ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

BO‘LG‘USI MUHANDISLARGA OPERATSION HISOB TATBIQLARINI MATLAB DASTURI ASOSIDA O‘QITISH METODIKASI

Qushmurotov U.I.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Oliy matematika va AT” kafedrasi v.b.,dotsent (PhD)
E-mail: umurbekqushmurotov11@gmail.com

Annotatsiya. bo‘lajak muhandislarga o‘zgarmas koeffitsiyentli chiziqli differensial tenglamalar sistemasini operatsion hisob usuli hamda MATLAB dasturi yordamida o‘qitish metodikasi yoritilgan. Maqolada ikki konturli RL elektr zanjiri misolida matematik modelni tuzish va uni dasturiy vositalar orqali vizuallashtirish jarayonlari bosqichma-bosqich ko‘rsatilgan. Natijada, ushbu metodik yondashuv talabalarning kasbiy-yo‘naltirilgan matematik kompetensiyasini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslangan.

Kalit so‘zlar: differensial tenglama, operatsion hisob, Laplas almashtirishi, MATLAB, RL zanjiri, matematik kompetentlik.

Аннотация. описана методика обучения будущих инженеров системе линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами с помощью метода операционного расчета и программы MATLAB. В статье на примере двухконтурной электрической цепи РЛ пошагово показаны процессы построения математической модели и её визуализации с помощью программных средств. В результате обосновано, что данный методический подход служит развитию профессионально-ориентированной математической компетенции студентов**.**

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, операционное исчисление, преобразование Лапласа, MATLAB, RL-цепь, математическая компетентность.

Abstract. The methodology for teaching future engineers a system of linear differential equations with constant coefficients using the operational calculation method and the MATLAB program is described. The article demonstrates step-by-step processes for constructing a mathematical model and visualizing it using software tools, using the example of a dual-circuit electrical circuit. As a result, it has been substantiated that this methodological approach serves to develop students' professionally oriented mathematical competence**.**

Keywords: differential equation, operational calculus, Laplace transform, MATLAB, RL circuit, mathematical competence

KIRISH.

Zamonaviy texnika va texnologiyalarning jadal rivojlanishi bo‘lajak muhandislardan nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy muammolarni matematik

ISSN 3030-3907

tildagi modellar orqali ifodalash va ularni samarali usullar bilan yechish ko‘nikmasini talab etadi [1]. Xususan, elektr zanjirlari, tebranishlar nazariyasi va avtomatik boshqaruv tizimlarida uchraydigan jarayonlar asosan differensial tenglamalar sistemasi orqali ifodalanadi [3]. Operatsion hisob usuli (Laplas almashtirishi) esa ushbu murakkab differensial tenglamalarni algebraik shaklga keltirish orqali yechish vaqtini tejash va xatolik ehtimolini kamaytiradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI,

Texnika oliy ta’lim muassasalarida matematikani o‘qitish maqsadlaridan biri matematikaning tatbiqiy salohiyatini talabalarga o‘rgatishdan iborat. Bu maqsadni amalga oshirishning samarali usullaridan biri matematikaning turdosh fanlar, umumkasbiy va ixtisoslik fanlari bilan o‘zaro aloqadorlikda o‘qitish ekanligi tadqiqotchilar tomonidan tasdiqlangan [2,4].

Talaba biror matematik tushunchani boshqa fan masalasini yechishga kirishishdan oldin uni yechishda qo‘llaniladigan metodni, shu metod doirasidagi asosiy masalalarni yechish harakatlarining mo‘ljalli asosini o‘zlashtirishi maqsadga muvofiq. Masalan,

$$\left.\begin{array}{l} x_1'(t)+\sum_{k=1}^{n} a_{1k}x_k(t)=f_1(t) \\ x_2'(t)+\sum_{k=1}^{n} a_{2k}x_k(t)=f_2(t) \\ \dots \\ x_n'(t)+\sum_{k=1}^{n} a_{nk}x_k(t)=f_n(t) \end{array}\right\}, x_k(0)=x_{k_0}, \quad (k=\overline{1,n})$$

O‘zgarmas koeffitsiyentli chiziqli differensial tenglamalar sistemasini operatsion hisob usuli bilan yechish harakatlarining mo‘ljalli asosi quyidagicha:

