

**MINTAQADA AHOLI SONI VA MEHNAT RESURSLARI SONINI
MATEMATIK MODELLASHTIRISH VA BASHORATLASH
(Markaziy Osiyo davlatlari misolida)**

Xolmurodov Mamatxon, Namangan davlat universiteti, Dotsent, [Tel: 91 353 55 97](tel:913535597)

Jiyanbekova Robiya Abdurayim qizi, Namangan davlat universiteti, Amaliy
matematika fakulteti 1-bosqich magistranti,

Tel: 93 852 23 25, e-mail: Jiyanbekovarobiya02@mail.ru

Annotatsiya: *Ushbu maqolada Markaziy Osiyo mintaqasida joylashgan Qirg'iziston, Qozog'iston, Turkmaniston, Tojikiston va O'zbekiston Respublikalari misolida aholi soni va mehnat resurslari sonining matematik modeli olindi. Matematik model asosida yaqin yillardagi aholi soni va mehnat resurslari prognozi berildi.*

Kalit so'zlar: *Matematik model, matematik modellashtirish, bashoratlash, mehnat resurslari, ko'rsatkichli usul, logistik usul, eng kichik kvadratlar usuli, regressiya tenglamasi, Fisher statistikasi.*

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
НАСЕЛЕНИЯ И ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА
(на примере стран Центральной Азии)**

Холмурадов Маматхон, Наманганского государственного университета,

Доцент, [Тел: 91 353 55 97](tel:913535597)

Жиянбекова Робия, Наманганского государственного университета, Магистр

Тел: 93 852 23 25, e-mail: Jiyanbekovarobiya02@mail.ru

Аннотация: *В данной статье получена математическая модель населения и численности трудовых ресурсов на примере республик Кыргызстан, Казахстан, Туркменистан, Таджикистан и Узбекистан расположенных в Центрально-Азиатском регионе. На основе математической модели сделан прогноз численности населения и трудовых ресурсов на ближайшие годы.*

Ключевые слова: *Математическая модель, математическое моделирование, прогнозирование, трудовые ресурсы, экспоненциальный*

метод, логистический метод, метод наименьших квадратов, уравнение регрессии, статистика Фишера.

MATHEMATICAL MODELING AND FORECASTING OF POPULATION AND LABOUR RESOURCES OF THE REGION(on the example of Central Asian countries)

Kholmurodov Mamatkhon, Namangan State University, Associate professor, [Tel: 91 353 55 97](tel:913535597)

Jiyanbekova Robiya, Namangan state university, Master

Tel: 93 852 23 25, e-mail:Jiyanbekovarobiya02@mail.ru

Annotation: *In this article, a mathematical model of the population and the number of labour resources was obtained on the example of the republics of Kyrgyzstan, Kazakhstan, Turkmenistan, Tajikistan and Uzbekistan located in the Central Asian region. Based on the mathematical model, a forecast of the population and labour resources in the coming years was given.*

Keywords: *Mathematical model, mathematical modeling, prediction, labour resources, parabolic method, indicator method, logistics method, the smallest squares method, regression equation, Fisher statistics.*

Kirish. Hozirgi zamon iqtisodiy nazariyasini har qanday tarmog`ini o`rganishni matematik modellar hamda uslublarsiz tasavvur etish qiyin. Har qanday iqtisodiy tadqiqot doimo nazariya (iqtisodiy model) va amaliyotni (statistik ma'lumotlar) birgalikda qarashni taqozo etadi. Agar iqtisodiy modellar kuzatilayotgan jarayonlarni izohlash va tushuntirishdan iborat bo`lsa, statistik ma'lumotlar ularni empirik qurishda va asoslashda muhim vosita hisoblanadi. Matematik modellarning qulayligi shundaki, har bir model bir qancha iqtisodiy jarayonlarni ifoda etish xususiyatiga ega.

Hozirgi sharoitda, aholi soni va mehnat resurslarini rivojlanish jarayonlarining taraqqiyotini rejalashtirishda, ilmiy asoslangan bashoratlar yordamida boshlang`ich marralarning aniqlanishi muhim ahamiyatga egadir. Bashoratlash oqibatida aholi soni va mehnat resurslarining kelgusida

egallashi mumkin bo'lgan holati aniqlanadi va hozirgi kunda qabul qilinadigan qarorlarning natijalari tahminan belgilab chiqiladi [1].

