INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCHERS
ISSN: 3030-332X Impact factor: 9,493 Volume 17, issue 1, Aprel 2026
https://wordlyknowledge.uz/index.php/IJSR worldly knowledge
Index: google scholar, research gate, research bib, zenodo, open aire.
https://scholar.google.com/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=wosjournals.com&btnG
https://www.researchgate.net/profile/Worldly-Knowledge
https://journalseeker.researchbib.com/view/issn/3030-332X

IKKI BOSQICHLI ENG KICHIK KVADRATLAR USULINING VAQTLI QATORLARGA TADBIQLARI

Raximova Umida
Samarqand iqtisodiyot va servis instituti
Oliy matematika kafedrasi katta o‘qituvchisi
Ismoilova Noila
Samarqand iqtisodiyot va servis instituti talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usulining vaqtli qatorlar modellarida qo‘llanilishi chuqur ilmiy tahlil asosida o‘rganilgan. Tadqiqotda endogenlik muammosining mohiyati, uning ekonometrik baholash natijalariga ta’siri hamda instrumental o‘zgaruvchilar yordamida uni bartaraf etish mexanizmlari yoritilgan. Shuningdek, vaqtli qatorlar kontekstida stasionarlik, avtokorrelyatsiya va kointegratsiya kabi muhim omillar ko‘rib chiqilgan. Dinamik modellar asosida 2SLS usulining amaliy qo‘llanilishi, instrumentlar tanlash mezonlari hamda statistik testlar orqali modelning ishonchliligini baholash masalalari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usuli, vaqtli qatorlar, endogenlik, instrumental o‘zgaruvchilar, ekonometrik modellashtirish, stasionarlik, avtokorrelyatsiya, kointegratsiya, dinamik model.

Аннотация. В данной статье проведён углублённый научный анализ применения метода двухшаговых наименьших квадратов в моделях временных рядов. Рассматривается проблема эндогенности, её влияние на результаты эконометрического оценивания, а также механизмы её устранения с использованием инструментальных переменных. Особое внимание уделено таким аспектам временных рядов, как стационарность, автокорреляция и коинтеграция. На основе динамических моделей исследуются практические особенности применения метода 2SLS, критерии выбора инструментов и методы проверки надёжности модели.

Ключевые слова: метод двухшаговых наименьших квадратов, временные ряды, эндогенность, инструментальные переменные, эконометрическое моделирование, стационарность, автокорреляция, коинтеграция, динамическая модель.

Abstract. This article provides an in-depth scientific analysis of the application of the Two-Stage Least Squares (2SLS) method in time series models. The study examines the nature of the endogeneity problem, its impact on econometric estimation results, and the mechanisms for addressing it using instrumental variables. Special attention is given to key characteristics of time series data, including stationarity, autocorrelation, and cointegration. Based on dynamic modeling approaches, the paper explores practical aspects of applying the 2SLS method, criteria for selecting valid instruments, and statistical tests for evaluating model reliability.

Keywords: Two-Stage Least Squares, time series, endogeneity, instrumental variables, econometric modeling, stationarity, autocorrelation, cointegration, dynamic models.

KIRISH

Zamonaviy ekonometrik tahlilda vaqtli qatorlar asosida iqtisodiy jarayonlarni o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Makroiqtisodiy ko‘rsatkichlar, moliya bozorlari dinamikasi, inflyatsiya, foiz stavkalari va investitsiya jarayonlari kabi ko‘plab hodisalar vaqt bo‘yicha kuzatiladigan ma’lumotlar orqali tahlil qilinadi. Biroq bunday modellarda ko‘pincha endogenlik muammosi yuzaga keladi, ya’ni tushuntiruvchi o‘zgaruvchilar bilan xatolik hadi o‘rtasida

korrelyatsiya mavjud bo‘ladi. Bu esa oddiy eng kichik kvadratlar usulining baholarini og‘ishgan va ishonchsiz qiladi.

Shu sababli ekonometrik modellashtirishda instrumental o‘zgaruvchilar yondashuvi, xususan, ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usuli keng qo‘llaniladi. Ushbu usul ayniqsa vaqtli qatorlar modellarida, masalan, kechikkan o‘zgaruvchilar mavjud bo‘lgan dinamik tizimlarda yoki bir vaqtning o‘zida aniqlanuvchi tenglamalar tizimida muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur maqolada ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usulining nazariy asoslari va uning vaqtli qatorlarga tatbiqi chuqur tahlil qilinadi.