1) Laplas almashtirishi qo‘llanilgandan keyin izlanayotgan funksiyalarning tasvirlariga nisbatan chiziqli algebraik operator tenglamalar sistemasi hosil qilish

$$L\{f_k\}=F_k(p), \qquad L\{x_k(t)\}=X_k(p);$$

2) [6] avval operator tenglamalar sistemasini yechish

$$\left.\begin{array}{l} pX_1(p)+\sum_{k=1}^{n} a_{1k}X_k(p)=F_1(p)+x_{10} \\ pX_2(p)+\sum_{k=1}^{n} a_{2k}X_k(p)=F_2(p)+x_{20} \\ \dots \\ pX_n(p)+\sum_{k=1}^{n} a_{nk}X_k(p)=F_n(p)+x_{n0} \end{array}\right\};$$

3.tasvirlardan originallarga o‘tib, differensial tenglamalar sistemasining izlanayotgan yechimi topish.

Endi oliy matematika amaliy mashg‘ulotlarida o‘zgarmas koeffitsientli chiziqli differensial tenglamalar sistemasini operatsion hisob va Kramer usuli yordamida yechishga doir amaliy masala va uning dasturiy ta’minoti, grafik namunasini keltiramiz.

Masala [6]. Ikki konturli RL zanjir uchun quyidagi sistema berilgan:

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} \frac{di_1}{dt} + 2i_1 - i_2 = 5 \\ \frac{di_2}{dt} + i_2 - i_1 = 3 \end{cases}$$

Boshlang‘ich shartlar:

$$i_1(0) = 0, i_2(0) = 0$$

toping: $i_1(t), i_2(t)$.

Laplas almashtirish

$$L\{i_1(t)\} = I_1(p), \;\; L\{i_2(t)\} = I_2(p)$$

$$\begin{cases} pI_1(p) - 0 + 2I_1(p) - I_2(p) = \frac{5}{p} \\ pI_2(p) - 0 + I_2(p) - I_1(p) = \frac{3}{p} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (p+2)I_1 - I_2 = \frac{5}{p} \\ -I_1 + (p+1)I_2 = \frac{3}{p} \end{cases}$$

$$\Delta = (p+2)(p+1) - 1 = p^2 + 3p + 1$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} \frac{5}{p} & -1 \\ \frac{3}{p} & p+1 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{\frac{5}{p}(p+1) + \frac{3}{p}}{p^2+3p+1} = \frac{5(p+1)+3}{p(p^2+3p+1)} = \frac{5p+8}{p(p^2+3p+1)}$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} p+2 & \frac{5}{p} \\ -1 & \frac{3}{p} \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{\frac{3(p+2)+5}{p}}{p^2+3p+1} = \frac{3p+11}{p(p^2+3p+1)}$$

Teskari Laplas.

Kvadrat ildizlarga ajratamiz: $p^2 + 3p + 1 = 0 \; p = \frac{-3 \pm \sqrt{5}}{2}$

$$I_1 = \frac{5p+8}{p(p^2+3p+1)}$$

$$I_2 = \frac{3p+11}{p(p^2+3p+1)}$$

$$p^2 + 3p + 1 = 0 \; p_{1,2} = \frac{-3 \pm \sqrt{5}}{2}.$$

Quyidagicha belgilanadi: $\lambda_1 = \frac{-3+\sqrt{5}}{2}$, $\lambda_2 = \frac{-3-\sqrt{5}}{2}$.

$I_1(p)$ ni oddiy kasrga ajratamiz

ISSN 3030-3907

$$I_1(p) = \frac{5p+8}{p(p-\lambda_1)(p-\lambda_2)}$$

$$I_1(p) = \frac{A}{p} + \frac{B}{p-\lambda_1} + \frac{C}{p-\lambda_2}$$

Natijada

$$I_1(p) = \frac{8}{p} - \left(4 + \frac{7\sqrt{5}}{5}\right)\frac{1}{p-\lambda_1} - (4 - \frac{7\sqrt{5}}{5})\frac{1}{p-\lambda_2}$$