Ushbu maqolada matematik modellashtrish masalalarini Markaziy Osiyo mintaqasida joylashgan Qirg'iziston, Qozog'iston, Turkmaniston, Tojikiston va O'zbekiston Respublikalari misolida ko'rib chiqamiz.

Markaziy Osiyo- Osiyo materigining ichki qismidagi tabiiy mintaqa. Maydoni 6 mln. km². Shimoliy va g'arbiy chekkasi Mongoliya, XXR bilan Rossiya Federatsiyasi o'rtasidagi davlat chegarasigacha bo'lib, sharqi Katta Shinjon, janubi esa Tibet hududidagi Sangpo daryosi va Hind daryosining yuqori qismi bilan o'ralgan. Sovetlar davrida bu hududga O'rta Osiyo va Qozog'iston atamasi qo'llanilgan. Lekin, 1991 yilda mustaqillikka erishilgadan keyin ham ushbu davlatlar, ham xorijiy davlatlar Markaziy Osiyo atamasini qo'llana boshlashdi. 1992 yilda 5 ta davlat rahbarlari rasmiy uchrashuvida Markaziy Osiyo atamasini qabul qilishdi. Hozirda, ushbu atama dunyo hamjamiyati tomonidan qabul qilingan. Markaziy Osiyoni tashkil etuvchi davlatlar Qirg'iziston, Qozog'iston, Turkmaniston, Tojikiston va O'zbekiston Respublikalari bo'lib ularning umumiy aholisi 72 mln ga yaqin. Aholi o'sishining barcha davlatlarda bir xilda emasligiga regionda shakllangan tarixiy geografik an'anaviy va ijtimoiy iqtisodiy xususiyatlar katta ta'sir ko'rsatadi. Region aholisining katta qismi O'zbekiston Respublikasida yashaydi. Aholining ko'payishi turli davrlarda turlicha. Markaziy Osiyo aholisining geografik joylashuviga ham ob'yektiv ham sub'yektiv omillar ta'sir ko'rsatgan. Vodiy va vohalar qadimiy shaharlar va viloyat markazlarida aholi ko'p va zich yashaydi. Regionning barcha hududlarida shahar aholisiga qaraganda qishloq aholisi ko'pchilikni tashkil qiladi. Ya'ni umumiy aholining 45% shaharlarda, qolgan 55% esa qishloqlarda yashaydi. Tojikiston, Qirg'iziston va O'zbekiston Respublikalarida urbanizatsiya jarayoni sekin kechmoqda. Urbanizatsiya darajasi bo'yicha Qozog'iston Markaziy Osiyo davlatlari ichida eng yuqori ko'rsatkichga ega. Aholining tez suratlar bilan ko'payish tarkibida ish bilan bandligining barqaror ravishda o'sishining ta'minlashni taqazo etadi. Shuning

uchun aholi bandligining tizimini takomillashtirish mehnat bozori munosabatlarini tartibga solish, aholining qayta tayyorlash va malakasini oshirish lozim [2].

Markaziy Osiyo davlatlarida aholi va mehnat resurslari sonini o'zgarishi ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotning qaysi bosqichlarda rivojlanganligi bugungi va kelajakdagi davlat taraqqiyotini belgilovchi muhim omillar sirasiga kiradi. Shuning uchun ham aholi va mehnat resurslari soni o'sishining matematik modellashtirish hamda bashoratlash bilan birgalikda tadqiq etish ilmiy- amaliy ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda, demografik statistikada aholi va mehnat resurslari sonining hozirgi hamda kelajakdagi bashoratlarini aniqlashning bir qancha matematik modellar mavjud. Bularga aholi va mehnat resurslari soni o'sishining matematik modellashtirishda parabolik, ko'rsatkichli, logistik va eng kichik kvadratlar usullaridan foydalanish keng tarqalgan. Bu modellar kelajakni belgilashda matematik funksiyalarga asoslanadi. Markaziy Osiyo davlatlari aholi sonining o'sishini matematik modellashtirishda demografik statistika va matematik statistikaning eng kichik kvadratlar usulini qo'llab, vaqtga nisbatan funksiya qilib olinadi. Bu holatda aholi sonining o'sishini aniqlashda matematik modelni quyidagi ko'rinishda izlaymiz [3, 4]:

$$y = a e^{k(x-2016)}$$

Bu yerda a va k parametrlar noma'lum parametrlardir. Bu formuladagi k parametрни aholining tabiiy o'sish koeffitsienti deyiladi.

