Azimov Qaxramon, Rahimov Boyhuroz Shermuhammadovich (Jizzax Politexnika instituti o‘qituvchilari; e-mail: qaxramonazimov6@.gmail.com)

SEZGIRLIKNI TAHLIL QILISHNING BIR USULI HAQIDA

Annotatsiya. *Quyida ko‘rib chiqilayotgan masalada resurslarning o‘zgarishi optimal yechimga ta’-sirini,shuningdek, ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning ulgurji narxlarining o‘zgarishi optimal yechimga qanday ta'sir qilish tahlili keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *model, maqsad funksiyasi. simplek usuli.optimal yechim.*

Азимов Кахраман, Рахимов Байхураз Шермухаммедович (преподаватели Джиззахского политехнического института; e-mail: qaxramonazimov6@.gmail.com)

(О МЕТОДЕ АНАЛИЗА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. *Ниже рассматривается влияние изменения ресурсов на оптимальное решение, а также анализ того, как изменения оптовых цен на производимые товары влияют на оптимальное решение.*

Ключевые слова: *модель, целевая функция, метод симплекс, оптимальное решение.*

Azimov Qahramon, Raximov Bayxoraz Shermuxammedovich (Teachers of Jizzakh Polytechnic Institute; e-mail: qahramonazimov6@.gmail.com)

A METHOD FOR SENSITIVITY ANALYSIS

Annotation. *Below is an analysis of how changes in resources affect the optimal solution, as well as an analysis of how changes in wholesale prices of produced goods influence the optimal solution.*

Keywords: *model, objective function, simplex method, optimal solution.*

Kirish. Agar chiziqli dasturlash masalasi simpleks usuli bilan hal qilingan bo‘lsa, u holda simpleks jadvalidan, optimal yechimning resurs zaxiralarining o‘zgarishi, maqsad funksiyaning koeffitsiyentlaridagi farqlar va resurslarni iste’mol qilish intensivligiga sezgirligi haqida ma’lumot olish mumkin. Bunday, ma’-lumotni olish qo‘shimcha hisob-kitoblarni talab qiladi [1;3-b.].

Quyidagi ishlab chiqarish maslasini ko‘rib chiqaylik. Birinchi zavod ikkita turdagi bo‘yoq ishlab chiqaradi, ular ichki va tashqi ishlar uchun ishlatiladi. Ikkala turdagi mahsulot ham ulgurji savdoga chiqariladi. Bo‘yoqlarni ishlab chiqarish uchun ikkita turdagi xomashyo A va B ishlatiladi. Ushbu xomashyolarning kunlik zaxiralari va tegishli bo‘yoqlarni ishlab chiqarish uchun bir tonna sarfi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Xomashyo turlari	Bir tonna bo‘yoq uchun xomashyo iste’moli (tonnada)		Kunlik xomashyo zaxiralari (tonnada)
	Tashqi bo‘yoqlar	Ichki bo‘yoqlar	
A	1	2	6
B	2	1	8

Savdo bozorini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, ichki ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqqa bo‘lgan kunlik talab hech qachon tashqi ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqqa bo‘lgan talabdan 1 tonnadan ko‘proq bo‘lmaydi. Shuningdek, ichki ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqqa bo‘lgan talab kuniga 2 tonnadan ortiq bo‘lmasligi aniqlandi. Tashqi ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqning ulgurji narxi bir tonnasi uchun 3 pul birligini tashkil qiladi, ichki ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqning narxi esa bir tonnasi uchun 2 pul birligiga teng. Zavod har bir turdagi bo‘yoqdan qanchadan ishlab chiqarish kerak, shunda mahsulotni sotishdan tushadigan daromad maksimal bo‘ladi.

