi_0} - 1 - y^2 = \overline{\psi_0} - 1 - (\overline{\psi_1} - 1)^2 = \overline{\psi_0} - \overline{\psi_1^2} + 2(\overline{\psi_1} - 1)$$

$$\psi_0 - \psi_1^2 + 2(\psi_1 - 1) - (\psi_1 - 1)^4 = 0$$

$$(x^2 + y^2 + z^2 = (x + y)^2 - 2(x + y - 1) + (x + y - 1)^4$$

$$z^2 = 2xy - 2(x + y - 1) + (x + y - 1)^4$$

xakikatdan xam $x = 1$ b¢lsa

$$z^2 = y^4 \qquad z = y^2,,,$$

$$x\frac{\partial r}{\partial x} + (xz + y)\frac{\partial r}{\partial y} = z \qquad x + y = 2z \quad xz = 1$$

4-misol $\qquad y = \dfrac{2}{x} - x \qquad z = \dfrac{1}{x}$

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{xz + y} = \frac{dz}{z}$$

$$\frac{dx}{x} = \frac{dz}{z} \qquad \ln z = \ln x + \ln c_1 \quad z = c_1 x \quad c_1 = \frac{z}{x} \qquad \psi_1 = \frac{z}{x} \qquad 1.3$$

$$\frac{dx}{x}=\frac{dy}{xz+y} \qquad \frac{dy}{dx}-\frac{y}{x}=c_1x \qquad\qquad 1.2$$

$$y=x(c_1x-c_2)=x(z-c_2)$$

$$c_2=-\frac{y}{x}+z \qquad \psi_2=z-\frac{y}{x}$$

$$z=\frac{1}{x} \qquad \overline{\psi_1}=\frac{\frac{1}{x}}{x}=\frac{1}{x^2}$$

$$\overline{\psi_2}=\frac{1}{x}-\frac{1}{x}\left(\frac{2}{x}-x\right)=1+\frac{1}{x}-\frac{2}{x^2} \qquad x^2=\frac{1}{\overline{\psi_1}}$$

$$\psi_2=1+\sqrt{\psi_1}-2\psi_1, \psi_2-1+2\psi_1=\sqrt{\psi_1}$$

$$(\psi_2-1+2\psi_1)^2=\psi_1$$

$$\frac{z}{x}=\left(z-\frac{y}{x}-1+2\frac{r}{x}\right)^2$$

$$xz=(xz-x-y+2z)^2$$

37.3-ilova

Insert texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o‘qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo‘yib, olingan ma’lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Xususiy hosilali differensial tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi?			
2	Birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama deb qanday tenglamaga aytiladi?			
3	Xususiy hosilali tenglamaning tartibi qanday aniqlandi?			
4	Birinchi tartibli xususiy hosilali bir jinsli chiziqli differensial tenglamaning umumiy ko’rinishini yozing?			

5	Bir jinsli xususiy hosilali chiziqli differensial tenglamaga mos bo’lgan oddiy differensial tenglamalar sistemasining birinchi integrallari, bir jinsli xususiy hosilali chiziqli differensial tenglamaning yechim bo’ladimi?			
6	Bir jinsli xususiy hosilali chiziqli differensial tenglama uchun Koshi masalasini ayting?			
7	Bir jinsli bo’lmagan xususiy hosilali chiziqli differensial tenglamani bir jinsli xususiy hosilali chiziqli differensial tenglamaga keltiring?			
8	Bir jinsli bo’lmagan xususiy hosilali chiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimi qanday topiladi?			

37.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

37.5-ilova

Birinchi tartibli xususiy hosilali chiziqli differenstial tenglamalar haqida tushuncha. Xususiy hosilali kvazichiziqlii differenstial tenglamalarnig xarakteristikalari. Yechim tushunchasi. Koshi masalasi" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

Tenglamalarni umumiy yechimini toping.

1. $y\frac{\partial u}{\partial x} - x\frac{\partial u}{\partial y} = 0$

2. $x\frac{\partial u}{\partial x} + y\frac{\partial u}{\partial y} + z\frac{\partial u}{\partial z} = 0$

3. $yz\frac{\partial u}{\partial x} + xz\frac{\partial u}{\partial y} + xy\frac{\partial u}{\partial z} = 0$

4. $x\frac{\partial u}{\partial x} - y\frac{\partial u}{\partial y} = x - y$

5. $x\frac{\partial u}{\partial x} + y\frac{\partial u}{\partial y} = xy + u$

6. $y\frac{\partial u}{\partial x} + x\frac{\partial u}{\partial y} = u$

Koshi masalasini yeching.

