


# TISU ILMIY TADQIQOTLARI XABARNOMASI

ILMIY-USLUBIY JURNAL

ISSN 2992-9016

№3/2025

**Muassis:**
TERMIZ IQTISODIYOT VA SERVIS UNIVERSITETI

**TISU ilmiy tadqiqotlari xabarnomasi**
**Ilmiy-uslubiy jurnal**
**Bosh muharrir:**
Sattarov Abdusamat Umurqulovich
**Bosh muharrir o'rinbosari:**
Qobulov Eshbolta Atamuratovich
**Mas'ul kotib:**
Abduraxmonov Akmal
**Dizayner:**
Meyliqulov Shahboz Xolmamatovich

**Jurnal bir yilda to'rt marotaba nashr etiladi**

Jurnal O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining 2023-yil 1-martdagi № 066379-raqamli guvohnomasi bilan ro'yxatga olingan va O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370/5-sonli qarori bilan ro'yxatdan o'tkazilgan hamda iqtisodiyot fanlari bo'yicha dissertatsiyalarning asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal "Termiz Publishing center" MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Bosishga ruxsat etildi:
07.11. 2025.
Qog'oz bichimi: 60x84 1/8
"Times New Roman" garnitiruasi.
Ofset bosma.
Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i: 11.
Adadi 100 nusxa.
Bahosi kelishilgan narxda.
Buyurtma № 4.
Jurnalning elektron shakli bilan https://scientific.tues.uz web saytida tanishish mumkin.

**Tahririyat manzili:**
Termiz sh., "Yulduz" MFY, "Ibn Sino" ko'chasi, 38B-uy.

# TAHRIR HAY'ATI A'ZOLARI:

Ixtisham ul-Haq – DSc, prof. (Pakistan)

L.Harrada Gamaj – DSc, prof. (Shri Lanka)

Voxidov Sh.V.- DSc, prof. (Tajikistan)

Xudoykulov S.K. – DSc, prof. (Uzbekistan)

Jurayev A.S. - DSc, prof. (Uzbekistan)

Hatamov O.Q. - DSc, prof. (Uzbekistan)

Otamuradov Sh.N. - DSc, dots. (Uzbekistan)

Mamadjanova T.A. – PhD, dots. (Uzbekistan)

Yarmatov Sh.Ch. – PhD (Uzbekistan)

# MUNDARIJA


**A.U.SATTAROV**
Mintaqani barqaror rivojlantirish ustuvor yo‘nalishlar va tamoyillari.....3

**O.Q.XATAMOV, R.A.XURRAMOV**
Surxondaryo viloyati hududlari eksport salohiyati reytingini baholash.....7

**A.A.SHODIYEV**
Elektr energiyani yetkazib berishda me'yordan ortiq hamda tejab qolingan yo'qotishlar miqdori hisobini takomillashtirish.....14

**T.A.MAMADJANOVA**
O‘zbekistonda kichik biznes va xususiy tadbirkorlikning eksport salohiyatini oshirish metodologiyasi.....19

**A.E.ABSAMATOV**
Mamlakatimiz tijorat banklarida islomiy bank xizmatlarini joriy qilish imkoniyatlari.....26

**A.A.SHODIYEV**
Elektr ta’minoti korxonalari moliyaviy hisobotlarini xalqaro standartlarga transformatsiyasi.....33

**B.E.TURAYEV**
Iqtisodiy o‘sishga ekologik omillarning ta’sirini baholash.....38

**B.CH.RAHMATULLAYEV**
Mamlakatimizda investitsiya jozibadorligini rivojlantirish istiqbollari.....44

**A.K.BAXADIROV**
Moliyaviy hisobotning xalqaro standartlari asosida lizing muomalalarini qayta klassifikatsiya qilish.....49

**SH.S.MUZRAPOVA**
O'zbekistonda investitsion mulk hisobi va rivojlanish tendensiyalari.....54

**X.A.JURAYEV, A.X.OTAMURODOV**
Soliq salohiyatini baholashning mintaqaviy xususiyatlari.....60

**A.Y.PARDAYEV**
Assessment of Uzbekistan’s potential exports: opportunities, challenges, and strategic pathway.....63

**Z.I.HAKIMOV, N.A.XAKIMOVA**
Qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning mintaqaviy xususiyatlari.....69

**M.Q.ABDUSAMATOV**
Tijorat banklarida to'lov amaliyotini takomillashtirish: muammolar va yechimlar.....73

**R.A.MURADOVA**
Banklarda raqamli transformatsiyani takomillashtirish yo‘llari va davlatning asosiy roli.....79

**Z.Y.XUDAYAROVA**
Surxondaryo viloyatida asalarichilik faoliyatining iqtisodiy-statistik tahlili.....85

**SH.D.XAYDAROVA**
Iqtisodiyot taraqqiyotida xizmat ko‘rsatish sohasining ahamiyati.....92

**X.T.RASHIDOVA**
Asalarichilik korxonalari faoliyatini rivojlantirishda marketing strategiyalaridan foydalanish masalalari.....97

**A.A.ERGASHOV**
Raqamli iqtisodiyot sharoitida soliq to‘lovchilar faoliyatini muvofiqlashtirishning institutsional mexanizmlari.....103

**N.A.ABDURAIMOVA**
The impact of coordination of taxpayers' activities on macroeconomic stability: foreign experiences.....108

**U.A.ODILOV**
Kambag‘allikni qisqartirishda xorij tajribasi va undan O‘zbekistonda samarali foydalanish imkoniyatlari.....112

