DINAMIK PROGRAMMALASHTIRISH MASALALARI

DAVLATOV JASURBEK
Toshkent iqtisodiyot va texnologiyalar universiteti
Iqtisodiyot kafedrasi katta o‘qituvchisi
E-mail: Jasurbek.davlatov2023@.mail.ru
ORCID: 0009000204787368
YO‘LDASHEV TEMURBEK
Toshkent iqtisodiyot va texnologiyalar universiteti
Iqtisodiyot kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: temurbek09711@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ko‘p bosqichli boshqaruv modellaridan biri – dinamik programmalashtirish yondashuvi vositasida ishlab chiqarish birlashmalarida moliyaviy resurslarni oqilona yo‘naltirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot doirasida cheklangan miqdordagi investitsiyalarni bir nechta xo‘jalik subyektlari o‘rtasida eng yuqori iqtisodiy samaradorlikka erishgan holda taqsimlash algoritmi R. Bellmanning optimallik prinsipi asosida ochib berilgan. Mualliflar tomonidan aniq raqamli ma’lumotlar va funksional tenglamalar asosida iterativ hisob-kitoblar amalga oshirilib, kapitalning optimal taqsimlash rejasi ishlab chiqilgan. Hisob-kitoblar natijasida 200 birlik mablag‘ning 120 birligini birinchi va 80 birligini to‘rtinchi korxonaga ajratishdan iborat optimal reja topilib, birlashmaning maksimal umumiy daromadi 95 birlikka teng ekani aniqlangan.
Kalit so‘zlar: Dinamik modellashtirish, resurslarni taqsimlash, investitsiya hajmi, samaradorlik funksiyasi, optimallashtirish, Bellman prinsipi.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы рационального распределения финансовых ресурсов производственных объединений на основе аппарата динамического программирования. Подробно алгоритмизирован процесс распределения ограниченного объёма инвестиций между хозяйствующими субъектами с целью достижения максимальной экономической эффективности на основе принципа оптимальности Р. Беллмана. С использованием функциональных уравнений и расчётных таблиц авторами сформирован оптимальный план инвестирования. В результате найден оптимальный план, согласно которому из 200 единиц средств 120 единиц направляются первому и 80 единиц – четвёртому предприятию, при этом максимальный совокупный доход объединения составляет 95 единиц.
Ключевые слова: Динамическое моделирование, распределение ресурсов, объем инвестиций, функция эффективности, оптимизация, принцип Беллмана.

Abstract. The paper investigates the rational allocation of financial resources within industrial associations using the dynamic programming framework. The study details an algorithm, based on R. Bellman’s principle of optimality, for distributing a limited volume of investment among business entities so as to achieve maximum economic efficiency. Using functional equations and computational tables, the authors develop an optimal investment allocation plan. The resulting optimal plan allocates 120 of the 200 units of capital to the first enterprise and 80 units to the fourth, yielding a maximum total income of 95 units for the association.
Keywords: Dynamic modeling, resource allocation, investment volume, efficiency function, optimization, Bellman's principle.

KIRISH

Bozor iqtisodiyoti sharoitida korxona va birlashmalarning moliyaviy resurslarini, jumladan, kapital mablag‘larini oqilona hamda samarali taqsimlash ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri

hisoblanadi. Cheklangan resurslar sharoitida eng yuqori foyda yoki daromad keltiradigan boshqaruv qarorlarini qabul qilish matematik modellashtirish usullarini, xususan, Richard Bellman tomonidan asos solingan dinamik programmalashtirish prinsiplarini qo‘shishni taqozo etadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI

Dinamik programmalashtirish usullari iqtisodiy jarayonlarni matematik modellashtirish va cheklangan resurslardan samarali foydalanish masalalarini hal etishda muhim ahamiyatga ega. Xashimov A.R., Ma’murov I. va Adirov T. tomonidan tayyorlangan “Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika” o‘quv qo‘llanmasida matematik-statistik usullarni o‘rganish uchun zarur bo‘lgan nazariy asoslar yoritilgan [1]. Mamurov I.N. va hammualliflarning “Iqtisodiy matematika” fanidan uslubiy qo‘llanmasida iqtisodiy masalalarni matematik usullar yordamida o‘rganishga oid materiallar keltirilgan [2]. V.E. Gmurman tomonidan yozilgan “Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika” asarida esa ehtimollar nazariyasi va matematik statistikaning asosiy nazariy masalalari bayon etilgan [3].