7. $(4y - z)\frac{\partial u}{\partial x} + y\frac{\partial u}{\partial y} + z\frac{\partial u}{\partial z} = 0$, $u\big|_{y=0} = y^2 + z^2$

8. $xz\frac{\partial u}{\partial x} + yz\frac{\partial u}{\partial y} + xy\frac{\partial u}{\partial z} = 0$, $u\big|_{z=0} = xy$

9. $x(z-y)\frac{\partial u}{\partial x}+y(y-x)\frac{\partial u}{\partial y}+(y^2-xz)\frac{\partial u}{\partial z}=0 \quad u\big|_{x=1}=\frac{z}{y}$

10. $x\frac{\partial u}{\partial x}+u\frac{\partial u}{\partial y}=0$, $u\big|_{x=1}=-y$

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
2. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
4. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

6. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
7. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ –Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
8. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
9. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
10. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, “ Ўзбекистон”, 1994.
11. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
12. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
13. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
14. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
15. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
16. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
17. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. “Дурдона”, 2013

Интернет сайтлари

18. www.lib.homelinex.org/math
19. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
20. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC

38-Ma’ruza mashg’ulot.

1. **“Mavjudlik va yagonalik teoremasi. Xarakteristika usuli. Koshi –Kovalevskaya teoremasi. Koshi masalasining geometrik talqini” ma’ruza mashg‘ulotining ta’lim texnologiyasi modeli**

38-ma’ruza	**Mavjudlik va yagonalik teoremasi. Xarakteristika usuli. Koshi –Kovalevskaya teoremasi. Koshi maslasining geometrik talqini**
Vaqt-2 soat	Talabalarsoni: 50nafardanoshmasligikerak
O'quv mashg'uloti shakli	ma`ruza;yangi bilimlarni mustahkamlash va o’rganish
Mashg'ulot rejasi	1.Mavjudlik va yagonalik teoremasi, Koshi – Kovalevskaya teoremasi. 2. Koshi maslasining geometrik talqini. 3. Birinchi tartibli xususiy hosilali bir jinsli bo’lmagan tenglamaning umumiy yechimini Xarakteristika usuli yordamida topish.
Asosiy tushuncha va atamalar	Mavjudlik va yagonalik teoremasi, Xarakteristika, Birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama, Koshi masalasining geometrik ma’nosi.
Amaliy mashg'ulotining maqsadi	O’quv fani to’g’risida umumiy ta’surotlar berish, Oddiy differensial tenglamalari va uni keyinchalik kasbiy faoliyatidagi roli.
Pedagogik vazifalar	O'quv faoliyati natijalari
1.O’rgatuvchi: Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik fikrlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; *2.Rivojlantiruvchi*: Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini qo’llash; talabalarning ijodiy mahoratini shakillantirish; *3.Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individual ishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirish.	1.Talabalarda qabul qilish faoliyatini tashkil qilish, yangi materialni boshlang’ich esda qoldirish va anglash; differensial tenglamaning terminlari, iboralarini xarakterlovchi elementlar; talabalarning matematik firlashini rivojlantirish muammoli masalalarni yechimini mahoratini oshirish; matematik masalalarni yechishda matematik simvollarning hususiyatlari bilan tanishtirish; 2.Kitob matni bilan ishlay bilishligi – mag’zlarini tanlab olish, tahlil qilish; gaplar tuzish, hulosa chiqarish, materialni talabalarning izlash faoliyatini stimullashtirish; hususiydan umumiy holga o’tish usuli bilan tekshirish; tekshirish natijalarini tahlil qilib va uni umumlashtira olishini rivojlantirish; analitik-sintetik faoliyatning mantiqiy fikrlashini o’rganildi; talabalarning ijodiy mahoratini shakillandi; 3.*Tarbiyalovchi:*Aktiv faoliyatga, mustaqil ishga jalb qilish; guruhlarda ishlash qoidalariga rioya qila olish; fanni o’rganishga qiziqishni rivojlantirish; Differensial tenglamani matematik-komunikativ kursni bir qismi sifatida tassavur berish; javobgarlik tuyg’ularini tarbiyalash, mehnatsevarlik, individualishni jamoaviy ish bilan biriktirish, intizomlashtirishlar o’rganildi.