**G.A.YUSUPOV**
Korxonalarda uzoq muddatli aktivlardan foydalanish samaradorligini oshirish.....119

**O.S.MIRZAMURODOV**
Aholi daromadlari o‘zgarishiga ta’sir etuvchi omillarning ekonometrik tahlili (Namangan viloyati misolida).....124

**R.R.NOMOZOVA**
Surxondaryo viloyatida turizmni rivojlantirish uchun investitsiya strategiyalarini ishlab chiqish.....128

**N.X.DO'SMUXAMEDOVA, SH.B.BOZOROV**
O‘zbekiston Respulikasi aholi mehnat migratsiyasi.....131

**M.SH.MO‘MINOVA**
Surxondaryo viloyatida turizm infratuzilmasining rivojlanish holati.....136

**F.U.OLTIBOYEVA**
Kichik biznes va xususiy tadbirkorlik subyektlarining eksport salohiyatini oshirish yo'llari.....142

**S.A.ISMOILOV, A.E.ABSAMATOV**
O‘zbekistonda malakali ishchi kuchi muammosi va uning yechimlari.....147

**К.А.ПРОКУДИНА**
Стандартизация процедур дью-дилидженс в акционерных обществах.....151

**A.M.XOLMATOVA**
Masofaviy bank xizmatlarining tarkibi va dinamikasi.....156

**D.A.ERGASHEVA, A.E.ABSAMATOV**
Mamlakatimizda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashning dolzarb masalalari.....162

**SH.CH.YARMATOV, M.SH.CHORIYEVA**
Mintaqada ekologik- iqtisodiy barqarorlikni ta’minlash omilllari.....166

**B.A.ERDONAYEV**
Surxondaryo viloyatida drayver tarmoqlarning rivojlanish holati va yashil iqtisodiyot tamoyillarining joriy etilishi tahlili.....172

"TISU ilmiy tadqiqotlari xabarnomasi" ilmiy-uslubiy jurnali
https://scientific.tues.uz
ISSN 2992-9016

***Turayev Baxtiyor Ergashevich***
*Termiz iqtisodiyot va servis universiteti "Buxgalteriya hisobi va statistika" kafedras,*
*baxtiyor_turayev@tues.uz*

## IQTISODIY O'SISHGA EKOLOGIK OMILLARNING TA'SIRINI BAHOLASH

**Annotatsiya.** Maqolada aholi jon boshiga yalpi hududiy mahsulot (AYaHM) o'sish sur'atlariga atmosfera ifloslanishining ta'siri ekonometrik jihatdan baholangan. Barqaror iqtisodiy o'sish ekologik omillarga ham bog'liq bo'lib, bu bog'liqlik darajasini baholash zarurati vujudga keladi. 2010-2025 yillar ma'lumotlari asosida ARIMAX(1,2,0) - X(3) modeli tuzildi, bunda AYaHMning 2-farqi va atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar ko'rsatkichining 1-farqi statsionar ekani aniqlangan. Eng maqbul modelni tanlash AIC, BIC va HQ mezonlariga ko'ra amalga oshirilgan. Natijalarga ko'ra, ifloslantiruvchi moddalar hajmidagi o'sish qisqa muddatda iqtisodiy faollikni rag'batlantirishi, biroq 2-3 yillik kechikishda bu ta'sir salbiy tus olishi aniqlangan.

**Tayanch so'zlar:** ARIMAX modeli, aholi jon boshiga yalpi hududiy mahsulot, atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar, barqaror iqtisodiy o'sish, statsionarlik, axborot mezonlari, ekonometrik tahlil, Dikki-Fuller testi.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ (НА ПРИМЕРЕ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Аннотация.** В статье представлена эконометрическая оценка влияния атмосферного загрязнения на темпы роста валового регионального продукта (ВРП) на душу населения. Устойчивый экономический рост зависит и от экологических факторов, что обуславливает необходимость количественной оценки степени этой взаимосвязи. На основе данных за 2010-2025 годы построена модель ARIMAX (1,2,0) – X(3), при этом установлено, что вторая разность ВРП и первая разность выбросов загрязняющих веществ являются стационарными. Выбор наиболее адекватной модели осуществлён по критериям AIC, BIC и HQ. Согласно результатам, увеличение объёма выбросов краткосрочно стимулирует экономическую активность, однако при лаге в 2-3 года данный эффект становится отрицательным.

**Ключевые слова:** Модель ARIMAX, ВРП на душу населения, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, устойчивый экономический рост, стационарность, информационные критерии, эконометрический анализ, тест Дики-Фуллера.

## ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ECOLOGICAL FACTORS ON ECONOMIC GROWTH

**Abstract:** The article presents an econometric assessment of the impact of atmospheric pollution on the growth rate of per capita Gross Regional Product (GRP). Sustainable economic growth is also influenced by environmental factors, making it necessary to quantify the degree of this relationship. Based on data for 2010-2025, an ARIMAX(1,2,0) - X(3) model was constructed, showing that the second difference of GRP and the first difference of atmospheric pollutant emissions are stationary. The optimal model was selected according to AIC, BIC, and HQ criteria. The results indicate that an increase in pollutant emissions stimulates economic activity in the short term, but with a 2–3 year lag, this effect turns negative.

**Keywords:** ARIMAX model, per capita GRP, atmospheric pollutant emissions, sustainable economic growth, stationarity, information criteria, econometric analysis, Dickey–Fuller test.