x_1 tashqi ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqning kunlik ishlab chiqarish hajmi va x_2 ichki ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqning kunlik ishlab chiqarish hajmi (tonnada) bo‘lsin. Masalaning matematik modeli quyidagicha bo‘ladi:

$$z = 3x_1 + 2x_2 \to max, \begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 6, \\ 2x_1 + x_2 \le 8, \\ -x_1 + x_2 \le 1, \\ x_2 \le 2, \\ x_j \ge 0, j = \overline{1,2}. \end{cases}$$

Sistemani qo‘shimcha nomanfiy o‘zgaruvchilar, x_3, x_4, x_5 va x_6 kiritish orqali kanonik ko‘rinishda yozamiz:

$$z = 3x_1 + 2x_2 \to max, \begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 6, \\ 2x_1 + x_2 + x_4 = 8, \\ -x_1 + x_2 + x_5 = 1, \\ x_2 + x_6 = 2, \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,6}. \end{cases}$$

Boshlang‘ich bazaviy reja $x^1 = (0; 0; 6; 8; 1; 2)$ bo‘lib, boshlang‘ich simpleks jadvali quyidagicha bo‘ladi (2-jadval).

2-jadval

$c_{B\ \backslash c}$			3	2	0	0	0	0	
	$a_{B\ \backslash a}$	b	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	θ
0	a_3	6	1	2	1	0	0	0	6
0	a_4	8	2	1	0	1	0	0	4
0	a_5	1	–1	1	0	0	1	0	
0	a_6	2	0	1	0	0	0	1	
	Δ	0	–3	–2	0	0	0	0	$\theta = 4$

3-jadval

Simpleks usulining ikkinchi iteratsiyasini bajarish orqali jadval 3 ni hosil qilamiz.

$c_{B\ \backslash c}$			3	2	0	0	0	0	
	$a_{B\ \backslash a}$	b	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	θ
2	a_2	4/3	0	1	2/3	–1/3	0	0	
3	a_1	10/3	1	0	–1/3	2/3	0	0	
0	a_5	3	0	0	–1	1	1	0	
0	a_6	2/3	0	0	–2/3	1/3	0	1	
	Δ	$12\frac{2}{3}$	0	0	1/3	4/3	0	0	

$x^3 = \left(\frac{10}{3}; \frac{4}{3}; 0; 0; 3; \frac{2}{3}\right)$ reja optimal bo‘lib, maqsad funksiyaning maksimal qiymatni $z_3 = 12\frac{2}{3}$. Ya’ni, masalaning optimal yechimi, agar zavod $3\frac{1}{3}$ tonna tashqi ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoq va $1\frac{1}{3}$ tonna ichki ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoq ishlab chiqaradigan bo‘lsa, uning mahsulotni sotishdan oladigan daromadi maksimal bo‘lib, u kuniga $12\frac{2}{3}$ pul birligini tashkil etadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Endi modelni sezgirlik bo‘yicha tahlil qilamiz. Ko‘rib chiqilayotgan masalada optimal yechimga xomashyo zaxiralari va ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarga talabning o‘zgarishlari qanday ta’sir qilishini aniqlash muhumdir [4].

Tadqiqot doirasida sezgirlik tahlilining quyidagi vazifalarini ko‘rib chiqish mumkin.

1-sezgirlik tahlili vazifasi. Optimal yechim topilgandan so‘ng, resurslarning o‘zgarishi optimal yechimga qanday ta’sir qilishini aniqlash: a) ma’lum bir resursning zaxirasini qanday qilib oshirish mumkin, shunda olingan optimal maqsad funksiya qiymatini yaxshilash mumkin bo‘ladi; b) ma’lum bir resursning zaxirasini qanday qilib kamaytirish mumkin, shunda olingan optimal maqsad funksiya qiymati o‘zgarmaydi? Har bir resursning zaxirasi cheklovlarning o‘ng tomonlarida belgilanganligi sababli, bu turdagi tahlil, odatda, “cheklovlarning o‘ng tomoniga nisbatan modelning sezgirlik tahlili” deb ataladi.