Ta'lim usuli va texnikasi	instruktaj; Ma`ruza, aqliy hujum, “Insert” texnikasi;
Ta'lim shakli	frontal; jamoaviy;
Ta'lim vositalari	Ma`ruza matni; jadvallar, multimediya;
	mashg'ulot bo'yicha o'quv materiallari, proektor, axborot texnologiylari vositalari.
Ta'lim berish sharoiti	Maxsus texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shaklda ishlashga mo'ljallangan auditoriya.
Manitoring va baholash	Og'zaki so'rov, kuzatish.

2. “Mavjudlik va yagonalik teoremasi. Xarakteristika usuli. Koshi –Kovalevskaya teoremasi. Koshi masalasining geometrik talqini” ma’ruza texnologik xaritasi

Ish bosqichlari va vaqti	Ta'lim beruvchi	Ta'lim oluvchilar
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzuning nomi, maqsadi vao'quv faoliyatinatijalaribilantanishtiriladi. 1.2. Talabalar o'quv faoliyatini baholash mezonlari bilan tanishtiriladi (1.1-ilova). 1.3.Talabalarning darsga tayyorgarlik darajasini aniqlash, bilimlarini faollashtirish maqsadi datezkor-savollar o'tkaziladi: 1)Birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamani umumiy ko’rinishini yozing? 2) Mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting? Mavzu,mazmunining muhokamasi guruhlarda davom etishie'lon qilinadi.	Tinglaydilar. yoziboladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar. Talabalar berilgan savollarga javob beradilar
2- Asosiy bosqich.(55-daqiqa)	2.1.Talabalarni4 ta o'quv guruhiga bo'linadi. Mavzu bo'yicha tarqatma material betriladi(38.2-ilova). Guruhlarda o'quv vazifasini bajarish bo'yicha ishni tashkil qiladi. Har bir guruh o'zvazifalarini oladi(38.3-ilova). O'quv faoliyati natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhlarda ish boshlanganligini ma’lum qiladi.Vazifani bajarishda o'quv materiallaridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Talabalarni faollashtirish va bilimlarini mustahkamlash maqsadida quyidagi savollar berish mumkin: 1. Hozirgizamontalablarinimalardaniborat deb bilasiz? 2.Zamontalablarinibajarishdakadrlarning malakasiqandaybo'lishikerak? 3. Axborot texnologiyalarini qo'llashni bilish, nimalarni taqoza etadi? 4. Koshi-Kovalevskaya teoremasini ayting? 5. Koshi masalasining geometrik ma’nosini ayting? 6. 1-tartibli xususiy hosilali bir jinsli bo’lmagan differensial tenglamaning xarakteristik tenglamasi va xarakteristik chiziqlari deb nimaga aytiladi? 2.3. Taqdimot boshlanishini e'lon qiladi. Taqdimot va qtidajavoblargaizohberadi, to'grie'chimlargae'tiborberadi, xatolarni	Tinglaydilar; Guruhlardaishlaydilar, Savollargajavobizlaydilar. Tinglaydilar; o'qiydilar; guruhlarda ishlaydilar, asoaiylarni yozadilar. Tinglaydilar; savollar beradilar. Talabalar berilgan savollargajavob beradilar; misol vamasalalarni daftarda echadilar. Guruhliderlari topshiriqlar javoblarini

	ko'rsatadi. Talabalarbilanbirgalikdajavoblar to'g'riliginibaholaydi, savollargajavob beradi. 2.4. Guruhlarbajarganishlaribo'yichao'z-o'zinibaholaydilarvatekshiradilar. 2.5. Javoblarnito'ldiradivaqisqachaxulosalar qiladi.	aytadilar. Liderlaro'z guruhlarida baholash o'tkazadilar. Tinglaydilar.
3- bosqich, yakuniy(15 daqiqa)	3.1. Mavzubo'yichatalabalardayuzaga kelgansavollargajavobberadi, yakunlovchi xulosaqiladi. 3.2.Mashg'ulotda maqsadgaerishishdagi, talabalarfaoliyatitahlilqilinadiva baholanadi(38.3-38.4 ilovalar). 3.3. Mustaqilishuchuntopshiriqlar beriladi(38.5-ilova) vauningbaholash mezonlariaytiladi.	Savolberadilar. Tinglaydilar; muhokamada qatnashadilar. Topshiriqlarni yozadilar.