**Kirish.** Iqtisodiy o'sish jarayoni ko'pincha ishlab chiqarish hajmining ortishi va sanoatlashuv Vdarajasining yuksalishi bilan birga kechadi va atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ifloslanish darajasi iqtisodiy faollikning ekologik

qiymatini aks ettiradi va hududning barqaror rivojlanish darajasini baholash imkonini beradi. Iqtisodiy o‘sishni ifodalovchi va ekologik ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni tahlil qilish nafaqat iqtisodiy o‘sishning intensivligini, balki uning ekologik samaradorligini ham aniqlashda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Shu sababli, hududning iqtisodiy o‘sishi va atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar hajmi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni o‘rganish muhim hisoblanadi.

Odatda bu ko‘rsatkichlarning o‘zaro ta’siri ikki tomonlama bo‘ladi. Sanoatlashuvning dastlabki bosqichida ifloslanish ko‘pincha iqtisodiy o‘sish bilan birga o‘sib boradi (bu holat Kuznetsning ekologik egri chizig‘i (Environmental Kuznets Curve) – EKC modeli bilan tushuntiriladi). Dastlab iqtisodiyot o‘sib borar ekan, ifloslanish ortadi, ammo ma’lum darajadan keyin texnologik modernizatsiya va ekologik islohotlar sabab ifloslanish kamayadi. Shuningdek, bu ta’sir aksincha ham bo‘lishi mumkin. Masalan, atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar sog‘liqni saqlash xarajatlarining oshishiga olib kelib, o‘z navbatida iqtisodiyotdagi investitsion imkoniyatlarni qisqartiradi. Shu bilan birga sog‘liq muammolarini keltirib chiqarib, sanoat ishlab chiqarishida ishchi kuchining unumdorligini pasaytiradi. Atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar yomg‘ir suvi orqali tuproqning kislotalanishining oshishiga olib kelib, qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarish samaradorligini kamaytiradi.

Statistik kuzatuv natijalariga ko‘ra, Surxondaryo viloyatida 2010–2025 yillar davomida atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar hajmi sezilarli o‘sib borgan. 2010 yilda bu ko‘rsatkich 3,5 ming tonnani tashkil etgan bo‘lsa, 2025 yilga kelib 12,3 ming tonnaga yetib, 3,5 baravar (ya’ni 251,4 foiz) oshgan. Eng keskin o‘sish 2018 yildan keyingi davrda kuzatilgan - 2018 yildagi 5,1 ming tonnadan 2024 yilda 10,8 ming tonnaga, ya’ni 111,8 foizga ko‘paygan.

Bu davrda sanoat faoliyati, transport vositalari soni va energiya iste’moli ortgani kuzatiladi. Shuningdek, 2011–2017 yillar oralig‘ida ifloslanish darajasi nisbatan barqaror bo‘lib, o‘rtacha 3,8 ming tonna atrofida saqlangan. Demak, 2018 yildan boshlab ekologik yuklama keskin oshgan bo‘lib, bu hududda iqtisodiy faollikning ekologik oqibatlari kuchayganini ko‘rsatadi.

Surxondaryo viloyatida aholi jon boshiga yalpi hududiy mahsulot (YAHM) esa 2010–2025 yillar oralig‘ida barqaror o‘sish tendensiyasiga ega. 2010 yilda bu ko‘rsatkich 1 597,5 ming so‘mni tashkil etgan bo‘lsa, 2025 yilda 19 943,2 ming so‘mga yetib, 12,5 baravar yoki 1 148,7 foizga oshgan. O‘sish ayniqsa 2016 yildan keyingi yillarda tezlashgan bo‘lib, 2016–2020 yillarda YAHM 4 997,8 ming so‘mdan 10 384,8 ming so‘mgacha, ya’ni 107,8 foizga ko‘paygan. 2021–2025 yillarda esa bu ko‘rsatkich 12 386,1 ming so‘mdan 19 943,2 ming so‘mgacha oshib, 61 foizlik yuqori sur’atni saqlab qolgan.

Bunday natija viloyatda ishlab chiqarish quvvatlarining kengayishi, xizmat ko‘rsatish sohasi rivoji va iqtisodiy faollikning oshganligini anglatadi.

Tahlillar shu shuni ko‘rsatadiki, Surxondaryo viloyatida aholi jon boshiga YAHM o‘sib borar ekan, atmosferaga chiqarilayotgan ifloslantiruvchi moddalar hajmi ham keskin ortmoqda. Bu esa iqtisodiy o‘sish jarayonining ekologik barqarorlik bilan uyg‘unlashmaganini bildiradi. Shu bois, yalpi hududiy mahsulot hajmiga atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar ta’sirini va aks ta’sirini ekonometrik modellashtirish hamda uning kelgusi darajalarini taxmin qilish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi. Bunday tahlil ekologik omillarni iqtisodiy o‘sish modeliga integratsiyalash imkonini beradi, natijada “yashil iqtisodiyot” tamoyillariga asoslangan hududiy rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqish uchun ilmiy asos yaratiladi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Iqtisodiy o‘sishga ekologik omillarning ta’sirini ko‘pgina ilmiy adabiyotlarda tahlil qilingan. Grossman G.M., Krueger A.B. [5] lar Kuznetsning ekologik egri chizig‘i g‘oyasini keng muhokama qilgan va NAFTA misolida iqtisodiy o‘sish va ifloslanish munosabatini empirik panel tahlil orqali tekshirgan. Natijada ayrim atrof-muhit indikatorlari uchun daromad oshishi bilan ifloslanish avval ko‘tarilib, keyinchalik kamayishi mumkinligi aniqlangan. Shafik N., Bandyopadhyay S. [10] muallifligidagi Jahon banki hisobotida turli mamlakatlar uchun iqtisodiy o‘sish va atrof-muhit sifat ko‘rsatkichlarining statistik tahlili berilgan. Unda katta hajmdagi panel ma’lumotlar (1960–1990 davri) dan foydalanilib, bir qancha atrof-muhit indikatorlari (toza suv, sanitar holat va boshq.) ustida log-chiziqli, kvadratik modellar sinovlari amalga oshirilgan. Ushbu tadqiqotlar panel ma’lumotlari asosida turli

hududlarning xususiyatlaridan kelib chiqib amalga oshirilgan.

