

TADQIQOT OB'EKTLARIDA VUJUDGA KELGAN MUAMMOLARNI OPTIMAL HAL QILISHDA MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Mamadiyar Sherqo'ziyev

Toshkent davlat agrar universiteti

Axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasida dotsenti, f.-m.f.n.

mamadiyar.sjerkuziyev@mail.ru

+998933919357

Sotvoldiyev Akmal Ibroximovich

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti

Oliy va amaliy matematika kafedrasida dotsenti, PhD

akmal.sotvoldiyev@mail.ru

+998909508517

Annotatsiya. Mazkur maqolada sanoat, agrar, transport va iqtisodiyotning turli tarmoqlarida yuzaga kelgan amaliy muammolarni hal etishda matematik modellash tirish usullaridan foydalanish imkoniyatlari yoritilgan. Xususan, optimallik kriteriyalari asosida chiziqli dasturlash masalalari shakllantirilib, grafik usulda ularning optimal yechimlari aniqlangan. Model qurish bosqichlari ketma-ket ko'rib chiqilib, real iqtisodiy vaziyatlarga moslab ikki turdagi amaliy masala orqali modellash tirishning samaradorligi ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: sanoat, agrar, transport, model, optimallik, kriteriya, logistika, taqsimot, optimallashtirish.

I. KIRISH

Sanoat, agrar, transport va iqtisodiyotning turli sohalarida vujudga kelgan muammoli masalalarning optimal yechimini aniqlash hozirgi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortishi, resurslar cheklanganligi, ishlab chiqarish samaradorligiga bo'lgan talabning oshishi mavjud resurslardan oqilona foydalanishni talab etmoqda. Bu esa, o'z navbatida, turli sohalaridagi murakkab tizimlarni ilmiy asosda tahlil qilish va samarali boshqarish mexanizmlarini ishlab chiqishni taqozo etadi.

Mazkur sohalariga doir masalalarni yechishda matematik modellash tirish asosiy rol o'ynaydi. Chunki matematik modellar real hayotdagi murakkab jarayonlarning soddalashtirilgan shakli bo'lib, ular orqali muammolarning ichki tuzilishini tahlil qilish, o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash va turli senariylarni oldindan prognoz qilish imkonini beradi. Ayniqsa, optimal qaror qabul qilish vazifalarida modellash tirish va optimallashtirish usullarining qo'llanilishi samarali natijalarga olib kelmoqda.

Optimal yechimlarni matematik modellash tirish yordamida aniqlash bo'yicha [1-10] va boshqa adabiyotlarda ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Bu tadqiqotlarda chiziqli, chiziqli bo'lmagan, dinamik, statistik va stoxastik modellash tirish yondashuvlari qo'llanilgan bo'lib, ular orqali amaliy masalalarning optimal yechimlari hisoblab chiqilgan. Jumladan, resurslarni taqsimlash, transport oqimlarini boshqarish, ishlab chiqarishni rejalashtirish va logistika tizimlarida optimal strategiyalar ishlab chiqilgan.

Biz yuqorida qayd etilgan sohalarida optimallashtirish matematik modellarni qurish va ular yordamida optimal yechimlarni topish yo'llarini misollar yordamida ko'rsatamiz. Ushbu maqolada sanoat ishlab chiqargan mahsulotni va unda foydani maksimal darajaga oshirish hamda chorvachilikda sifatli ozuqa qorishmasini tayyorlashda minimal xarajat kabi amaliy masalalar tadqiq qilindi.

Birinchi navbatda optimallashtirish matematik modelni qurish bosqichlari ustida to'xtalib o'tamiz. Optimallashtirish matematik model qurish bosqichlarida esa quyidagilarga e'tibor berish muhim vazifalardan hisoblanadi:

1. Muammoning aniq formulalanishi;
2. Muhim parametrlar va cheklovlarning aniqlanishi;
3. Maqsad funksiyasining ifodalanishi;
4. Modelning matematik ifodasi (tenglamalar, tengsizliklar sistemasi);
5. Modellarning yechish usullarini tanlash (analitik yoki hisoblash usullari);
6. Natijalarni tahlil qilish va talqin etish.

Shuningdek, modelga taalluqli empirik ma'lumotlar asosida baholash, kalibrlash va verifikatsiya ishlari ham olib boriladi. Bu esa modelning real hayotdagi holatlarga mos kelishini ta'minlaydi.