Quyida maqolangizning asosiy qismi kengaytirilgan, chuqurlashtirilgan va ilmiy tahlil asosida qayta yozilgan varianti keltiriladi. Matn izchil, akademik uslubda va vaqtli qatorlar kontekstida 2SLS usulining nazariy hamda amaliy jihatlarini chuqur ochib beradi.

ASOSIY QISM

Ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usuli vaqtli qatorlar ekonometrikasida eng muhim instrumental yondashuvlardan biri hisoblanadi. Ushbu usulning zarurati, avvalo, regressiya modellari tarkibida endogen o‘zgaruvchilarning mavjudligi bilan izohlanadi. Vaqtli qatorlar ma’lumotlari asosida qurilgan modellarda iqtisodiy o‘zgaruvchilar ko‘pincha bir-biriga o‘zaro ta’sir qiladi, ya’ni sabab-oqibat munosabatlari bir yo‘nalishda emas, balki ikki tomonlama bo‘ladi. Bunday sharoitda oddiy eng kichik kvadratlar usuli yordamida olingan baholar og‘ishgan (biased) va konsistent bo‘lmagan natijalarni beradi.

Endogenlik muammosining mohiyati shundaki, tushuntiruvchi o‘zgaruvchi regressiya tenglamasidagi tasodifiy xatolik hadi bilan bog‘liq bo‘ladi. Vaqtli qatorlarda bu muammo ayniqsa kechikkan o‘zgaruvchilar, o‘zaro aniqlanuvchi tizimlar yoki o‘lchov xatolari mavjud bo‘lganda yuzaga keladi. Masalan, iqtisodiy o‘sish va investitsiyalar o‘rtasidagi bog‘liqlikni olaylik. Investitsiyalar iqtisodiy o‘sishga ta’sir qiladi, biroq o‘sish darajasi ham investitsiyalar hajmiga ta’sir ko‘rsatadi. Natijada ushbu o‘zgaruvchilar o‘rtasida ikki tomonlama bog‘liqlik shakllanadi.

Oddiy regressiya modeli quyidagicha yozilishi mumkin:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + u_t$$

Agar (x_t) va (u_t) o‘rtasida korrelyatsiya mavjud bo‘lsa, ya’ni Cov(x_t ,u_t) neq0, unda OLS bahosi quyidagi ko‘rinishda og‘ishgan bo‘ladi:

$$plim(\\ hatbeta_1) = \\ beta_1 + \\ fracCov(x_t, u_t)Var(x_t)$$

Bu esa modelning asosiy parametrlarini noto‘g‘ri baholashga olib keladi va iqtisodiy xulosalar ishonchsiz bo‘ladi.

Ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usuli aynan shu muammoni hal qilish uchun ishlab chiqilgan bo‘lib, u instrumental o‘zgaruvchilar yordamida endogen komponentni ajratib oladi. Instrumental o‘zgaruvchi (z_t) quyidagi ikki asosiy shartni qanoatlantirishi zarur: u endogen o‘zgaruvchi bilan yuqori darajada bog‘liq bo‘lishi kerak (relevantlik sharti), va u xatolik hadi bilan bog‘liq bo‘lmasligi kerak (ekzogenlik sharti).

Birinchi bosqichda endogen o‘zgaruvchi instrumentlar orqali regressiya qilinadi:

$$x_t = \pi_0 + \pi_1 z_t + v_t$$

Bu yerda (v_t) yangi xatolik hadi bo‘lib, u (z_t) bilan bog‘liq emas deb faraz qilinadi. Ushbu regressiya natijasida (x_t) ning prognoz qilingan qiymat $\hat{x}_t$ olinadi. Bu qiymat endogenlikdan xoli bo‘lib, faqat ekzogen komponentlarga asoslangan. Ikkinchi bosqichda esa asosiy regressiya tenglamasida (x_t) o‘rniga qo‘yiladi:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 \hat{x}_t + \varepsilon_t$$