Bundan tashqari, Ataniyazova M.B., Tairova Z.M. [3] lar O'zbekiston barqaror iqtisodiy rivojlanishga erishish yo'lida yashil iqtisodiyotdan foydalanish zaruriyati hamda uning holatini tahlil qiluvchi ekologik ko'rsatkichlar tizimini tadqiq qilishgan. Balbaa M.E. [4] tadqiqotida O'zbekistonda iqtisodiy o'sishning karbon chiqindilari, suv resurslari iste'moli, va yer degradatsiyasi kabi ko'rsatkichlarga ta'siri tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari iqtisodiy o'sish va atrof-muhitga bo'lgan bosimning kuchayishi o'rtasida kuchli bog'liqlik borligini ko'rsatib, barqaror rivojlanishni ta'minlash uchun boshqaruvga oid choralar zarurligini ta'kidlaydi.

Zemsov S., Barinova V., Kidyaeva V., Lanshina T. [11] larning ilmiy izlanishlarida resursga asoslangan o'sish modelida aksariyat hududlarda ekologik samaradorlik past bo'lishi, iqtisodiy o'sish bilan ekologik xarajatlar ortishi, barqaror rivojlanish yo'lida resurslardan samarali foydalanish zaruriyati tadqiq qilingan.

Biroq, ekologik omillarning iqtisodiy o'sish inertsiyasi bilan natijaga ta'sir etishi, ekologik omillarning avvalgi davr darajalarining iqtisodiy o'sishga ta'siri saqlanib qolishi hamda buning aks ta'siri alohida o'rganilmagan.

Tadqiqot metodologiyasi. Iqtisodiy o'sish jarayoniga ekologik omillarning ta'sirini baholashda oddiy regressiya tenglamalarini qo'llash samarali hisoblanadi. Bu orqali natijaga omil belgining 1 birlik o'zgarishining umumiy ta'sirini aniqlash mumkin. Shu bilan birga, omil belgilarning natijaga qisqa va uzoq muddatli ta'sirlarini aniqlash iqtisodiy jarayon haqida batafsilroq ma'lumot olish hamda jarayonni to'g'ri baholash imkonini beradi. Barqaror iqtisodiy o'sish darajalarini baholashda iqtisodiy o'sishga ekologik omillarning qisqa va uzoq muddatli ta'sirlarini aniqlash uchun AR – avtoregressiya va DL – lag taqsimlanish modellaridan foydalanish mumkin. Biroq, modelda qatnashadigan omillarning turli darajalarda integratsiyalashganligi bunday model tuzish hamda koeffitsiyentlarini to'g'ri talqin etishni qiyinlashtiradi. Shu sababli, ARIMAX modeli eng to'g'ri echim bo'ladi.

ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modeli bu uchta jarayonlar (AR - avtoregressiya, I – integratsiyalash, MA – harakatlanuvchi o'rtacha) ning kombinatsiyasi bo'lib, odatda ARIMA (p, d, q) ko'rinishida yoziladi [7]. ARIMAX modeli esa ARIMA modelini ekzogen o'zgaruvchilar bilan birgalikda foydalanishni ko'zda tutadi. Bu model iqtisodiy sohada keng foydalanilmasada, prognozlash uchun alohida o'zgaruvchilarning natijaga ta'sirini hisobga olishda yaxshi vosita hisoblanib [1], dinamik modellar sirasiga kiradi.

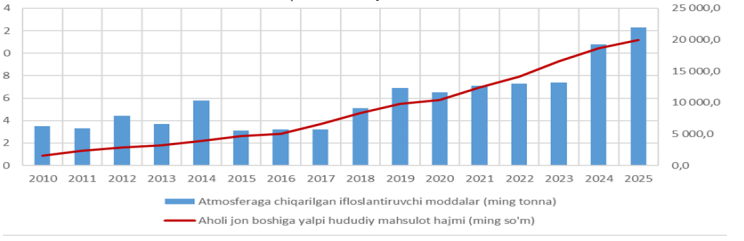
Model $ARIMAX(p,d,q) - [X_1(s_1),X_2(s_2),\dots,X_k(s_k),]$ kabi belgilanib, umumiy ko'rinishi quyidagicha [6] [9]:

$$\Delta^d y_t = c + \sum_{i=1}^{p} \varphi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j \varepsilon_{t-j} + \sum_{r=1}^{k} \sum_{m=0}^{s_r} \beta_{rm} x_{r,t-m} + \varepsilon_t \qquad (1)$$

ARIMAX modelini ishlab chiqish asosan uch bosqichga amalga oshiriladi:

1. Model tartibini aniqlash – bu bosqichda vaqtli qator hamda ekzogen omillarning statsinarligi tekshiriladi; natija necha marta differentsiallanishi orqali statsionarlikka olib kelinishi aniqlanadi; natijaning laglarining ta'siri mavjud yoki yo'qligi aniqlanadi; korrelogramma ko'zdan kechirilib, ARIMAX modelining p va q tartiblari taxmin qilinadi.
2. Model parametrlarini baholash - bu bosqichda eng ehtimollik usuli yordamida modelning parametrlari hisob-kitob qilinadi.
3. Prognozlash [2].