Parametrlarni ularni bahosi bilan almashtirib, quyidagi regressiya tenglamasini yozamiz:

$$y(x) = a e^{k(x-2016)} \quad (1)$$

Bu ifodadagi koeffitsientlarni eng kichik kvadratlar usuli yordamida topiladi. (1) tenglamaning har ikki tomonini logarifmlasak, quyidagi regressiya tenglamasi hosil bo'ladi.

$$\ln y(x) = \ln a + k(x-2016) \quad (2)$$

(2) tenglamadagi $\ln a$ va k koeffitsientlar berilgan y_i qiymatlar bilan ularga mos nuqtalarda $y(x)$ funksiya qiymatlarining orasidagi ayirmalar kvadratlarini

yig'indisini minimumga aylantirish orqali topiladi, a va k parametrlarni shunday tanlaymizki, quyidagi yig'indi eng kichik qiymat qabul qilsin:

$$\varphi(a, k) = \sum_{i=1}^n [a \cdot (x_i - 2016)]^2 \quad (3)$$

bu yerda $\varphi(a, k)$ – φ funksiya a va k ga bog'liq ikki o'zgaruvchili funksiya.

Buning uchun a va k parametrlar quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak

$$\frac{\partial \varphi(a, k)}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial \varphi(a, k)}{\partial k} = 0 \quad (4)$$

Shart asosida quyidagi tenglamalar sistemasini tuzamiz:

$$2a \sum_{i=1}^n (x_i - 2016) = 0$$

Bu yerdan

$$a = 0$$

1-jadval

**Markaziy Osiyoda joylashgan respublikalardagi aholi soni o'sishining
regressiya tenglamasini tuzish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar**

O'zbekiston Respublikasi

No	x_i	y_i (yil boshiga)	$\ln y_i$	$x_i - 2016$	$(x_i - 2016)^2$	$(x_i - 2016) \ln y_i$
1	2016	31 187 054	17.2555136	0	0	0
2	2017	31 702 892	17.271918	1	1	17.2719185
3	2018	32 220 125	17.2881018	2	4	34.5762036
4	2019	32 73 051	17.3038348	3	9	51.9115043
5	2020	33 226 789	17.318867	4	16	69.275468
6	2021	33 723 529	17.3337063	5	25	86.6685317
7	2022	34 227 696	17.3485457	6	36	104.091274
Σ			121.12011	21	91	363.7949

2-jadval

Qirg'iziston Respublikasi

No	x_i	y_i (yil boshiga)	$\ln y_i$	$x_i - 2016$	$(x_i - 2016)^2$	$\ln y_i (x_i - 2016)$
1	2016	6 017 041	15.6101062	0	0	0
2	2017	6 132 501	15.6291132	1	1	15.6291132

3	2018	6 247 346	15.6476673	2	4	31.2953346
4	2019	6 360 398	15.6656015	3	9	46.9968045
5	2020	6 470 317	15.6827357	4	16	62.7309426
6	2021	6 578 117	15.6992591	5	25	78.4962955
7	2022	6 687 835	15.7158008	6	36	94.2948046
Σ			109.650284	21	91	329.443295

3-jadval

Qozog`iston Respublikasi

N_0	x_i	$y_i(\text{yil boshiga})$	$\ln y_i$	$x_i - 2016$	$(x_i - 2016)^2$	$\ln y_i(x_i - 2016)$
1	2016	17 702 163	16.6892	0	0	0
2	2017	17 956 486	16.7035	1	1	16.7035
3	2018	18 200 804	16.7169	2	4	33.4338
4	2019	18 436 475	16.7298	3	9	50.1894
5	2020	18 664 683	16.7421	4	16	66.9684
6	2021	18 953 799	16.7575	5	25	83.7875
7	2022	19 247 393	16.7729	6	36	100.6374
Σ			117.1119	21	91	351.72