38.1-ilova

Har bir mashg'ulot 0,5 balldan2 ballgacha baholanadi. Ekspert guruxlarning ish natijalarini baholovchi me'zonlari

Me'zonlar	**Ball**	**%**	**Gurux natijalari bahosi**			
			1	**2**	**3**	**4**
Axborotning to'liqligi	1,0	50				
Masala yechimining boshqacha usuli, illyustratsiyasi(grafik tarzda taqdim etish, ayrim hisoblashlarni aniq ko'rsatish va h.k.)	0,6	30				
Gurux faolligi (qo'shimcha, berilgan savol, javoblarning soni)	0,4	20				
JAMI	2	100				

86-100% / a'lo"
71-85% / - "yaxshi"
55-70% / - "qoniqarli"
0-54%-- "qoniqarsiz".

38.2-ilova

"**Mavjudlik va yagonalik teoremasi. Xarakteristika usuli. Koshi –Kovalevskaya teoremasi. Koshi maslasining geometrik talqiniTalabalar bilimini oraliq baholash bo'yicha reyting ballarini jamlash haftasi" mavzusi bo'yicha tarqatma material**

Maksimal tartibli xususiy hosilaga nisbatan yechilgan

$$\frac{\partial^p z}{\partial x_1^p} = F\left(x_1, x_2, . x_n, \frac{\partial z}{\partial x_1}, \frac{\partial z}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial z}{\partial x_n}, \dots, \frac{\partial^{p-1} z}{\partial x_1^{p-1}}, \dots \frac{\partial^p z}{\partial x_n^p}\right) \quad (1)$$

$x_1 = x_{10}$ bo'lganda

$$z = \varphi_0(x_2, x_3, \dots, x_n) \quad \frac{\partial z}{\partial x_1} = \varphi_1(x_2, x_3, \dots, x_n) \dots \frac{\partial^{p-1} z}{\partial x_1^{p-1}} = \varphi_{p-1}(x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (2)$$

Shartlarni qanoatlantiruvchi xususiy hosilali tenglama $(x_{10}, x_{20}, \ldots, x_{n0})$ nuqta atrofida yagona analitik yechimga ega bo'ladi, agar $\varphi_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_{p-1}$ funksiyalar $(x_{10}, x_{20}, \ldots, x_{n0})$ nuqta atrofida analitik va $F(x_1, x_2, . x_n, \frac{\partial z}{\partial x_1}, \frac{\partial z}{\partial x_2}, \ldots, \frac{\partial z}{\partial x_n}, \ldots, \frac{\partial^{p-1} z}{\partial x_1^{p-1}}, \ldots \frac{\partial^p z}{\partial x_n^p})$ nuqta o'zining argumentlarining boshlang'ich qiymatlari

$$z_0 = \varphi_0(x_{20}, \ldots, x_{n0}), \; (\frac{\partial z}{\partial x_1})_0 = \varphi_1(x_{10}, \ldots, x_{n0}), \ldots, (\frac{\partial^{p-1} z}{\partial x^{p-1}})_0 = (\frac{\partial^{p-1}\varphi_0}{\partial x_n^{p-1}})_{x_i = x_{i0}}$$

atrofida analitik bo'lsa.

Shunday qilib Koshi Kovalevskaya teoremasiga asosan (1),(2) masalaning yechimi boshlang'ich $\varphi_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_{p-1}$ funksiyalar yordamida aniqlanadi.

Shu narsani ta'kidlab o'tamizki(1),(2) masala kichik sohada, ya'ni $(x_{10}, x_{20}, \ldots, x_{n0})$ nuqtaning yetarli kichik atrofida qo'yilgan bo'lib, shu atrofda birdan bir yechimga egadir.

Koshi maslasining geometrik talqini

Erkli o'zgaruvchilarning soni ikkita bo'lgan holda birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamani integrallash masalasi hamda Koshi masalasi masalasi juda sodda geometrik intempretasiyaga ega. Birinchi tartibli (1) tenglamani yoki xususiy hosilalardan bittasiga nisbatan yechilgan ushbu

$p = f(x, x, z, q)$ (3)

Tenglamani tekshiramiz

(3) tenglamani yechimini topish

$z = \phi(x, y)$ (4)

Funksiyani topish demakdir.(4) o'zgaruvchilarning fazosida sirtni ifodalaydi, bu sirtni odatda $F(x, y, z, q, p) = 0$ yoki (3) tenglamaning integral sirti deyiladi.