Tahlil va natijalar. ARIMAX modellarida ikkala Surxondaryo viloyatida aholi jon boshiga yalpi hududiy mahsulot (AYaHM) va atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar (AChIM) hajmi ko'rsatkichlarining ham statsionar bo'lishi talab etiladi. Ma'lumki, statsionarlik (stationarity) - vaqtli qatorning statistik xususiyatlari (masalan, o'rtacha, dispersiya, kovariatsiya) vaqtga bog'liq bo'lmasligi holatidir. Statsionarlikka olib kelinishi uchun bog'liq belgi va ekzogen omil ham bir yoki ikki marta differentsiallanishi lozim. Ikkala ko'rsatkichning dastlabki holatda statsionar yoki statsionar emasligi ularning chizmalarida ko'rinadi (1-rasm).




*1-rasm. Surxondaryo viloyatida aholi jon boshiga yalpi hududiy mahsulot (mlrd so'm) va atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar (ming tonna) [12].*

1-rasmga ko‘ra, ikkala ko‘rsatkich ham statsionar bo‘lmay, ularning o‘rtachalari vaqt davomida o‘sib borayotganini payqash qiyin emas. Shu sababli ularning birinchi farqlari, ya’ni hamda larning statsionarligi tekshirildi. Sinovlar kengaytirilgan Dikki-Fuller testi [8] orqali amalga oshirildi (1-jadval).

1-jadval

**Kengaytirilgan Dikki-Fuller testi natijalari[1]**

| | |
|---|---|
| Augmented Dickey-Fuller test for d_AYaHM<br>testing down from 5 lags, criterion AIC<br>sample size 8<br>unit-root null hypothesis: a = 1<br><br>test without constant<br>including 5 lags of (1-L)d_AYaHM<br>model: (1-L)y = (a-1)*y(-1) + ... + e<br>estimated value of (a - 1): 0.721804<br>test statistic: tau_nc(1) = 2.83972<br>asymptotic p-value 0.999<br>1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.001<br>lagged differences: F(5, 2) = 3.362 [0.2450]<br><br>test with constant<br>including 5 lags of (1-L)d_AYaHM<br>model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e<br>estimated value of (a - 1): 0.0590872<br>test statistic: tau_c(1) = 0.152049<br>asymptotic p-value 0.9696<br>1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.851<br>lagged differences: F(5, 1) = 3.319 [0.3933] | Augmented Dickey-Fuller test for d_AChIM<br>testing down from 5 lags, criterion AIC<br>sample size 13<br>unit-root null hypothesis: a = 1<br><br>test without constant<br>including 0 lags of (1-L)d_AChIM<br>model: (1-L)y = (a-1)*y(-1) + e<br>estimated value of (a - 1): -1.26162<br>test statistic: tau_nc(1) = -3.58814<br>asymptotic p-value 0.0003292<br>1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.068<br><br>test with constant<br>including 0 lags of (1-L)d_AChIM<br>model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e<br>estimated value of (a - 1): -1.39137<br>test statistic: tau_c(1) = -4.09267<br>asymptotic p-value 0.0009965<br>1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.035 |

1-jadvalga ko‘ra, aholi jon boshiga yalpi hududiy mahsulot ko‘rsatkichining birinchi farqi ($d_AYaHM$) uchun konstantasiz ADF testi p-qiymati 0,999 bo‘lib, bu qator stasionar emasligini bildiradi, ya’ni nol gipoteza (birlik ildiz mavjudligi) rad etilmaydi. Shuningdek, konstantali testda ham p-qiymat 0,9696 chiqib, stasionarlik mavjud emasligi tasdiqlanadi. Jadvalning o‘ng tomondagi natijalari esa atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar qatorining birinchi farqlari uchun o‘tkazilgan bo‘lib, bu yerda p-qiymatlar juda kichik (0,000392 va 0,0009965) bo‘lganligi sababli nol gipoteza rad etiladi. Demak, $d_AYaHM$ esa stasionar emas, $d_AChIM$ qatori esa stasionar. Shu asosda, birinchisi differensiyalanishni talab qiladi, ikkinchisi esa statsionar holatga kelgan deb xulosa qilinadi. Bundan yakuniy xulosa shuki, ARIMAX modelida $AYaHM$ belgining 2-tartibli farqi ($d = 2$) hamda $AChIM$ belgining 1-tartibli farqi ($d = 1$) ishtirok etadi.

Avvaliga $AYaHM$ ning 2-tartibli farqini natijaviy belgi sifatida qabul qilib, unga $AChIM$ ning 1-farqi ta’sirini ifodalovchi ARIMAX modeli tuzamiz. Modellashtirishning dastlabki bosqichida ARIMAX modelining tartibi aniqlanishi kerak. Modelning AR va MA qismlari tartiblarini ACF va PACF korrelogrammasidan aniqlanadi (2-rasm).