4-jadval

Turkmaniston Respublikasi

N_0	x_i	$y_i(\text{yil boshiga})$	$\ln y_i$	$x_i - 2016$	$(x_i - 2016)^2$	$\ln y_i(x_i - 2016)$
1	2016	5 614 092	15.5408	0	0	0
2	2017	5 710 411	15.5578	1	1	15.5578
3	2018	5 804 668	15.5741	2	4	31.1482
4	2019	5 896 873	15.5899	3	9	46.7697
5	2020	5 986 884	15.6051	4	16	62.4204
6	2021	6 063 097	15.6177	5	25	78.0885
7	2022	6 140 280	15.6304	6	36	93.7824
Σ			109.1158	21	91	327.767

5-jadval

Tojikiston Respublikasi

N_0	x_i	$y_i(\text{yil boshiga})$	$\ln y_i$	$x_i - 2016$	$(x_i - 2016)^2$	$\ln y_i(x_i - 2016)$
1	2016	8 559 370	15.9625	0	0	0
2	2017	8 772 813	15.9872	1	1	15.9872
3	2018	8 991 465	16.0028	2	4	32.0056
4	2019	9 211 840	16.036	3	9	48.108
5	2020	9 429 924	16.0594	4	16	64.2376
6	2021	9 641 343	16.0816	5	25	80.408
7	2022	9 857 502	16.1037	6	36	96.6222
Σ			112.2332	21	91	337.3686

Jadval *countrymeters.info* saytidagi ma'lumotlar asosida mualliflar tomonidan tuzilgan [5].

Yuqoridagi jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida Markaziy Osiyodagi Respublikalarini dastlabki keltirilgan formuladan foydalangan holda tenglamalar sistemasini tuzib olamiz. Bunga misol qilib O'zbekiston Respublikasini olsak:

$$\begin{cases} 7 \ln a + 21k = 121.12011 \\ 21 \ln a + 91k = 363.7949 \end{cases}$$

Bu tenglamalar sistemasini yechib, a va k koeffitsientlarni topamiz:

$$k=0.0155 \quad a=31\,214\,709.5$$

U holda tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$y(x) = 31\,214\,709.5 e^{0.0155(x-2016)}$$

bu yerda 0.0155 aholining tabiiy o'sish koeffitsientidir. Bu formula yordamida aholi sonini talab etilgan yillargacha bashorat qilish mumkin.

6-jadval

Markaziy Osiyo respublikalarida aholi soni o'sishining regressiya tenglamalari

N_0	Nomlari	Regressiya tenglamalari
1	O'zbekiston Respublikasi	$y = 31\,214\,709 e^{0.0155(x-2016)}$
2	Qirg'iziston Respublikasi	$y = 6\,025\,433 e^{0.0176(x-2016)}$
3	Qozog'iston Respublikasi	$y = 17\,700\,439 e^{0.0137(x-2016)}$

4	Tojikiston Respublikasi	$y = 8548787 e^{0.024(x-2016)}$
5	Turkmaniston Respublikasi	$y = 5626510 e^{0.015(x-2016)}$

Jadvaldan ko`rinadiki, Tojikistonda aholining tabiiy o`sinh koeffitsienti boshqa davlatlarga nisbatan yuqori ko`rsatkichni tashkil qilmoqda. Yuqorida keltirib chiqarilgan tenglamalar orqali respublikalardagi keyingi yillardagi aholi sonini prognozlash mumkin. Quyida respublikalardagi 2023-yildan 2026-yilgacha aholini sonini jadvalini yuqorida keltirib chiqarilgan regressiya tenglamasidan foydalanib tuzamiz.