Faraz qilaylik bizga birinchi tartibli xususiy hosilali bir jinsli chiziqli differensial tenglama berilgan bo'lsin:

$$b_1(x_1, \cdots, x_n) u_{x_1} + \cdots + b_n(x_1, \cdots, x_n) u_{x_n} = 0. \qquad (5)$$

Bunda $b_i(x_1, \cdots, x_n),\ i = 1,2, \cdots, n$ koeffisientlar biror $D \subset R^n$ sohada aniqlangan va o'zining birinchi tartibli xususiy hosilalari bilan uzluksiz va hammasi bir vaqtda nolga teng bo'lmagan berilgan funksiyalar. Aniqlik uchun $b_n(x_1, x_2, \cdots, x_n) \neq 0$ bo'lsin.

Odatda (5) bilan bir vaqtda uning xarakteristik tenglamalari deb ataluvchi quiydagi diffrensial tenglamalar sistemasi qaraladi:

$$\frac{dx_1}{b_1(x_1, \cdots, x_n)} = \frac{dx_2}{b_2(x_1, \cdots, x_n)} = \cdots = \frac{dx_n}{b_n(x_1, \cdots, x_n)}. \qquad (6)$$

(6) sistemani unga ekvivalent bo'lgan quyidagi tenglamalar sistemasi bilan almashtiramiz

$$\frac{dx_i}{dx_n} = \frac{b_i(x_1, \cdots, x_n)}{b_n(x_1, \cdots, x_n)},\ i = 1,2, \cdots, n-1. \qquad (7)$$

$b_i(x_1, \cdots, x_n),\ i = 1,2, \cdots, n$ koeffisientlarga yuqoridagi qo'yilgan shartlarda (7) sistema $n-1$ ta chiziqli bog'lanmagan birinchi integrallarga ega bo'ladi:

$$\varphi_i(x_1, x_2, \cdots, x_n) = C_i,\ i = 1,2, \cdots, n-1. \qquad (8)$$

(8) ga (5) tenglamaning xarakteristik chiziqlari oilasi deb ataladi.

Faraz qilaylik bizga

$$b_1(x_1,\cdots,x_n,u)u_{x_1}+\cdots+b_n(x_1,\cdots,x_n,u)u_{x_n}=f(x_1,\cdots,x_n,u),\ f\neq 0 \qquad (9)$$

ko'rinishdagi birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama berilgan bo'lsin. Odatda bu tenglama hosilalarga nisbatan chiziqli yoki kvazichiziqli differensial tenglama deb yuritiladi. Tenglamada berilgan $b_i, i=1,2,\cdots,n$ va f funksiyalarni o'z o'zgaruvchilarining o'zgarish sohasida uzluksiz differensiallanuvchi va noldan farqli berilgan funksiyalar deb qaraymiz.

Quyida biz (9) kvazichiziqli tenglamaning umumiy yechimini topishning xususiy hosilali bir jinsli chiziqli differensial tenglamaga keltirish usuli bilan tanishamiz. Buning uchun (9) ning yechimini oshkormas ko'rinishda topilgan (umumiy integrali) deb faraz qilamiz:

$$v(x_1,x_2,\cdots,x_n,u(x_1,\cdots,x_n))=0.$$

Oshkormas funksiyani differensiallash qoidasiga asosan

$$\frac{\partial u}{\partial x_i}=-\frac{\dfrac{\partial v}{\partial x_i}}{\dfrac{\partial v}{\partial u}},\ i=1,2,\cdots,n$$

tenglikka egamiz. Bu ifodalarni (9) tenglamaga qo'yib hamda u ni ham hozircha erkli o'zgaruvchi sifatida qarab, $v(x_1,\cdots,x_n,u)$ funksiyaga nisbatan (9) ga teng kuchli bo'lgan

$$b_1(x_1,\cdots,x_n,u)v_{x_1}+\cdots+b_n(x_1,\cdots,x_n,u)v_{x_n}+f(x_1,\cdots,x_n,u)v_u,\ f\neq 0 \qquad (10)$$

1-tartibli xususiy hosilali chiziqli bir jinsli differensial tenglamaga kelamiz. Bu tipli tenglama va unga nisbatan qo'yilgan Koshi masalasini esa biz mavzuning oldingi qismida tanishdik. Shuning uchun (9) ning umumiy yechimini topishning qisqacha algoritmini keltirishimiz kifoya.