2-jadva

**Avtokorrelyatsiya va xususiy avtokorrelyatsiya funksiyalari korrelogrammasi[2]**

Autocorrelation function for AYaHM
***, **, * indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels
using standard error 1/T^0.5

| LAG | ACF | PACF | Q-stat. [p-value] |
|---|---|---|---|
| 1 | 0.7793 *** | 0.7793 *** | 11.0622 [0.001] |
| 2 | 0.5716 *** | -0.0910 | 17.4708 [0.000] |
| 3 | 0.3886 | -0.0680 | 20.6795 [0.000] |
| 4 | 0.2163 | -0.1025 | 21.7642 [0.000] |
| 5 | 0.0706 | -0.0702 | 21.8914 [0.001] |
| 6 | -0.0826 | -0.1575 | 22.0849 [0.001] |
| 7 | -0.2240 | -0.1345 | 23.6844 [0.001] |
| 8 | -0.3171 | -0.0584 | 27.3475 [0.001] |
| 9 | -0.3560 | -0.0167 | 32.7328 [0.000] |
| 10 | -0.3764 | -0.0784 | 39.9585 [0.000] |
| 11 | -0.3810 | -0.0757 | 49.2147 [0.000] |
| 12 | -0.3448 | -0.0009 | 59.3174 [0.000] |
| 13 | -0.2786 | 0.0020 | 69.2120 [0.000] |
| 14 | -0.1659 | 0.0768 | 76.2331 [0.000] |

2-jadvalga ko‘ra, ACF 1-lagda kuchli va sezilarli (0,7793), 2-lagda ham sezilarli (0,5716), 3-4-laglarda ham ahamiyatli bo‘lib, 5-lagdan so‘ng asta-sekin kichiklashib borgan. Bu shuni ko‘rsatadiki, ACF asta-sekin so‘nmoqda, ya’ni qator avtokorrelyatsiyalangan. PACF 1-lagda juda kuchli va sezilarli (0,7793), 2-lag va keyingilarda esa PACF keskin pasaygan (0 atrofida). PACF ning 1-lagdan keyin keskin ahamiyatsiz bo‘lganligi AR tarkibiy qismning tartibi 1 (ya’ni, $p = 1$) bo‘lishi mumkinligini anglatadi. ACF asta-sekin pasayib borishi natijasida qator avtokorrelyatsiyalanganligi hamda PACF dagi keskin pasayishlar MA tarkibiy qism tartibini 0 deb olish (ya’ni, $q = 0$) mumkinligini bildiradi. Demak, hozircha model $ARIMAX(1,2,0) - X(s)$ ko‘rinishida bo‘ladi.

Shuni ham e’tiborga olish kerakki, ekzogen omil bitta bo‘lganligi hamda kuzatuvlar soni 15 yilni qamrab olishi sababli laglar va omillarning umumiy soni maksimal 3-5 tani tashkil etishi mumkin. Bu holatda $X$ tarkibiy qism uchun s tartib maksimal 3 bo‘lishi mumkin. Shunday qilib, Yakuniy model ko‘rinishi $ARIMAX(1,2,0) - X(0-3)$ kabi bo‘lishi aniqlandi.

Vaqtli qatorlarni ARIMAX modeli yordamida modellashtirish tajribalaridan shu ma’lumki, har doim ham taxmin qilinayotgan model tartibi ahamiyatli, parametrlari ishonchli yoki qoldiqlar avtokorrelyatsiyasiz bo‘lavermaydi. Shu sababli, boshqa tartiblarni ham tajriba qilish maqsadga muvofiq. Bunda Akaike, Shwartz kabi axborot mezonlari eng maqbul model tartibini aniqlovchi vosita bo‘lib xizmat qiladi (3-jadval).

3-jadval

**Axborot mezonlari tahlili[3]**

Estimated using AS 197 (exact ML)
Dependent variable AYaHM, T = 12
Criteria for ARIMA(p, 2, q) specifications

| p, q | AIC | BIC | HQC | loglik |
|---|---|---|---|---|
| 0, 0 | NA | NA | NA | NA |
| 0, 1 | NA | NA | NA | NA |
| 0, 2 | NA | NA | NA | NA |
| 0, 3 | NA | NA | NA | NA |
| 1, 0 | NA | NA | NA | NA |
| 1, 1 | 195.3205 | 197.2602 | 194.6024 | -93.6603 |
| 1, 2 | 195.4710 | 197.8956 | 194.5734 | -92.7355 |
| 1, 3 | NA | NA | NA | NA |
| 2, 0 | 195.5129 | 197.4525 | 194.7947 | -93.7564 |
| 2, 1 | 197.3172 | 199.7418 | 196.4196 | -93.6586 |
| 2, 2 | 197.3107 | 200.2202 | 196.2335 | -92.6554 |
| 2, 3 | 196.7449 | 200.1393 | 195.4882 | -91.3725 |
| 3, 0 | 196.0737 | 198.4983 | 195.1761 | -93.0369 |
| 3, 1 | 199.2107 | 202.1202 | 198.1336 | -93.6054 |
| 3, 2 | 193.3079* | 196.7023* | 192.0512* | -89.6540 |
| 3, 3 | 198.5675 | 202.4467 | 197.1312 | -91.2837 |

'*' indicates best, per criterion
'NA' indicates that a specification could not be estimated
Log-likelihood ('loglik') is provided for reference

3-jadvaldagi barcha AIC, BIC va HQC mezonlari $p = 3$ va $q = 2$ bo‘lganda eng kichik qiymatga erishgan. Bu tajribada ekzogen omil belgi ham qatnashgan. Demak, ARIMAX(3, 2, 2) – X(0). Shuningdek, ekzogen omil belgi va uning 1-lagi qatnashgan test ARIMAX(1, 2, 0) – X(1) ga; ekzogen omil belgi va uning 1-2-laglari qatnashgan test ARIMAX(3, 2, 0) – X(2) ga; ekzogen omil belgi va uning 1-3-laglari qatnashgan test ARIMAX(2, 2, 0) – X(3) galarga dalolat qildi.

Barcha model tartiblari sinovlari natijalari 4-jadvalda keltirildi.