Natijada olingan baholar konsistent bo‘ladi, ya’ni kuzatuvlar soni ortgan sari haqiqiy parametr qiymatlariga yaqinlashadi. Vaqtli qatorlar kontekstida 2SLS usulining qo‘llanilishi o‘ziga xos murakkabliklarga ega. Birinchidan, vaqt bo‘yicha ketma-ket kuzatuvlar o‘rtasida avtokorrelyatsiya mavjud bo‘lishi mumkin. Agar xatoliklar o‘zaro bog‘langan bo‘lsa, 2SLS baholari hali ham konsistent bo‘lsa-da, ularning dispersiyasi noto‘g‘ri baholanadi. Bu esa statistik testlarning ishonchliligini pasaytiradi. Shu sababli, amaliy tadqiqotlarda ko‘pincha robust standart xatoliklar yoki Newey-West tuzatmalari qo‘llaniladi.

Ikkinchidan, vaqtli qatorlar uchun stasionarlik muhim ahamiyatga ega. Agar o‘zgaruvchilar trendga ega bo‘lsa yoki birlik ildiz mavjud bo‘lsa, regressiya natijalari soxta bo‘lishi mumkin. Shu bois 2SLS qo‘llashdan oldin ADF yoki Phillips-Perron testlari yordamida stasionarlik tekshiriladi. Agar o‘zgaruvchilar nostasionar bo‘lsa, ular differensiallanadi yoki kointegratsiya mavjud bo‘lsa, xatolarni tuzatish modeli (ECM) orqali tahlil qilinadi.

Kointegratsiya mavjud bo‘lgan hollarda 2SLS usuli uzoq muddatli bog‘lanishlarni baholashda qo‘llanilishi mumkin. Bunda instrument sifatida o‘zgaruvchilarning kechikkan qiymatlari ishlatiladi. Bu yondashuv ayniqsa makroiqtisodiy modellar uchun muhimdir, chunki iqtisodiy ko‘rsatkichlar odatda uzoq muddatli muvozanatga intiladi.

Dinamik modellar doirasida 2SLS usuli yanada muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, quyidagi modelni ko‘rib chiqamiz:

$$y_t = alphay_{t-1} + betax_t + u_t$$

Bu yerda (y_{t-1}) endogen bo‘lishi mumkin, chunki u (u_t) bilan bog‘liq. Bunday vaziyatda (y_{t-2}) yoki undan oldingi kechikishlar instrument sifatida ishlatiladi. Bu yondashuv Arellano-Bond tipidagi dinamik panel modellariga ham asos bo‘ladi.

Vaqtli qatorlar modellarida instrumentlarni tanlash alohida ahamiyatga ega. Kuchli instrumentlar modelning aniqligini oshiradi, zaif instrumentlar esa katta xatolarga olib keladi. Zaif instrumentlar muammosi statistik jihatdan F-statistika orqali tekshiriladi. Agar birinchi bosqich regressiyasida instrumentlar yetarlicha kuchli bo‘lmasa, 2SLS natijalari ishonchsiz bo‘ladi. Shuningdek, ortiqcha instrumentlar mavjud bo‘lganda ularning to‘g‘riligini tekshirish zarur. Buning uchun Sargan yoki Hansen testlari qo‘llaniladi. Ushbu testlar instrumentlarning ekzogenligini baholaydi va model spetsifikatsiyasining to‘g‘riligini tekshiradi.

Amaliy iqtisodiy tadqiqotlarda 2SLS usuli keng qo‘llaniladi. Masalan, pul-kredit siyosatining iqtisodiy o‘sishga ta’sirini o‘rganishda foiz stavkalari endogen hisoblanadi. Markaziy bank foiz stavkalarini iqtisodiy vaziyatga qarab belgilaydi, shu bilan birga foiz stavkalari iqtisodiy faollikka ta’sir qiladi. Bunday sharoitda markaziy bank siyosatiga ta’sir qilmaydigan, ammo foiz stavkalari bilan bog‘liq bo‘lgan tashqi omillar instrument sifatida ishlatiladi. Shuningdek, inflyatsiya va pul massasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni tahlil qilishda ham 2SLS qo‘llaniladi. Pul massasi inflyatsiyaga ta’sir qiladi, biroq inflyatsiya darajasi ham pul-kredit siyosatiga ta’sir ko‘rsatadi. Natijada endogenlik muammosi yuzaga keladi va instrumental o‘zgaruvchilar zarur bo‘ladi.