Javob berishdan oldin, chiziqli modelning cheklovlarini bog‘lovchi (aktiv) va bog‘lamaydigan (passiv) cheklovlarga ajratish zarur. Agar ma’lum bir cheklov bog‘lovchi bo‘lsa, tegishli resursni kam resurslar toifasiga kiritish mumkin, chunki ular to‘liq ishlatiladi. Bog‘lamaydigan cheklovga mos keladigan resurs esa ortiqcha miqdorda mavjud bo‘lgan resurslar toifasiga kiritilishi kerak.

Bizning misolimizda bog‘lovchi cheklovlar quyidagilardir:

$x_1 + 2x_2 + x_3 = 6$, $2x_1 + x_2 + x_4 = 8$,

bu cheklovlar mahsulotni optimal miqdorda ishlab chiqarish uchun to‘liq sarflanadigan resurslarga tegishlidir. Bizda bunday resurslar xomashyo A va B hisoblanadi. $x_1 = \frac{10}{3}, x_1 = \frac{4}{3}$.

Bog‘lamaydigan cheklovlar quyidagi cheklovlardir:

$$-x_1 + x_2 + x_5 = 1, x_2 + x_6 = 2,$$

bu cheklovlar bozorning ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarga bo‘lgan talabiga mos keladi. 5-jadvada resurslar, qo‘shimcha o‘zgaruvchilar, resurslarga mos keluvchi qo‘shimchalar va resurslar holati haqida ma’lumotlar keltirilgan.

5-jadval

Resurs	Qo‘shimcha o‘zgaruvchi	Resurs holati
Xomashyo A	$x_3 = 0$	Kam
Xomashyo B	$x_4 = 0$	Kam
Ichki ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqning ishlab chiqarish hajmini tashqi ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoq ishlab chiqarish hajmi bilan solishtirganda, foydalanilmagan imkoniyatlar	$x_5 = 3$	Ortiqcha
Ichki ishlarga mo‘ljallangan bo‘yoqqa bo‘lgan talab	$x_6 = \frac{2}{3}$	Ortiqcha

Tahlil va natijalar. 1-kam resursning maksimal ruxsat etilgan oshishi, bu topilgan optimal yechimni yaxshilashga imkon beradi, 2-ortqacha resursning zaxirasini maksimal ruxsat etilgan darajada kamaytirish, bu avval topilgan optimal maqsad funksiya qiymatini o‘zgartirmaydi.

Cheklovlarning o‘ng tomonlariga nisbatan modelni sezgirlik tahlil qilganda, resurslarning qiymatlari (foydalilik)ni aniqlash mumkin. So‘nggi simpleks-jadvalining qiymatlaridan foydalanib, chiziqli dasturlash vazifasining maqsadli funksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$z = 12\frac{2}{3} - \left(\frac{1}{3}\cdot x_3 + \frac{4}{3}\cdot x_4\right).$$

Model cheklovlari o‘zgarganda, tegishli iqtisodiy baholar o‘zgaradi. Masalan, resurs zaxirasining maksimal o‘zgarishi, qaysi resursning zaxirasini birinchi bo‘lib oshirish kerakligi haqidagi savolni hal etish kerak.

Resurs zaxirasining o‘zgarishlari intervalini aniqlash uchun, 4-jadvalda bir qator qo‘shimcha hisob-kitoblar bajarish zarur. Aytaylik, ko‘rib chiqilayotgan vazifada xomashyo A ning zaxirasi δ_1 miqdorga o‘zgardi. Ma’lumki, $\delta_1$miqdorini kiritish faqatgina cheklovlarining o‘ng tomoniga (simpleks-jadvalining b ustuniga) ta’sir qiladi. Shunday qilib, resurs zaxirasining o‘zgarishi faqat yechimning mumkinligiga ta’sir qilishi mumkin.