Mazkur adabiyotlar iqtisodiy jarayonlarni matematik tahlil qilish uchun muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi. Biroq cheklangan kapital mablag‘larini bir nechta korxonalar o‘rtasida taqsimlashda umumiy daromadni maksimal darajaga yetkazish masalasini bosqichma-bosqich hisoblash orqali yechish alohida yondashuvni talab etadi. Shu jihatdan, ushbu tadqiqotda R. Bellmanning optimallik prinsipiga asoslangan dinamik programmalashtirish usuli qo‘llanilib, investitsiya mablag‘larini optimal taqsimlash algoritmi ishlab chiqiladi hamda uning iqtisodiy samaradorligi hisob-kitoblar asosida baholanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda R. Bellmanning optimallik prinsipiga asoslangan dinamik programmalashtirish usuli qo‘llanildi. Kapital mablag‘ni n ta korxona o‘rtasida taqsimlash masalasi n bosqichli jarayon sifatida qaraladi: har bir bosqichda navbatdagi korxonaga ajratiladigan mablag‘ miqdori tanlanadi, qolgan mablag‘ esa oldingi korxonalar o‘rtasida optimal taqsimlangan deb hisoblanadi. Maksimal daromad $F(x) = \max [Z(x) + F_{-1}(x - x)]$, $0 \le x \le x$, $F_1(x) = Z_1(x)$ rekurrent funksional tenglama orqali aniqlanadi, bu yerda Z(x) – n-korxonaga x birlik mablag‘ ajratilganda olinadigan daromad, x – taqsimlanadigan mablag‘ hajmi. Hisob-kitoblar 0–200 birlik oralig‘ida 40 birlik qadam bilan jadval usulida bajarildi, optimal reja esa yakuniy jadvaldan teskari yo‘nalishda tiklandi.

Dinamik programmalashtirishga keltiriladigan masalalar.

Dinamik programmalashtirish usullari bilan yechiladigan quyidagi iqtisodiy masala bilan tanishib chiqamiz:

Masala. Faraz qilaylik, 200 birlik kapital mablag’ni birlashmadagi 4 ta korxonaorasida taqsimlash kerak bo’lsin. Har bir korxona o’ziga ajratilgan mablag’ning miqdoriga bog’liq ravishda turli miqdordagi daromadga erishadi. Bu daromadlar quyidagi 1-jadvalga joylashtirilgan.

2026-yil, oktabr.
№10-son.
ISSN: 3060-5245

1-jadval

Korxonalarga ajratilgan mablag'lar miqdori	Korxonalardaromadi			
	$Z_1(x)$	$Z_2(x)$	$Z_3(x)$	$Z_4(x)$
0	0	0	0	0
40	15	14	17	13
80	28	30	33	35
120	60	55	58	57
160	75	73	73	76
200	90	85	92	66

Kapital mablag'ni korxonalararo optimal taqsimlash rejasini tuzing.

TAHLIL VA NATIJALAR

Yechish. Masalani 4 ta bosqichga bo'lib yechamiz. Dastlab *n*=1, ya'ni kapital mablag' faqat bitta korxonaga berilgan holni ko'ramiz. Bunda:

$$F_1(x) = Z_1(x)$$

bo'ladi. $0 \le x \le 200 = X_0$ oraliqdagi har bir $x_{1k} = k\Delta$ lar uchun $F_1(x_{1k}) = Z_1(x)$ qiymatlarini 2-jadvalga joylashtiramiz.

2-jadval

x_{1k}	$F_1(x_{1k})$
0	0
40	15
80	28
120	60
160	75
200	90

Endi *n*=2 bo'lgan holni, ya'ni X_0=200 birlik kapital mablag'ni 2 ta korxonaga taqsimlangan holni ko'ramiz.

Bu holda olinadigan daromad

$$F_2(x) = \max_{\substack{0 \le x_2 \le x \\ 0 \le x \le X_0}} \left[Z_2(x_2) + F_1(x - x_2) \right]$$

funksional tenglama orqali topiladi. Bu funksiyaning qiymatlari quyidagicha topiladi.

$0 \le x \le 200 = X_0$ oraliqdagi har bir x uchun $0 \le x_2 \le x$ topiladi va unga tegishli bo'lgan yig'indi.

$$Z_2(x_2) + F_1(x - x_2)$$

$$F_2(x) = \max_{x} \left[Z_2(x_2) + F_1(x - x_2) \right]$$

topiladi. Masalan,

x=0 da x_2=0 bo'ladi;

x=40 da x_2=0; 40 bo'ladi;

x_2=0, $Z_2(0)+F_1(40)$=15;

x_2=40, $Z_2(40)+F_1(0)$=14+0; $F_2(x=40)$=15.