4-jadval

**ARIMAX modelining turli tartiblari[4]**

| ARIMA modeli tartibi | MAPE | AIC | $R^2$ | Fisher z mezoni |
|---|---|---|---|---|
| ARIMAX(1, 2, 0) – X(0) | 6,0123 | 193,8380 | 0,987538 | $c$ va $\beta_1$ ahamiyatsiz |
| ARIMAX(1, 2, 0) – X(1) | 3,4656 | 174,8082 | 0,992448 | Ahamiyatli |
| ARIMAX(1, 2, 0) – X(2) | 3,5334 | 162,4002 | 0,991406 | $\beta_3$ ahamiyatsiz |
| ARIMAX(1, 2, 0) – X(3) | 2,2866 | 141,4219 | 0,996677 | Ahamiyatli |
| ARIMAX(3, 2, 2) – X(0) | *Lag yoki parametrlar soni ko‘p.* | | | |
| ARIMAX(1, 2, 0) – X(1) | 3,4656 | 174,8082 | 0,992448 | Ahamiyatli |
| ARIMAX(3, 2, 0) – X(2) | *Lag yoki parametrlar soni ko‘p.* | | | |
| ARIMAX(2, 2, 0) – X(3) | 2,3205% | 142,9784 | 0,9968 | $\varphi_2$ va $\beta_2$ ahamiyatsiz |

4-jadvaldagi ARIMAX(1, 2, 0) – X(3) modelining approksimatsiya xatoligi hamda bir paytda AIC mezoni eng kichik bo‘lib, u eng maqbul model hisoblanadi. Model parametrlarini baholash natijalari 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

**Model parametrlarini baholash natijalari**[5]

Model 4: ARMAX, using observations 2016-2024 (T = 9)
Dependent variable: (1-L)^2 AYaHM
Standard errors based on Hessian

| | *Coefficient* | *Std. Error* | *z* | *p-value* | |
|---|---|---|---|---|---|
| const | 149.270 | 47.2185 | 3.161 | 0.0016 | *** |
| phi_1 | −0.958294 | 0.0603590 | −15.88 | <0.0001 | *** |
| d_AChIM | 149.890 | 38.9110 | 3.852 | 0.0001 | *** |
| d_AChIM_1 | 83.9876 | 47.3007 | 1.776 | 0.0758 | * |
| d_AChIM_2 | −98.1019 | 40.2295 | −2.439 | 0.0147 | ** |
| d_AChIM_3 | −177.896 | 41.5888 | −4.277 | <0.0001 | *** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mean dependent var | 157.7556 | S.D. dependent var | 785.6949 |
| Mean of innovations | −30.47158 | S.D. of innovations | 249.8567 |
| R-squared | 0.996677 | Adjusted R-squared | 0.993354 |
| Log-likelihood | −63.71096 | Akaike criterion | 141.4219 |
| Schwarz criterion | 142.8025 | Hannan-Quinn | 138.4426 |

| | *Real* | *Imaginary* | *Modulus* | *Frequency* |
|---|---|---|---|---|
| AR | | | | |
| Root 1 | -1.0435 | 0.0000 | 1.0435 | 0.5000 |

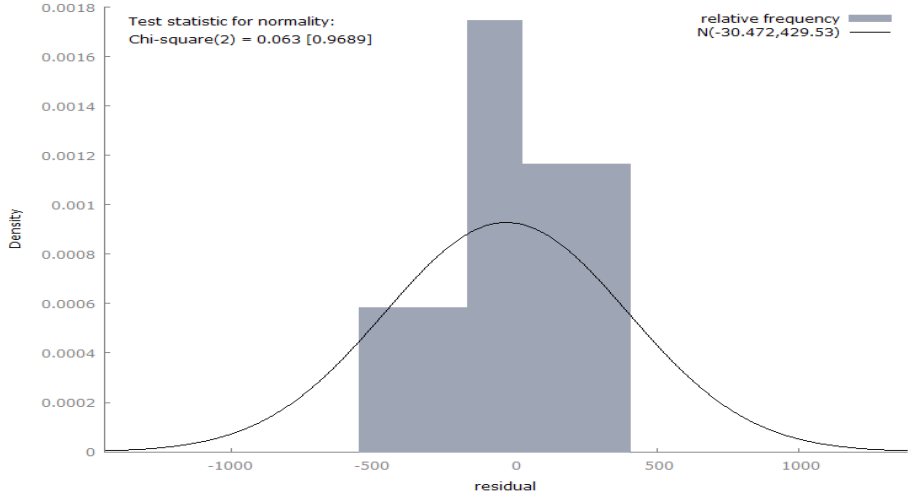
Modelning matematik ifodasi quyidagicha bo‘ladi:

$$\Delta^2 y_t = 149{,}27 - 0{,}958294 y_{t-i} + 149{,}89 x_t + 83{,}9876 x_{t-1} - 98{,}1019 x_{t-2} - 177{,}896 x_{t-3} + \varepsilon_t$$

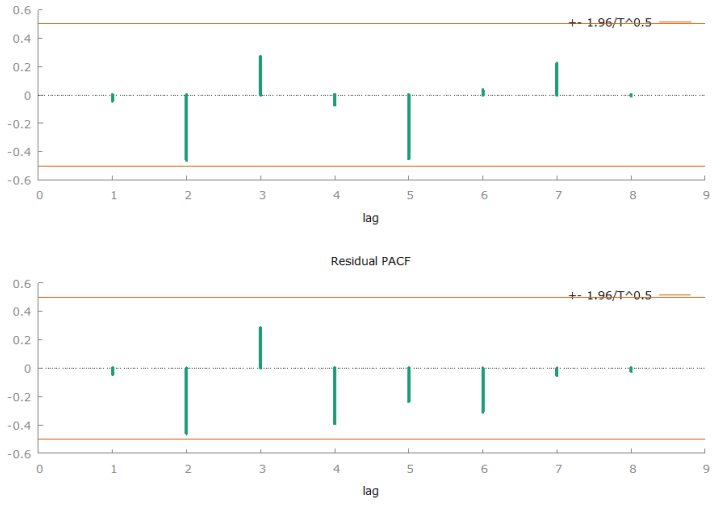
Regression tahlilda tuzilgan modelning qoldiqlari turli mezonlr asosida tekshilirishi talab etiladi. ARIMAX modelining qoldiqlarining normal taqsimlanganligini tekshirish uchun $\chi^2$ (Chi-square) testi o‘tkazildi (2-rasm).