Xomashyo A ning o‘zgarishiga mos keladigan simpleks jadvalining b ustunidagi elementlar quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$x_1 = \frac{10}{3} - \frac{1}{3}\delta_1, x_2 = \frac{4}{3} + \frac{2}{3}\delta_1, x_5 = 3 - \delta_1, x_6 = \frac{2}{3} - \frac{2}{3}\delta_1 .$$

Cheklovlar $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$, $x_5 \geq 0$ va $x_6 \geq 0$ yordamida $\delta_1$ning o‘zgarish intervalini aniqlaymiz, bu interval $[-2;\ 1]$ bo‘ladi. Bu degani, xomashyo A ning zaxirasining 2 tondan ko‘proq kamayishi yoki 1 tondan ko‘proq oshishi mumkin emasligiga olib keladi va yangi o‘zgaruvchilarga o‘tishga sabab bo‘ladi.

Ma’lumki, maqsadli funksiyaning koeffitsiyentlaridagi har qanday o‘zgarishlar faqatgina simpleks-jadvalining oxirgi satriga ta’sir qiladi. Bu degani, bunday o‘zgarishlar mavjud yechimni optimal bo‘lmasligiga olib kelishi mumkin. Bizning maqsadimiz, maqsadli funksiyaning koeffitsiyentlaridagi o‘zgarishlar qiymatlari intervalini topishdir, bu intervallarni o‘zgartirishda optimal o‘zgaruvchilarning qiymatlari o‘zgarmasligi kerak.

Biz daromadlilik koeffitsiyentining o‘zgarishi bilan bog‘liq hisob-kitoblarni amalga oshirishni ko‘rib chiqamiz. Ko‘rib chiqilayotgan misolda tashqi ishlarga mo‘ljallangan bir tonna bo‘yoqning ulgurji narxi 3 dan $3 + \varepsilon_1$gacha o‘zgaradi, bunda $\varepsilon_1$musbat yoki manfiy bo‘lishi mumkin. Bu holatda maqsadli funksiya quyidagicha ifodalanadi: $z = (3 + \varepsilon_1)x_1 + 2x_2$. Agar boshlang‘ich simpleks jadvalining ma’lumotlaridan foydalanib va yakuniy simpleks jadvalining ikkinchi va oxirgi satrlari (birinchi va oxirgi ustunlardan tashqari) quyidagicha bo‘ladi:

$a_B \setminus a$	b	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
Δ	$12\frac{2}{3} + \frac{10}{3}\varepsilon_1$	0	0	$\frac{1}{3} - \frac{1}{3}\varepsilon_1$	$\frac{4}{3} + \frac{2}{3}\varepsilon_1$	0	0

Optimal o‘zgaruvchilarning qiymatlari, Δ baholari vektorining barcha komponentalari nolga teng bo‘lgan shartni qanoatlantiradigan $\varepsilon_1$qiymatlarida o‘zgarmas qoladi. Demak, asosiy reja optima bo‘lishi uchun quyidagi tengsizliklar bajarilishi kerak:

$$\frac{1}{3}-\frac{1}{3}\varepsilon_1 \geq 0, \frac{4}{3}+\frac{2}{3}\varepsilon_1 \geq 0.$$

Bu yerda $-2 \leq \varepsilon_1 \leq 1$.

Xulosa. Shunday qilib, tashqi ishlarga mo‘ljallangan bir tonna bo‘yoqning ulgurji narxini kamaytirish (ya’ni, maqsadli funksiyaning koeffitsiyenti $x_1$uchun) $3 + (-2) = 1$ pul birligigacha yoki uni $3 + 1 = 4$ pul birligigacha oshirishda optimal o‘zgaruvchilarning qiymatlari o‘zgarmas qoladi. Ammo z maqsad funksiyasining qiymati quyidagi tenglikka asosan, o‘zgaradi: $z = 12\frac{2}{3}+\frac{10}{3}\varepsilon_1$.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

[1]. Ашманов, С.А. Линейное программирование [текст]. М., “Наука”, гл. ред. физ.мат. лит., 1981, 340 с.