Teskari Laplas $L^{-1}\left(\frac{1}{p}\right) = 1,\ \ L^{-1}\left(\frac{1}{p-a}\right) = e^{at}$

Shundan $i_1(t) = 8 - \left(4 + \frac{7\sqrt{5}}{5}\right)e^{\lambda_1 t} - \left(4 - \frac{7\sqrt{5}}{5}\right)e^{\lambda_2 t}$

$I_2(p)$ uchun

$I_2(p) = \frac{3p+1}{p(p^2+3p+1)}$

Ajratamiz

$$I_2(p) = \frac{11}{p} - \left(\frac{11}{2} + \frac{13\sqrt{5}}{10}\right)\frac{1}{p-\lambda_1} - \left(\frac{11}{2} - \frac{13\sqrt{5}}{10}\right)\frac{1}{p-\lambda_2}$$

Teskari Laplas

$$i_2(t) = 11 - \left(\frac{11}{2} + \frac{13\sqrt{5}}{10}\right)e^{\lambda_1 t} - \left(\frac{11}{2} - \frac{13\sqrt{5}}{10}\right)e^{\lambda_2 t}$$

Natija: $i_1(t) = 8 - \left(4 + \frac{7\sqrt{5}}{5}\right)e^{\lambda_1 t} - \left(4 - \frac{7\sqrt{5}}{5}\right)e^{\lambda_2 t}$

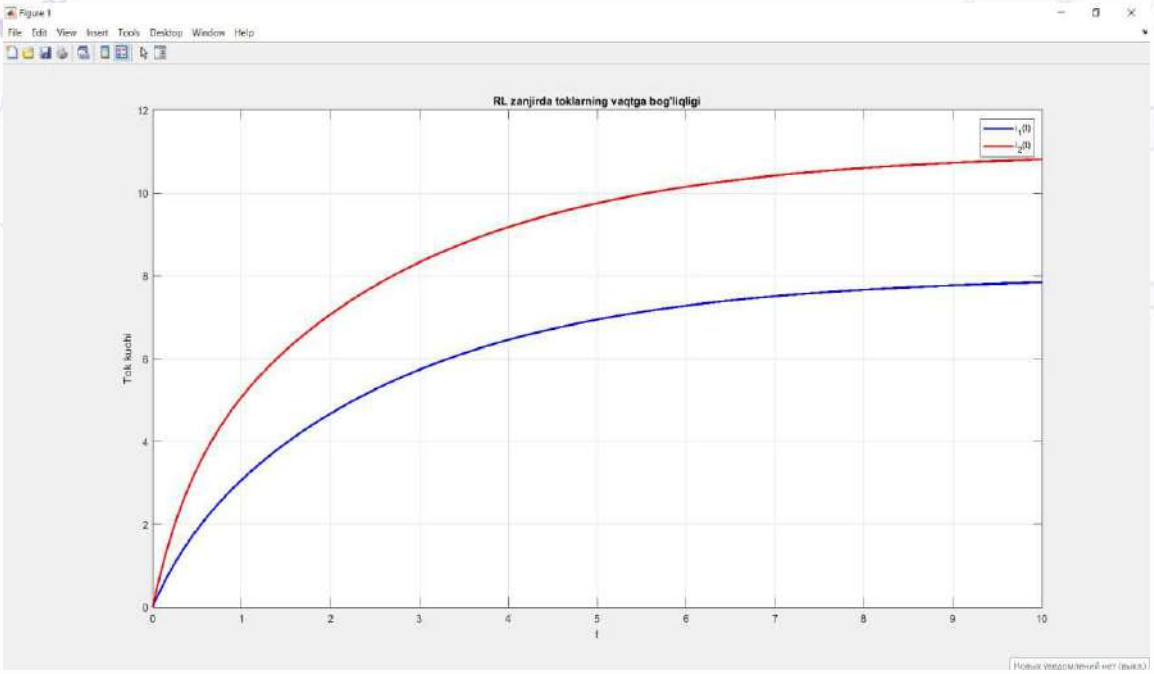
$$i_2(t) = 11 - \left(\frac{11}{2} + \frac{13\sqrt{5}}{10}\right)e^{\lambda_1 t} - \left(\frac{11}{2} - \frac{13\sqrt{5}}{10}\right)e^{\lambda_2 t}$$