II. ADABIYOTLAR TAHLILI

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, matematik modellashtirish iqtisodiy jarayonlarni chuqur o'rganish va ular ustida tahliliy ishlov berishda keng qo'llaniladi. Xususan, N.Sh.Kremer va M.S.Kross tomonidan iqtisodchilar uchun matematika darsliklarida chiziqli va chiziqli bo'lmagan modellar asosida masalalarni hal qilish yondashuvlari bayon qilingan. M.Sherkuziyev va boshqalar mualliflikdagi xorijiy maqolalarda esa modellashtirishda geometrik va funksional yondashuvlar chuqur o'rganilgan. A.I.Sotvoldiyev tomonidan chop etilgan maqolalarda transport, taqsimot, logistik va ishlab chiqarish tizimidagi modellar orqali iqtisodiy masalalarning optimal yechimlarini izlashning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan.

III. ASOSIY QISM

Iqtisodiy va texnologik jarayonlarning samaradorligini oshirishda optimallashtirilgan matematik modellashtirish muhim o'rin egallaydi. Quyida ushbu modellashtirishni tashkil etuvchi asosiy bosqichlarni keltiramiz.

Optimallashtirish matematik model qurish bosqichlari:

1. Tadqiqot ob'ekti tanlash

Birinchi bosqichda tadqiqot ob'ekti aniqlanadi. Bu ob'ekt real hayotdagi muayyan tizim yoki jarayon bo'lishi mumkin. *Masalan*, yuk tashish tizimi, ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirish, agrar hududda ekin ekish joyini tanlash, ishlab chiqarish quvvatini samarali taqsimlash yoki sanoatni hududiy rivojlantirish kabi sohalar tadqiqot ob'ekti sifatida tanlanadi.

2. Tadqiqot maqsadini belgilash

Tadqiqot ob'ekti aniqlangach, ikkinchi bosqichda mazkur ob'ektni o'rganishdan ko'zlangan asosiy maqsad belgilanadi. Bu bosqichda tadqiqotning asosiy yo'nalishi va

kutilayotgan natijalar aniqlashtiriladi. *Masalan*, transport tizimini modellashtirishda maqsad transport xarajatlarini minimallashtirish bo'lishi mumkin.

3. Optimallashtirish kriteriyani tanlash

Uchinchi bosqichda optimallik mezonini aniqlanadi. Bu mezon optimallashtirilayotgan jarayonning samaradorlik darajasini belgilovchi asosiy ko'rsatkich hisoblanadi. Eng ko'p uchraydigan optimallik kriteriyalari quyidagilardan iborat: xarajatlarni minimallashtirish, foydani maksimal darajaga yetkazish, resurslardan samarali foydalanish va boshqalar. Kriteriyani tanlashda iqtisodiy, texnik va funksional omillar chuqur tahlil qilinib, ehtiyotkorlik bilan qaror qabul qilinishi lozim. Aks holda, tanlangan model tadqiqot maqsadiga to'liq javob bermasligi mumkin.

4. Cheklovlarni aniqlash

To'rtinchi bosqichda modelda ishtirok etuvchi asosiy cheklovlar aniqlanadi. Real hayotdagi masalalar odatda turli xil cheklovlar bilan bog'liq bo'ladi. Bu cheklovlar xomashyo zaxiralari, ishlab chiqarish quvvatlari, ishchi kuchi, jihozlar, moliyaviy resurslar kabi parametrlar bilan belgilanadi. Ayrinim cheklovlar masala shartlaridan kelib chiqsa, boshqalari yechim jarayonida yuzaga keladi. Ushbu cheklovlar matematik modelga tenglamalar ko'rinishida kiritiladi va ular orqali masalaning yechim sohasi belgilanadi.

Yuqorida keltirilgan bosqichlar asosida qurilgan matematik model yordamida masalaning optimal yechimlari aniqlanishi mumkin. Bunday yondashuv turli sohalarida, jumladan, iqtisodiyot, transport, sanoat va qishloq xo'jaligida qaror qabul qilish jarayonining ilmiy asosda olib borilishini ta'minlaydi.

1-masala. Resurslardan foydalanish masalasi. Korxona uch turdagi chegaralangan R_1 , R_2 , R_3 xomashyo resurslaridan foydalanib, ikki turdagi P_1 , P_2 mahsulotni tayyorlaydi. Boshlang'ich ma'lumotlar 1-jadvalda berilgan.