2-rasmdagi natijalarga ko‘ra $\chi^2$ (Chi-square) testi p-qiymati 0.9689 bo‘lgani sababli, qoldiqlar normal taqsimlangan degan nol gipoteza rad etilmadi. Shuningdek, qoldiqlarda avtokorrelyatsiya mavjud emasligi tekshirildi (3-rasm).

3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, biror bir holatda ahamiyatli lag mavjud bo‘lmay, qoldiqlarda avtokorrelyatsiya mavjud emas.




*2-rasm. Qoldiqning normalligini tekshirish natijalari*[6]




*3-rasm. Qoldiqlarda bo'yicha ACF va PACF korrelogrammasi*[7]

**Xulosa va takliflar.** (2) model natijalariga ko'ra, aholi jon boshiga to'g'ri keladigan yalpi hududiy mahsulotning (AYaHM) o'sish sur'atlari atmosfera ifloslanishidagi o'zgarishlar bilan sezilarli darajada bog'liq. ARIMAX modelida $\beta_1 = 149{,}89$ koeffitsiyenti shuni anglatadiki, agar atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi modda hajmi oldingi yilga nisbatan 1 ming tonnaga oshsa, aholi jon boshiga YaHM o'sishi o'rtacha 149,9 ming so'mga oshadi. Biroq bu ta'sir vaqt o'tishi bilan kamayadi va teskari yo'nalishga o'tadi: bir yil kechikkan ta'sir ($\beta_2 = 83{,}99$) ijobiy, ammo statistik jihatdan 0,10 darajada ahamiyatli; ikki yil kechikkan ta'sir ($\beta_3 = -98{,}10$) manfiy va sezilarli, uch yil kechikkan ta'sir ($\beta_4 = -177{,}89$) esa yanada kuchli manfiydir. Bu shuni ko'rsatadiki, qisqa muddatda ifloslanishning ortishi ishlab chiqarish faolligini oshiradi, lekin uzoq muddatda ekologik yuk iqtisodiy o'sishga salbiy ta'sir ko'rsatadi. $\varphi_1 = -0{,}9583$ koeffitsiyenti esa AYaHMning avvalgi davr o'zgarishlari bilan kuchli manfiy bog'liqligini bildiradi, ya'ni iqtisodiy o'sish sur'atlarida teskari sikliklik mavjud. Modelning yuqori aniqligi ($R^2 = 0.9967$) natijalarni ishonchli deb baholash imkonini beradi.

## Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Anggraenia W., Andri K.B., Sumaryanto, Mahananto F. The Performance of ARIMAX model and vector autoregressive (VAR) model in forecasting strategic commodity price in Indonesia. // 4th Information systems international conference 2017, ISICO 2017, 6-8 November 2017, Bali, Indonesia
2. Andrews B.H., Dean M.D., Swain R., Cole C., Building ARIMA and ARIMAX models for predicting long-term disability benefit application rates in the public/ private sectors. University of Southern Maine // Society of Actuaries. August 2013.
3. Ataniyazova M.B., Tairova Z.M. A Study of the importance of green economy in Uzbekistan sustainable economic development and its measurement indicators in relation to environment // Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot jurnali. Vol. 1 No. 4, 2024
4. Balbaa M.E. Assessing the effects of GDP expansion on environmental degradation in Uzbekistan // Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot jurnali, Vol. 2 No. 11, 2024.
5. Grossman G.M., Krueger A.B. Economic Growth and the Environment. 1994
6. Ibragimov K., Turayev B.E., Zaripova M.Dj., Khuramov S. Forecasting of housing construction in 2024-2029 Surkhandarya province. International Scientific Conference on Modern Problems of Applied Science and Engineering AIP Conf. Proc. 3244, 020045-1–020045-11, November, 2024
7. Kaveh A. Adli. Forecasting Steel Prices Using ARIMAX model: a case study of Turkey // The International Journal of Business Management and Technology, Volume 4, Issue 5, September–October 2020.
8. Kenjayev T.A., Turayev B.E. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini yetishtirish hajmini modellashtirish va prognozlashda ARIMA modelidan foydalanish imkoniyatlari // Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot № 12-son. 2024.
9. Neshata N., Hadian H., Behzad M. Nonlinear ARIMAX model for long –term sectoral demand forecasting // Management Science Letters 8, 2018. – 581-592
10. Shafik N., Bandyopadhyay S. Economic Growth and the Environment // World Bank report, 1992.
11. Земцов С.П., Баринова В.А., Кидяева В. М., Ланшина Т. П. Экологическая эффективност и устойчивое развитие регионов России за двадцатилетие сырьевого роста // Экономическая политика. Т. 15, № 2. 2020. - с. 18-47.
12. www.stat.uz - O'zbekiston respublikasi Milliy statistika qo'mitasi sayti.