(9) umumiy yechimini topish uchun dastlab unga mos *xarakteristik tenglamalar sistemasi*ni tuzamiz:

$$\frac{dx_1}{b_1(x_1,\cdots,x_n,u)}=\frac{dx_2}{b_2(x_1,\cdots,x_n,u)}=\cdots=\frac{dx_n}{b_n(x_1,\cdots,x_n,u)}=\frac{du}{f(x_1,\cdots,x_n,u)},\ f\neq 0.$$

Faraz qilaylik bu n ta tenglamalar sistemalarining umumiy integrallari

$$\left.\begin{array}{l}\varphi_1(x_1,\cdots,x_n,u)=C_1\\ \varphi_2(x_1,\cdots,x_n,u)=C_2\\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\ \varphi_n(x_1,\cdots,x_n,u)=C_n\end{array}\right\}$$

bo'lsin. U holda (10) tenglamaning umumiy yechimi ixtiyoriy uzluksiz differensiallanuvchi F funksiya orqali

$$v=F(\varphi_1,\varphi_2,\cdots,\varphi_n)$$

formula bilan beriladi. U holda (9) tenglamaning umumiy yechimi

$$F(\varphi_1(x_1,\cdots,x_n,u),\varphi_2(x_1,\cdots,x_n,u),\cdots,\varphi_n(x_1,\cdots,x_n,u))=0$$

oshkormas ko'rinishda beriladi.

Topilgan bu yechimdan foydalanib, (9) tenglamaga qo'yilgan Koshi masalasining, ya'ni (9) ning biror shartni qanoatlantiruvchi yechimini ham topishimiz mumkin.

1-Misol. $(x-2)u_x+(y-1)u_y+(z+3)u_z=u+4$ xususiy hosilali differensial tenglamaning umumiy yechimini toping.

Yechish. Berilgan tenglama uch o'zgaruvchili $u(x,y,z)$ funksiyaga nisbatan bibrinchi tartibli bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamadir. Uning umumiy yechimini topish maqsadida dastlab bu tenglamaga mos xarakteristik tenglamani tuzamiz:

$$\frac{dx}{x-2}=\frac{dy}{y-1}=\frac{dz}{z+3}=\frac{du}{u+4}.$$

Ushbu 3 ta diferensial tenglamalardan iborat sistemani

$$\left.\begin{aligned}\frac{dx}{x-2}=\frac{du}{u+4}\\ \frac{dy}{y-1}=\frac{du}{u+4}\\ \frac{dz}{z+3}=\frac{du}{u+4}\end{aligned}\right\}$$

ko'rinishda yozib, integrallarini topamiz:

$$\left.\begin{aligned}\frac{x-2}{u+4}=C_1\\ \frac{y-1}{u+4}=C_2\\ \frac{z+3}{u+4}=C_3\end{aligned}\right\}. \qquad (11)$$

Yuqorida ta'kidlaganimizga asosan berilgan tenglamaning umumiy yechimi (umumiy integrali) oshkormas ko'rinishda

$$F\left(\frac{x-2}{u+4},\frac{y-1}{u+4},\frac{z+3}{u+4}\right)=0$$

formula bilan beriladi. Bunda ixtiyoriy uzluksiz differensiallanuvchi F funksiya.

2-Misol. $(x-2)u_x+(y-1)u_y+(z+3)u_z=u+4$ xususiy hosilali differensial tenglamaning $u(x,y,0)=f(x,y)$ shartni qanoatlantiruvchi yechimini toping. f -berilgan uzluksiz differensiallanuvchi funksiya.

Yechish. Bu biz 1-misolda qaragan tenglamaga qo'shimcha $u(x,y,0)=f(x,y)$ shart qo'yilgan Koshi masalasidan iborat. Uning umumiy yechimi (umumiy integrali) 1-misolda topilgani kabi

$$F\left(\frac{x-2}{u+4},\frac{y-1}{u+4},\frac{z+3}{u+4}\right)=0$$

oshkormas ko'rinishda topiladi.

Endi qo'yilgan Koshi masalasining yechimini topish uchun ixtiyoriy uzluksiz differensiallanuvchi F funksiyani shunfay tanlaymizki,

$$u(x,y,0)=f(x,y) \text{ yoki } u(x,y,0)-f(x,y)=0$$

qo'shimcha shartni

$$F\left(\frac{x-2}{u(x,y,0)+4},\frac{y-1}{u(x,y,0)+4},\frac{3}{u(x,y,0)+4}\right)=u(x,y,0)-f(x,y) \qquad (12)$$

ko'rinishda yozamiz. 5-misolda topilgan (11) xarakteristikalarda $z=0$ deb, yangi belgilashlar kiritamiz:

$$\left.\begin{aligned}\frac{x-2}{u+4}=w_1\\ \frac{y-1}{u+4}=w_2\\ \frac{3}{u+4}=w_3\end{aligned}\right\}$$