2026-yil, oktabr.
№10-son.
ISSN: 3060-5245

x=80 da x_2 = 0; 40; 80.

x_2=0, $Z_2(0)+F_1(80)=0+28$;

x_2=40, $Z_2(40)+F_1(40)=14+15$; $F_2(x=80)=30$;

x_2=80, $Z_2(80)+F_1(0)=30+0$

va hokazo, shunday yo'l bilan x=120, 160 va 200 bo'lgan hollar uchun $F_2(x=120)$, $F_2(x=160)$, $F_2(x=200)$ larni topamiz. $F_2(x)$ funksiyani hisoblash jarayonini quyidagi 3-jadvalda ko'rsatamiz.

3-jadval

x_2 / x	0	40	80	120	160	200	$F_2(x)$	x_2^*
0	0						0	0
40	0+15	14+0					15	0
80	0+28	14+15	30+0				30	80
120	0+60	14+28	30+15	55+0			60	0
160	0+75	14+60	30+28	55+15	73+0		75	0
200	0+90	14+75	30+60	55+28	73+15	85+0	90	0

3-bosqichda n=3 bo'lgan holni, ya'ni X_0=200 kapital mablag' 3 ta korxona o'rtasida bo'lingan holni ko'ramiz. Bu holda erishiladigan daromadni har bir $0 \le x_3 \le x$, $0 \le x \le X_0$=200 uchun quyidagi funksional tenglama orqali hisoblash kerak.

$$F_3(x) = \max_{\substack{0 \le x_3 \le x \\ 0 \le x \le X_0}} \left[Z_3(x_3) + F_2(x - x_3) \right]$$

Bu funksiyani hisoblash jarayonini quyidagi 4-jadvalda ko'rsatamiz.

4-jadval

x_3 / x	0	40	80	120	160	200	$F_3(x)$	x_3^*
0	0						0	0
40	0+15	17+0					17	40
80	0+30	17+15	33+0				33	80
120	0+60	17+30	33+15	58+0			60	0
160	0+75	17+60	33+30	58+15	73+0		77	40
200	0+90	17+75	33+60	58+30	73+15	92+0	93	80

4-bosqichda n=4 bo'lgan holni, ya'ni X_0=200 kapital mablag' 4 ta korxonaga bo'lingan holni ko'ramiz. Bu holda erishilgan daromad

$$F_4(x) = \max_{\substack{0 \le x_4 \le x \\ 0 \le x \le X_0}} \left[Z_4(x_4) + F_3(x - x_4) \right]$$

funksional tenglama orqali topiladi. Bu funksiyani hisoblash jarayoni 5-jadvalda ko'rsatilgan.

2026-yil, oktabr.
№10-son.
ISSN: 3060-5245

5-jadval

x_4 / x	0	40	80	120	160	200	$F_4(x)$	x_4^*
0	0						0	0
40	0+17	13+0					17	0
80	0+33	13+17	35+0				35	80
120	0+60	13+33	35+17	57+0			60	0
160	0+77	13+60	35+33	57+17	76+0		77	0
200	0+93	13+77	35+60	57+33	76+17	60+0	95	80

1-5 jadvallardagi $F_1(x)$, $F_2(x)$, $F_3(x)$, $F_4(x)$ larni va ularga mos ravishda x_1^*, x_2^*, x_3^* va x_4^* qiymatlarni quyidagi 6-jadvalga joylashtiramiz.

6- jadval

x_i^* / x	x_1^*	$F_1(x)$	x_2^*	$F_2(x)$	x_3^*	$F_3(x)$	x_4^*	$F_4(x)$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	40	15	0	15	40	17	0	17
80	80	28	80	30	80	33	80	35
120	120	60	0	60	0	60	0	60
160	160	75	0	75	40	77	0	77
200	200	90	0	90	80	93	80	95

Bu jadvaldan kapital mablag'ni optimal taqsimlash rejasini topamiz. 200 birlik mablag'ni 4 ta korxonaga taqsimlash natijasida birlashma

$\max F_i(x=200)=\max(90,90,93,95)=95$

birlik daromad oladi. Bunda 4-korxonaga 80 birlik mablag' beriladi va ortib qolgan 120 birlik mablag' qolgan 3 ta korxonaga taqsimlanadi. Bundan birlashma

$\max F_i(x=120)=\max(60,60,60)=60$

birlik daromad oladi. Bunda 3-korxonaga mablag' berilmaydi ($x_3^*=0$). Demak, 120 birlik mablag' birinchi va ikkinchi korxonalarga taqsimlanadi. Lekin ikkinchi korxonaga ham mablag' berilmaydi ($x_2^*=0$). Shunday qilib, qolgan 120 birlik mablag' birinchi korxonaga beriladi. Bundan birlashma 60 birlik daromad oladi

$x_1=120, \quad F_1(x)=60.$

Shunday qilib, kapital mablag'lar taqsimlashning optimal rejasini topdik:

$X^*=(x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*) = (120; 0; 0; 80)$.