[2]. Sh.A.Saipnazarov, M.T.Ortiqova. Moliyaviy matematika. “Fan va texnologiya” nashriyoti, 2017.

[3]. E.K.Ummer. Basic Mathematics for Economics, Business, and Finance. USA, 2012.

[4]. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций [текст]. Пер. с англ. 7-е изд., М., Вильямс, 2005, 912 с.

Axmedov Nasriddin Baxodirovich (Alfraganus universiteti katta o‘qituvchisi;nasriddinaxmedov@gmail.com)

ELASTIK TO‘LDIRUVCHILI SILINDRIK QOBIQLARNING XUSUSIY CHASTOTALARI

Annotatsiya. *Ishda variatsion tamoyil yordamida bo‘ylama mustahkamlangan yupqa silindrik qobiqning to‘ldiruvchi bilan dinamik o‘zaro ta’sirida o‘q bo‘ylab siqilganda va kontaktdagi ishqalanishni hisobga olgan holda tebranishlari o‘rganilgan. Qobiq va to‘ldiruvchi orasidagi kontaktdagi ishqalanishni hisobga olgan holda, xususiy tebranishlar chastotasining aylana yo‘nalishidagi to‘lqin hosil bo‘lishiga bog‘liqligi qurilgan.*

Kalit so‘zlar: *qobiq, tebranish, elastiklik moduli, deformatsiya, to‘la energiya, ishqalanish koeffitsiyenti.*

Ахмедов Насриддин Баходирович (старший преподаватель университета Алфраганус; nasriddinaxmedov@gmail.com)

СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК С УПРУГИМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Аннотация*. В работе с помощью вариационного принципа исследуются колебания тонкой продольно подкрепленной цилиндрической оболочки при динамическом взаимодействии с заполнителем, при осевом сжатии и с учетом трения в контакте. Построены зависимости частоты собственных колебаний от волнообразования в окружном направлении с учетом трения в контакте между оболочкой и заполнителем.*

Ключевые слова*: оболочка, колебание, модуль упругости, деформация, полная энергия, коэффициент трения.*

Akhmedov Nasreddin Bahodirovich (Senior Lecturer at Alfraganus University; nasriddinaxmedov@gmail.com)

NATURAL FREQUENCIES OF CYLINDRICAL SHELLS WITH ELASTIC FILLER

Annotation. *Using the variational principle, the vibrations of a thin longitudinally reinforced cylindrical shell under dynamic interaction with a filler, under axial compression, and taking into account friction in contact are investigated. The dependences of the natural oscillation frequency on wave formation in the circumferential direction are constructed, taking into account the friction in contact between the shell and the filler.*

Keywords: *shell, vibration, modulus of elasticity, deformation, total energy, coefficient of friction.*

Kirish. Mashinasozlikning turli sohalarida turli xil to‘ldiruvchilarga ega bo‘lgan silindrik qobiqlar keng qo‘llaniladi. Bu esa, o‘z navbatida, material va konstruksiyalarni ratsional konstruksiyalash va mustahkamlikka ishonchli hisoblash maqsadida ularning xususiyatlarini to‘laroq hisobga olishni taqozo etadi. Konstruksiyaning yuk ko‘tarish qobiliyatini yanada ishonchli tavsiflash uchun to‘ldiruvchi tomonidan tashqi ta’sir kuchlarini hisobga olish maqsadga muvofiqdir. Shunday ta’sirlardan biri uning elastik muhitga tegishidir. To‘ldirgich tomonidan bo‘ladigan tashqi ta’sir kuchlari, aslida, sirtqi kuchlar bo‘lib, qobiq bilan elastik to‘ldirgich orasidagi kontaktdan kelib chiqadi. Aloqa murakkab xususiyatga ega bo‘lib, turli omillarga