Bu sistemani x,y,u ga nisbatan yechamiz:

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{3w_1 + 2w_3}{w_3} \\ y &= \frac{3w_2 + w_3}{w_3} \\ u &= \frac{3 - 4w_3}{w_3} \end{aligned}\right\}.$$

Topilgan bu ifodalarni (12) ga qo'yib, quyidagi ifodani hosil qilamiz

$$F(w_1, w_2, w_3) = \frac{3 - 4w_3}{w_3} - f\left(\frac{3w_1 + 2w_3}{w_3}, \frac{3w_2 + w_3}{w_3}\right).$$

Masala yechimi $F\left(\frac{x-2}{u+4}, \frac{y-1}{u+4}, \frac{z+3}{u+4}\right) = 0$ bo'lganligi uchun yuqorigagi tenglikka asosan qo'yilgan Koshi masalasining yechimi oshkormas shaklda

$$\frac{3 - 4\cdot\frac{z+3}{u+4}}{\frac{z+3}{u+4}} - f\left(\frac{3\cdot\frac{x-2}{u+4} + 2\cdot\frac{z+3}{u+4}}{\frac{z+3}{u+4}}, \frac{3\cdot\frac{y-1}{u+4} + \frac{z+3}{u+4}}{\frac{z+3}{u+4}}\right) = 0$$

formula bilan beriladi. Bu ifodalarda soddalshtirishlarni bajarsak quyidagi tenlikni olamiz

$$\frac{3u - 4z}{z+3} = f\left(\frac{3x + 2z}{z+3}, \frac{3y + z}{z+3}\right).$$

Bu tenglikni u ga nisbatan yechib, Koshi masalasining

$$u(x, y, z) = \frac{z+3}{3} f\left(\frac{3x + 2z}{z+3}, \frac{3y + z}{z+3}\right) + \frac{4z}{3}$$

oshkor ko'rinishdagi yechimiga ega bo'lamiz.

Demak 1-tartibli xususiy hosilali kvazichiziqli differensial tenglamaning umumiy yechimini topish masalasi bir jinsli differensial tenglamani yechish masalasiga keltirilar va xarakteristikalar usulida umumiy yechimni topish mumkin ekan. Koshi maslasi yechimi esa Koshi masalasidagi qo'shimcha shart xarakteristikalarda tekshirilib, yangi o'zgaruvchi kiritish yordamida topilar ekan.

Eslatma. Ba'zan 1-tartibli xususiy hosilali differensial tenglamaning umumiy yechimini topishda xarakteristik tenglamalar sistemasi integrallarini topish jarayonida

$$\frac{dx_1}{b_1(x_1, \cdots, x_n)} = \frac{dx_2}{b_2(x_1, \cdots, x_n)} = \cdots = \frac{dx_n}{b_n(x_1, \cdots, x_n)} = k$$

ekanligidan

$$\frac{a_1 dx_1 + a_2 dx_2 + \cdots + a_m dx_m}{a_1 b_1 + ab + \cdots + a_m b_m} = k$$

tenglikning ham o'rinli ekanligidan foydalanish mumkin. Bunda $a_i = a_i(x_1, x_2, \cdots, x_n),\ i = 1,2,\cdots,m;\ m \in N$ biror funksiyalar.

38.3-ilova

Insert texnikasini qo'llagan holda ish yuritish qoidalari

1. Matnni o'qing.
2. Matn qatorlariga qalam bilan beligilar qo'yib, olingan ma'lumotni tizimlashtiring:

V - ... haqida mavjud bo‘lgan bilimlar (ma’lumotlar) mos keladi
- (minus) - ... haqidagi mavjud bilimlarga e’tiroz bildiradi.
+ (plyus) - yangi ma’lumotlar hisoblanadi.
? - tushunarsiz / aniqlik / qo‘shimcha ma’lumot talab qiladi

B/Bx/Bo texnikasini qo‘llagan holda ish yuritish qoidalari

1. “Insert” texnikasidan foydalanib matnni o‘qing.
2. Olingan ma’lumotlarni tizimlashtiring – matnga qo‘yilgan belgilar asosida tablitsa qatorlarini to‘ldirib chiqing.