7-jadval

Markaziy Osiyo Respublikalaridagi 2023-yildan 2026-yilgacha aholini sonining prognozlari

No		2023	2024	2025	2026
1	O`zbekiston	36 192 068.4	36 835 546.6	37 287 514.2	37 748 104.1
2	Qirg`iziston	6 815 431.93	6 936 445.32	7 059 607.41	7 184 956.33
3	Qozog`iston	19 481 970.4	19 750 710	20 023 156.8	20 299 361.7
4	Turkmaniston	6 249 424.89	6 343 872.85	6 439 748.21	6 537 072.54
5	Tojikiston	10 112 673.5	10 358 313.6	10 609 920.3	10 867 638.7

Jadvalga e`tibor bilan nazar tashlaydigan bo`lsak, O`zbekistonda aholining soni boshqa respublikalarga nisbatan deyarli 2- 5 baravar ko`pligini sezishimiz mumkin. Shu sababli bugungi kunda respublikada qishloq aholi qo`rg`onlarida yangi ish o`rinlari yaratish, dala va fermalarda bandlik darajasini oshirish dolzarb muammolardan biridir. Mehnat resurslarini boshqa tarmoqlarga xizmat ko`rsatish sohalariga jalb etmay turib, qishloq xo`jaligidagi har bir fuqaroga to`g`ri keladigan ekin maydonlarini ko`paytirish, oladigan daromadlaridan bevosita manfaatdorligini ta`minlash, mehnat unumdorligini va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin emas. Shu o`rinda Markaziy Osiyo respublikalaridagi mehnat resurslari sonini aniqlash uchun kerakli ma`lumotlar asosida quyidagi regressiya tenglmalarini hosil qilamiz.

8-jadval

**Markaziy Osiyo respublikalarida mehnat resurslari soni o`shishining
regressiya tenglamalari**

N _o	Nomlari	Regressiya tenglamalari
1	O`zbekiston Respublikasi	$y = 13712247 e^{0.0086(x-2016)}$
2	Qirg`iziston Respublikasi	$y = 2517558 e^{0.003(x-2016)}$
3	Qozog`iston Respublikasi	$y = 9029431 e^{0.0057(x-2016)}$
4	Tojikiston Respublikasi	$y = 1841884 e^{0.011(x-2016)}$
5	Turkmaniston Respublikasi	$y = 2332380 e^{0.0108(x-2016)}$

Jadvaldan ko`rinadiki, Tojikistonda mehnat resurslari sonining o`shish koeffitsienti boshqa davlatlarga nisbatan yuqori ko`rsatkichni tashkil qilmoqda. Yuqorida keltirib chiqarilgan tenglamalar orqali respublikalardagi keyingi yillardagi mehnat resurslari sonini prognozlash mumkin. Jadvaldan foydalangan holda Markaziy Osiyo davlatlarining 2023- yildan 2026 –yilgacha bo`lgan mehnat resurslari sonining prognozlarini quyida jadvalda keltirib o`tamiz:

9-jadval

**Markaziy Osiyo Respublikalardagi 2023-yildan 2026-yilgacha mehnat
resurslari sonining prognozlari**

N _o		2023	2024	2025	2026
1	O`zbekiston	14 563 077	14 688 859	14 815 728	14 943 693
2	Qirg`iziston	2 570 985	2 578 710	2 586 458	2 594 229
3	Qozog`iston	9 396 989	9 450 705	9 504 727	9 559 059
4	Turkmaniston	1 989 312	2 011 315	2 033 562	2 056 054
5	Tojikiston	2 515 544	2 542 859	2 570 471	2 598 382

Korrelyatsion- regression tahlil elementlarini qo`llab, xalq xo`jaligi ob`ektlarini matematik statistik usullar orqali tahlil qilish, iqtisodiyot va demografiyaning turli soha va tarmoqlariga tadbiq etish ob`ektlar haqidagi ma`lumotlarni ko`paytirish imkonini yaratadi.

Markaziy Osiyo davlatlari misolida aholi va mehnat resurslarining rivojlanish darajasini matematik modellari tuzilgan. Tuzilgan matematik modellar asosida mamlakatlarning iqtisodiyoti, iqtisodiyotning tegishli tarmoqlarida va ularning rivojlantirish strategiyasida foydalanishlari mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati

1. М.Гофуров, М.Холмуродов, К.Хусанов “Иктисодий математик усуллар ва моделлар”.Тошкент 2001.
2. Исмоилов А.А О.К Рихсимбоев “Иктисодий тахлилнинг математик усуллари ва башоратлаш”-Т.:ТДИУ, 2007.
3. Замков О.О и др. “Математические методы в экономике”.Учебник.-М.: Изд-во “Дело и сервис”, 2004.
4. Кремер Н.Ш. Путко Б.А Эконометрика.-М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2002
5. <https://countrymeters.info.uz>