Masaladagi o‘zgarmas koeffitsiyentli chiziqli differensial tenglamalar sistemasining yechimini operatsion hisob usuli asosida matematik dasturiy paketlar, xususan MATLAB dasturi yordamida aniqlash va uning grafigini tasvirlash mumkin:

```
clc
clear
close all
t=0:0.01:10;
i1 = 8 -(4+7*sqrt(5)/5).*exp(((-3+sqrt(5))/2).*t) ...
      -(4-7*sqrt(5)/5).*exp(((-3-sqrt(5))/2).*t);
i2 = 11 -(11/2+13*sqrt(5)/10).*exp(((-3+sqrt(5))/2).*t) ...
       -(11/2-13*sqrt(5)/10).*exp(((-3-sqrt(5))/2).*t);
plot(t,i1,'b','LineWidth',2)
hold on
plot(t,i2,'r','LineWidth',2)
```


ISSN 3030-3907

```
grid on
xlabel('t')
ylabel('Tok kuchi')
title('RL zanjirda toklarning vaqtga bog‘'liqligi')
legend('i_1(t)','i_2(t)')
```



1-rasm

Grafik tahlili shuni ko‘rsatadiki, RL zanjirda toklarning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi eksponensial xarakterga ega bo‘lib, o‘tkinchi jarayon tez so‘nadi va tizim barqaror holatga keladi. Xarakteristik tenglama ildizlarining manfiy bo‘lishi toklarning tebranishsiz tarzda stasionar qiymatga yaqinlashishini ta’minlaydi, bu esa zanjirning barqaror ishlash rejimini ifodalaydi.

Olingan natijalar differensial tenglamalar sistemasiga asoslangan matematik modelni tuzish hamda uni operatsion hisob va Kramer usuli yordamida yechish orqali hosil qilingan bo‘lib, ular nazariy yechimlarning amaliy mazmunini ochib beradi.

Shu bois, talabalarni matematik modellashtirish jarayoniga tizimli jalb etish va olingan natijalarni tahlil qilish ko‘nikmalarini shakllantirish oliy matematikani kasbga yo‘naltirib o‘qitish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi**.**

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Tadqiqot doirasida ko‘rib chiqilgan o‘zgarmas koeffitsiyentli chiziqli differensial tenglamalar sistemasini operatsion hisob usuli yordamida yechish jarayoni talabalarda matematik modellarni kasbiy masalalarga tatbiq etish ko‘nikmasini shakllantirishga xizmat qiladi. Quyida elektr zanjiri misolida olingan natijalar tahlili keltirilgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

ISSN 3030-3907

Ko‘rib chiqilgan usul bo‘lajak muhandislarning matematik kompetensiyasini shakllantirishda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. Operatsion hisob usuli murakkab tizimlarni modellashtirishda nafaqat hisoblash apparati, balki muhandislik fikrlashni rivojlantiruvchi metodik yondashuvdir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Erwin Kreyszig. Advanced Engineering Mathematics. 10th edition. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2011.
2. Евграфова И.В. Межпредметные связи курсов физики и высшей математики в технических вузах Дис. канд. пед. наук: 13.00.02 Санкт-Петербург, 2010.-160 с.
3. Katsuhiko Ogata. Modern Control Engineering. 5th edition. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall, 2010.
4. Кириченко О.Е. Межпредметные связи курса математики смежных дисциплин в техническом вузе связи как средство профессиональной подготовки студентов Дис.канд. пед. наук: 13. 00.02 - Орел, 2003.-170 с.
5. Qushmurotov U.I. “Chiziqli tenglamalar sistemasining tadbiqlarini bo‘lg‘usi muhandislarga o‘qitish haqida” Matematikani iqtisodiy-texnik masalalarga tadbiqlari va o‘qitish muammolari mavzusidagi respublika ilmiy amaliy anjumani materiallari to‘plami. 268-271 betlar. Andijon mashinasozlik instituti «Oliy matematika» kafedrasi Andijon. 2021yil 8 aprel.
6. Piskunov N.S. Differensialnoye i integralnoye ischisleniya. Dlya VTUZov, Tom 2., M.:1985.-560 s

ISSN 3030-3907