1-jadval

Xomashyo resurslari turi	Xomashyo resurslar zahirasi	Bir birlik mahsulotni tayyorlash uchun sarf qilinadigan xomashyo resurslar soni (shartli birlikda)	
		P_1	P_2
R_1	36	6	6
R_2	20	4	2
R_3	40	4	8
Bir birlik mahsulotni sotishdan kelgan daromad (so'mda)		12	15

Ishlab chiqarish strategiyasi shunday tarzda tuzilishi kerakki, ishlab chiqarilgan mahsulotlarni realizatsiya qilishdan keladigan umumiy daromad maksimal qiymatga erishsin.

Ushbu masalaga model qurishni noma'lumlarni belgilashdan boshlaymiz. Shartli ravishda x_1 – P_1 mahsulot soni, x_2 – P_2 mahsulotlar soni bo'lsin.

Tadqiqot ob'ekti – mavjud xomashyo resurslari cheklangan sharoitda mahsulot ishlab chiqarish jarayonini samarali rejalashtirishdan iborat. Bunda ishlab chiqarishda ishtirok etuvchi barcha resurslar, jumladan jihozlar, elektroenergiya, yoqilg'i, turli xil xomashyo turlari, ishchi kuchi va boshqa omillar asosiy hisoblangan cheklovlar sifatida qaraladi. Har bir resurs va mahsulot o'zining fizik-moddiy xususiyatlariga mos o'lchov birliklarida ifodalanadi. *Masalan*, tayyor mahsulot, xomashyo, yoqilg'i kabilar – dona, kilogramm (kg), metr (m), tonna (t), litr (l) kabi birliklarda, elektroenergiya esa – kilovatt-soat (kVt·soat)da o'lchanadi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi ishlab chiqarish rejasini shunday optimallashtirishki, natijada tayyor mahsulotni realizatsiya qilishdan olinadigan daromad maksimal bo'lsin. Bu maqsadga erishish uchun mavjud resurslardan samarali va ratsional tarzda foydalanish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va ishlab chiqarish hajmini bozor talabi bilan muvofiqlashtirish zarur.

Yuqorida qaralayotgan 1-masalada tadqiqot maqsadi – mahsulotni shunday ishlab chiqarish kerakki, undan kelgan daromad maksimal bo'lsin.

Masala kriteriyasi – P_1 mahsulotning bir birligini sotishdan kelgan daromad 12 so'm, bu mahsulot soni – x_1 . U holda barcha P_1 mahsulotni sotishdan kelgan daromad $12x_1$ so'm bo'ladi. Shu kabi, bir birlik P_2 mahsulotni sotishdan kelgan daromad 15 so'm, mahsulot soni esa x_2 bo'lsin. Shunday qilib, barcha P_2 mahsulotni sotishdan kelgan daromad $15x_2$ so'm bo'lar ekan. Tayyorlangan P_1 va P_2 mahsulotlarni sotishdan kelgan umumiy daromad maksimal bo'lishi kerak. Shuning uchun masala kriteriyasi

$$f = 12x_1 + 15x_2 \rightarrow \max \quad (1)$$

bo'ladi. Ya'ni noma'lum x_1 va x_2 ning shunday qiymatlarini topish kerakki, unda f funksiya maksimumga erishgan bo'lishi lozim.

Bizga xomashyo resurslari chegaralangan ekanligi ma'lum. P_1 va P_2 mahsulotlarni shunday ishlab chiqarish kerakki, ularga ketgan xomashyo resurslar zahirasidan ortib ketmasin. Demak, xomashyo zahiralarini e'tiborga olgan holda, ushbu tengsizliklar sistemasini hosil qilamiz:

$$\begin{cases} 6x_1 + 6x_2 \leq 36, \\ 4x_1 + 2x_2 \leq 20, \\ 4x_1 + 8x_2 \leq 40. \end{cases} \quad (2)$$

Mazkur (2) sistemadagi birinchi tengsizlikning ma'nosi shundan iboratki, P_1 va P_2 mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun ketgan R_1 xomashyo resurs miqdori 36 birlikdan ortib ketmasin. Shuningdek, ikkinchi va uchinchi tengsizliklarning ma'nosi P_1 va P_2 mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun ketgan xomashyo resurslari miqdori mos ravishda 20 va 40 birliklardan ortib ketmasligi kerak bo'ladi. Modelni tuzishda $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$ ekanligini inobatga olishimiz kerak.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda berilgan iqtisodiy masalaning yechimini topish bo'yicha quyidagi matematik modelni tuzish mumkin:

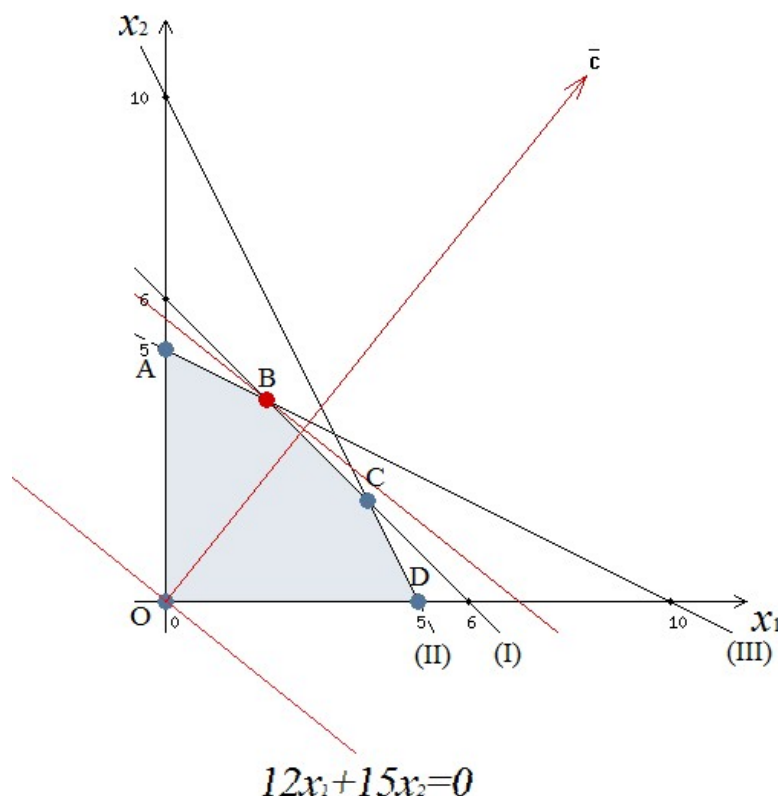
$$\begin{cases} 6x_1 + 6x_2 \leq 36, \\ 4x_1 + 2x_2 \leq 20, \\ 4x_1 + 8x_2 \leq 40, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

$$f = 12x_1 + 15x_2 \rightarrow \max.$$

Ushbu (3) ko'rinishidagi matematik modelda shunday x_1 va x_2 larni topishimiz kerakki, bunda P_1 va P_2 mahsulotlarni sotishdan kelgan umumiy daromad maksimal bo'lsin.

Bunda R_1 , R_2 , R_3 xomashyo resurslaridan effektiv foydalanish masalasi matematik modellashtirish masalasi bo'lib, uni turli usullar yordamida yechish mumkin.

Bu masalada noma'lumlar soni ikkita bo'lganligi uchun uni matematik modellashtirishning grafik usulidan foydalanib yechish maqsadga muvofiq bo'ladi.



1-chizma

1-chizmadan shuni ko'rish mumkinki, (3) sistemaning mumkin bo'lgan yechimlar sohasi $OABCD$ yopiq, chegaralangan ko'pburchakdan iborat bo'ladi. Bunda, f – maqsad funksiya maksimal qiymatga B nuqtada erishadi. Bu nuqta (I) va (III) to'g'ri chiziqlar kesishgan nuqtadir. Aniqlangan B nuqta **burchak nuqta** deyiladi. Shu kabu $OABCD$ yopiq, chegaralangan ko'pburchakning O , A , C , D nuqtalari

ham burchak nuqtalar bo'ladi. Endi savol tug'iladi, nima uchun B nuqtada f funksiya maksimum qiymatga erishadi? Javob: matematik modellashtirishning geometrik usuliga asosan, $f = 12x_1 + 15x_2$ maksimum qiymatga erishishi uchun $12x_1 + 15x_2 = 0$ to'g'ri chiziqni, uning $\vec{c}(12, 15)$ normal vektori yo'nalishi bo'yicha parallel ko'chirganda, yechimlar sohasining oxirgi B burchak nuqtasida uchrashadi (1-chizmaga qarang). $OABCD$ ko'pburchakning boshqa nuqtalarida $f = 12x_1 + 15x_2$ funksiyaning qiymati B nuqtadagi kabi maksimum qiymatga erishmasligini tekshirib ko'rish mumkin.