B/Bx/Bo (Bilaman / Bilishni xoxlayman / Bilib oldim)

№	Mavzu Savollari	Bilaman (Q)	Bilishni xoxlayman (?)	Bilib oldim
1	Birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamani umumiy ko’rinishini yozing?			
2	Mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting?			
3	Koshi-Kovalevskaya teoremasini ayting?			
4	Koshi masalasining geometrik ma’nosini ayting?			
5	1-tartibli xususiy hosilali bir jinsli bo’lmagan differensial tenglamaning xarakteristik tenglamasi va xarakteristik chiziqlari deb nimaga aytiladi?			
6	1-tartibli xususiy hosilali bir jinsli bo’lmagan differensial tenglamaning xarakteristik xarakteristik chiziqlari va umumiy yechimi orasidagi bog’lanishni ayting va izohlang.			

38.4-ilova

Kichik guruhlarda ishlash qoidasi

1. Talabalar ishni bajarish uchun zarur bilim va malakalarga ega bo‘lmog‘i lozim.
2. Guruhlarga aniq topshiriqlar berilmog‘i lozim.
3. Kichik guruh oldiga qo‘yilgan topshiriqni bajarish uchun yetarli vaqt ajratiladi.
4.Guruhlardagi fikrlar chegaralanmaganligi va tazyiqqa uchra-masligi haqida ogohlantirilishi zarur.
5. Guruh ish natijalarini qanday taqdim etishini aniq bilishlari, o‘qituvchi ularga yo‘riqnoma berishi lozim.
6. Nima bo‘lganda ham muloqotda bo‘ling, o‘z fikringizni erkin namoyon eting.

38.5-ilova

"Mavjudlik va yagonalik teoremasi. Xarakteristika usuli. Koshi –Kovalevskaya teoremasi. Koshi maslasining geometrik talqiniTalabalar bilimini oraliq baholash bo’yicha reyting ballarini jamlash haftasi" mavzusi bo‘yicha mustaqil ish uchun savollar

1. Birinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglamani umumiy ko’rinishini yozing?
2. Mavjudlik va yagonalik teoremasini ayting?

3. Koshi-Kovalevskaya teoremasini ayting?
4. Koshi masalasining geometrik ma'nosini ayting?
5. 1-tartibli xususiy hosilali bir jinsli differensial tenglama uchun Koshi masalasini yechish bilan bir jinsli bo'lmagan differensial tenglamaga qo'yilgan Koshi masalasini yechish usulidagi o'xshashlik va farqlarni ayting.
6. 1-tartibli xususiy hosilali bir jinsli bo'lmagan differensial tenglama uchun Koshi masalasini yechishning algoritmini ayting.
7. 1-tartibli xususiy hosilali bir jinsli yoki bir jinsli bo'lmagan chiziqli differensial tenglamalar uchun Koshi masalasi yechimi cheksiz ko'p bo'lishi mumkinmi?

Tavsiya etilgan adabiyotlar

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

361. Morris Tenebout, Harry Pollard. Ordinary Differential Equations. Birkhhauzer. Germany, 2010.
362. Robinson J.C. An Introduction to Ordinary Differential Equations. Cambridge University Press 2013.
363. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.М. КомКнига/ URSS 2006.-472с.
364. Эльсгольц Л.Е. Дифференциальные уравнения ивариационноеисчиление.М. КомКнига/ URSS 2006.-312с
365. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979 (5-е издание).

Қўшимча адабиётлар

366. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимига киришиш тантанали маросимига бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ, Тошкент, 2016. 56-б.
367. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий якунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг кенгайтирилганмажлисидаги маъруза,2017 йил 14 январъ – Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 104-б.
368. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь- Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 48-б.
369. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси,вилоятлар ва Тошкент шахри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган.-Тошкент, Ўзбекистон, 2017. 488-б.
370. Салохитдинов М.С., Насритдинов Г.Н. Оддий дифференциал тенгламалар. Тошкент, " Ўзбекистон", 1994.
371. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1991. 314 с.
372. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1984.
373. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука, 1987.
374. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука.1980.
375. Самойленко А.М. и др. дифференциальные уравнения. М., 1989. 384 с.
376. Амелькин В.В. Дифференциальное уравнение в приложениях. М.: Наука. 1987.
377. Қаландаров А.Д., Меражова Ш.Б. Дифференциал тенгламалардан масалалар тўплами. Бухоро. "Дурдона", 2013

Интернет сайтлари

378. www.lib.homelinex.org/math

379. www.eknigu.com/lib/Mathematics/
380. www.eknigu.com/info/M_Mathematics/MC