Bu rejaga mos keluvchi umumiy daromad 95 birlikni tashkil qiladi, shundan to'rtinchi korxona 35 birlik, birinchi korxona esa 60 birlik foyda keltiradi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, mablag'ni korxonalar o'rtasida teng taqsimlash yoki uni to'liq bitta korxonaga yo'naltirish umumiy daromadning maksimal bo'lishini ta'minlamaydi. Masalan, 200 birlik mablag' to'liq bitta korxonaga berilganda eng ko'pi bilan 92 birlik daromad olinadi, dinamik programmalashtirish asosida topilgan reja esa 95 birlik daromad beradi. Optimal rejada ikkinchi va uchinchi korxonalarga mablag' ajratilmasligi ushbu korxonalarning daromad funksiyalari ko'rib chiqilgan hajmlarda boshqa

korxonalarnikiga nisbatan pastroq ekanini bildiradi. Usulning afzalligi – barcha mumkin bo‘lgan taqsimlash variantlarini to‘liq saralamasdan, bosqichma-bosqich hisoblash orqali optimal yechimga erishish imkoniyatidir; cheklovi esa daromad funksiyalari diskret qiymatlarda berilgani sababli natijaning tanlangan hisoblash qadamiga (40 birlik) bog‘liqligidir.

XULOSA

Tadqiqot natijasida dinamik programmalashtirish usuli cheklangan kapital mablag‘larni birlashma korxonalari o‘rtasida optimal taqsimlash masalasini samarali yechish imkonini berishi ko‘rsatildi. 200 birlik mablag‘ni to‘rtta korxona o‘rtasida taqsimlashning optimal rejasi X* = (120; 0; 0; 80) bo‘lib, unda birlashmaning umumiy daromadi 95 birlikni tashkil etadi. Taklif etilgan algoritm investitsiya resurslarini taqsimlash bo‘yicha boshqaruv qarorlarini asoslashda, shuningdek, ishlab chiqarish quvvatlari, xomashyo va boshqa cheklangan resurslarni taqsimlash masalalarida qo‘llanilishi mumkin. Keyingi tadqiqotlarda daromad funksiyalarini real korxonalar ma’lumotlari asosida baholash va noaniqlik sharoitidagi stoxastik modellarga o‘tish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Xashimov A.R., Ma’murov I. Adirov T. Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika. O’quv qo’llanma. “Iqtisod-moliya”. 2013. 168 b.

2. Mamurov I.N., Ochilova N.K., Sotvoldiyev A.I., Axmedov M.I. “Iqtisodiy matematika” fanidan talabalar mustaqil ishini tashkil etish bo’yicha uslubiy qo’llanma. 2017. 205 b.

3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Высшая школа, 2008. 410 с.

2026-yil, oktabr. №10-son.

Mas’ul muharrir: Beglayev Uchqun
Musahhih: Boltayev Nurali
Sahifalovchi va dizaynerlar: Normurodov Sarvar,
Sharipov Shoxruh

© Materiallar ko‘chirib bosilganda “Agrobiznes, fan va texnologiyalar” ilmiy-amaliy elektron jurnali manba sifatida ko‘rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar mas’ul hisoblanadi. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelavermasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga murojaat qilish mumkin. Ilmiy maqolalar, reklama, hikoya va boshqa ilmiy-ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin. Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta: licht-1989@mail.ru
Jurnalning telegram manzili: t.me/agrobiznes_elektronjurnal
Telefon raqami: +998939018320, +998934393000
Jurnal rasmiy sayti: https://www.agrobiznesjournal.uz

“Agrobiznes, fan va texnologiyalar” ilmiy-amaliy elektron jurnali O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 30.11.2024-yildagi №364/5-sonli qarori bilan 08.00.00-Iqtisodiyot fanlari bo‘yicha, 08.05.2025-yildagi №370/5-sonli qarori bilan 06.00.00-Qishloq xo‘jaligi fanlari bo‘yicha “Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxati”ga kiritilgan.

“Agrobiznes, fan va texnologiyalar” ilmiy-amaliy elektron jurnali 2023-yil 23-maydan O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan **C-5669225** reyestr raqami tartibi bo‘yicha ro‘yxatdan o‘tkazilgan.
Litsenziya raqami: №083688

Manzilimiz: Toshkent viloyati, Qibray tumani, Universitet ko‘chasi, 2-uy