Ushbu B nuqtaning koordinatalari

$$\begin{cases} 6x_1 + 6x_2 = 36, \\ 4x_1 + 8x_2 = 40 \end{cases}$$

tenglamalar sistemasining yechimi bo'ladi. Bu sistemani yechib, $x_1 = 2$, $x_2 = 4$ va $f_{\max} = 12 \cdot 2 + 15 \cdot 4 = 84$ ni topamiz. Topilgan $f_{\max} = 84$ qiymat bo'yicha shunday xulosa qilamizki, P_1 mahsulotdan 2 birlik, P_2 mahsulotdan esa 4 birlik ishlab chiqarilsa, maksimal daromad 84 so'mni tashkil qilishini ko'rish mumkin.

Endi minimum xarajat bo'yicha masala qanday hal qilinishini ko'rib chiqamiz (grafik usulda).

2-masala. Chorva mollariga tayyorlanadigan ozuqa qorishmasi (diyet) to'g'risida masala. Chorva mollariga ikkita K_1 va K_2 yem ozuqasidan ozuqa qorishmasini tayyorlab berish kerak bo'lsin. Bitta mol uchun qorishmada V_1 – foydali (sifatli) ozuqa miqdori 12 birlikdan, V_2 – foydali (sifatli) ozuqa miqdori 6 birlikdan va V_3 – foydali (sifatli) ozuqa miqdori 9 birlikdan kam bo'lmasligi kerak. Boshlang'ich ma'lumotlar 2-jadvalda berilgan.

2-jadval

Foydali (sifatli) ozuqa turlari	Bir birlik qorishmada foydali xomashyo ozuqa miqdori (sonda)	
	K_1	K_2
V_1	3	2
V_2	1	2
V_3	3	1
Bir birlik foydali ozuqaning narxi (so'mda)	2	3

Mavjud foydali (sifatli) ozuqa turlaridan shunday qorishma tayyorlash kerakki, har bir molga tayyorlangan qorishma uchun sarf qilingan pul miqdori minimal bo'lsin.

Model qurish – K_1 ozuqadan x_1 sonda (shartli), K_2 ozuqadan x_2 sonda (shartli) ketsin deb faraz qilamiz.

Ob'ekt – xomashyodan qorishma tayyorlash bo'ladi (bu xomashyoda oqsil va boshqa vitaminlar bor).

Tadqiqot maqsadi – xomashyo turlaridan shunday sifatli qorishma tayyorlash kerakki, xomashyo turlari bo'yicha sarflangan xarajat (pul) minimal bo'lsin.

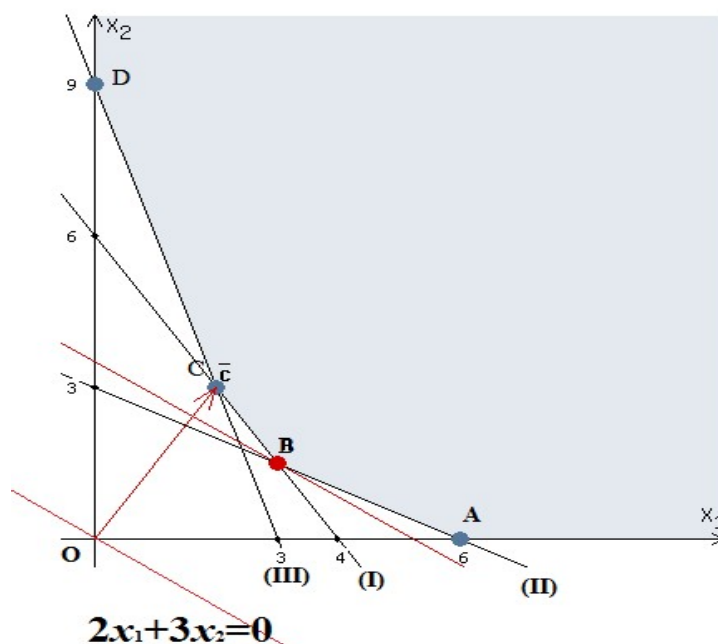
Masala kriteriyasi – minimal xarajat, ya'ni $f = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$ ni aniqlash.

Masala shartiga ko'ra, 1-masalaga o'xshash quyidagi matematik modelni quramiz:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 12, \\ x_1 + 2x_2 \geq 6, \\ 3x_1 + x_2 \geq 9, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases} \quad (4)$$

$$f = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min.$$

Masalada noma'lumlar soni 2 ta bo'lganligi sababli qurilgan modelni grafik usulda yechish oson kechadi.