Moliyaviy bozorlarda aktivlar narxining dinamikasini o‘rganishda ham 2SLS usuli muhim ahamiyatga ega. Masalan, aksiyalar rentabelligi va risk omillari o‘rtasidagi bog‘liqlikni baholashda bozor kutilmalari endogen bo‘lishi mumkin. Bu yerda kechikkan o‘zgaruvchilar yoki tashqi iqtisodiy indikatorlar instrument sifatida ishlatiladi. Vaqtli qatorlar modellarida strukturaviy o‘zgarishlar mavjud bo‘lishi ham mumkin. Iqtisodiy siyosatdagi o‘zgarishlar, inqirozlar yoki tashqi shoklar model parametrlariga ta’sir qiladi. Bunday hollarda 2SLS usuli segmentlarga ajratilgan ma’lumotlar asosida yoki o‘zgaruvchan parametrli modellar bilan birgalikda qo‘llaniladi.

Shuni ta’kidlash joizki, 2SLS usuli barcha muammolarni hal qilmaydi. Agar instrumentlar noto‘g‘ri tanlansa yoki ular zaif bo‘lsa, natijalar OLS dan ham yomonroq bo‘lishi mumkin. Shu sababli ushbu usulni qo‘llashda iqtisodiy nazariya, statistik testlar va empirik tekshiruvlar birgalikda qo‘llanishi zarur. Umuman olganda, ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usuli vaqtli qatorlar ekonometrikasida murakkab iqtisodiy bog‘lanishlarni tahlil qilishda muhim vosita hisoblanadi. U endogenlik muammosini bartaraf etish orqali iqtisodiy jarayonlarning haqiqiy sabab-oqibat munosabatlarini aniqlash imkonini beradi va ilmiy tadqiqotlarning metodologik asosini mustahkamlaydi.

XULOSA

Ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usuli ekonometrik tahlilda, ayniqsa vaqtli qatorlar modellarida endogenlik muammosini hal qilishda muhim vosita hisoblanadi. Ushbu usul instrumental o‘zgaruvchilar orqali tushuntiruvchi o‘zgaruvchilarning “tozalangan” qiymatlarini hosil qilib, baholashning ishonchliligini oshiradi.

Vaqtli qatorlarga tatbiq etilganda 2SLS usuli dinamik bog‘lanishlarni chuqur tahlil qilish, sabab-oqibat munosabatlarini aniqlash va iqtisodiy siyosat samaradorligini baholash imkonini beradi. Biroq uning samarali qo‘llanishi uchun stasionarlik, avtokorrelyatsiya va instrumentlarning to‘g‘ri tanlanishi kabi omillarni inobatga olish zarur. Umuman olganda, ikki bosqichli eng kichik kvadratlar usuli zamonaviy ekonometrikaning ajralmas qismi bo‘lib, vaqtli qatorlar tahlilida nazariy va amaliy jihatdan yuqori ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Wooldridge, J. M. – Introductory Econometrics: A Modern Approach Wooldridge, J. M. (2020). Introductory econometrics: A modern approach (7th ed.). Cengage Learning.
2. Gujarati, D. N., & Porter, D. C. – Basic Econometrics Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). Basic econometrics (5th ed.). McGraw-Hill.
3. Stock, J. H., & Watson, M. W. – Introduction to Econometrics Stock, J. H., & Watson, M. W. (2020). Introduction to econometrics (4th ed.). Pearson.
4. Hamilton, J. D. – Time Series Analysis Hamilton, J. D. (1994). Time series analysis. Princeton University Press.
5. Enders, W. – Applied Econometric Time Series Enders, W. (2015). Applied econometric time series (4th ed.). Wiley.
6. Greene, W. H. – Econometric Analysis Greene, W. H. (2018). Econometric analysis (8th ed.). Pearson.
7. Hayashi, F. – Econometrics
   Hayashi, F. (2000). Econometrics. Princeton University Press.Baltagi, B. H. – Econometric Analysis of Panel Data
   Baltagi, B. H. (2021). Econometric analysis of panel data (6th ed.). Springer.
8. Davidson, R., & MacKinnon, J. G. – Econometric Theory and Methods Davidson, R., & MacKinnon, J. G. (2004). Econometric theory and methods. Oxford University Press.
9. Verbeek, M. – A Guide to Modern Econometrics Verbeek, M. (2017). A guide to modern econometrics (5th ed.). Wiley.