2-chizma

2-chizmadan shuni ko'rish mumkinki, mumkin bo'lgan yechimlar sohasi $ABCD$ ochiq, chegaralanmagan ko'pburchakdan iborat bo'ladi. Bunda, f – maqsad funksiya minimum qiymatga B nuqtada erishadi. Bu nuqta (I) va (II) to'g'ri chiziqlar kesishgan nuqtadir. U nuqta

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 = 12, \\ x_1 + 2x_2 = 6 \end{cases}$$

tenglamalar sistemasining yechimidan iborat, ya'ni $x_1 = 3$, $x_2 = 1,5$. Demak, xarajat

$$f_{\min} = 2 \cdot 3 + 3 \cdot 1,5 = 10,5.$$

Shunday qilib, 1 ta mol uchun minimal xarajat $f_{\min} = 10,5$ so'm bo'ladi.

IV. XULOSA

Yuqoridagi tahlil va misollar asosida quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

1. Iqtisodiy masalalarni matematik modellashtirish ulardan kelib chiqadigan muammolarga aniq va samarali yechimlar topish imkonini beradi.
2. Chiziqli dasturlash usuli resurslar chegaralangan bo'lgan real vaziyatlarda optimal qarorlarni qabul qilish uchun qulay vositadir.
3. Grafik usul orqali modellashtirish modeldagi noma'lumlar soni kam bo'lgan hollarda yechimni intuitiv va vizual tarzda aniqlash imkonini beradi.
4. Tadqiqotda keltirilgan ikki amaliy masala – daromadni maksimal qilish va xarajatni minimal qilish – iqtisodiy modellashtirishning turli holatlardagi qo'llanilishini yaqqol ko'rsatadi.
5. Ilmiy adabiyotlarga tayanib, model qurish bosqichlari va optimallik kriteriyalarini to'g'ri tanlash optimal natijaga erishishda hal qiluvchi omil hisoblanadi.

V. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Кросс М.С. Математика для экономических специальностей. 4-изд. Учебник. –М.: – Дело. – 2003. – 510 с.
2. Кремер Н.Ш. Высшая математика для экономистов. Учебник. –М.: – ЮНИТИ-ДАНА. – 2010. – 479 с.
3. Olga Belova, Josef Mikeš, Mamadiar Sherkuziyev, Nasiba Sherkuziyeva. An analytical inflexibility of surfaces attached along a curve to a surface regarding a point and plane // Results in Mathematics. – 2021. – Vol. 76, – No. 56. – pp. 1-13.
4. Lenka Rýparová, Nadezda Guseva, Mamadiar Sherkuziyev, Nasiba Sherkuziyeva. On the rigidity and analytical rigidity of two-connected regular surfaces of revolution for a given direction of displacement of edge points // Filomat. – 2023. – Vol. 37, – No. 25. – pp. 8561-8567.
5. Xidirov N.G'., Sotvoldiyev A.I. Dinamik modellarni iqtisodiyotda qo'llanilishi // Science and education scientific journal. – 2022. – Vol. 3, – No. 3. – pp. 1-10.
6. Sotvoldiyev A.I., Ostonakulov D.I. Mathematical Models in Economics // Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development. Germany. – 2023. – Vol. 17, – pp. 115-119.
7. Sotvoldiyev A.I., Yuldashev S.A. Matematik modellashtirish va matematik model qurish metodlari // Pedagog respublika ilmiy jurnali. – 2023. – 5-son. 44-50 betlar.
8. Sotvoldiyev A.I. Mathematics of economic processes nature and methods of modeling // Science and education scientific journal. – 2023. – Vol. 4, – No. 3. – pp. 829-835.
9. Sotvoldiyev A.I., Kamoldinov S.M. Iqtisodiy masalalarni chiziqli dasturlash masalasiga keltirish va grafik usulda yechish // "PEDAGOGS" international research journal. – 2023. – Vol. 48, – Issue 2. – pp. 68-77.

10. Sotvoldiyev A.I., Kamoldinov S.M. Iqtisodiy masalalarni chiziqli dasturlash masalasiga keltirish va simpleks usulda yechish // Wire Insights: Journal of Innovation Insights. – 2023. – Vol. 1, – Issue 7. – pp. 14-21.
11. Sotvoldiyev A.I., Chorshanbiyev A. Iqtisodiy jarayonlarning modellari: nazariy yondashuvlar va asoslashlar // “TADQIQOTLAR” jahon ilmiy-metodik jurnali. – 2024. – Vol. 49, – Issue 1. – pp. 67-76.
12. Sotvoldiyev A.I. Transport masalasi va uning turli sohalardagi ahamiyati // “Innovations in Science and Technologies” ilmiy-elektron jurnali. – 2025. – Vol. 2, – No. 3. – pp. 489-496.