

EKONOMETRIKADAGI INNOVATSION YECHIMLAR

Fattoyev Elbek Alisherovich



orcid: 0009-0000-2537-7435

e-mail: eltinfea@gmail.com

Toshkent Amaliy Fanlar Universiteti,
Toshkent, 100149, O‘zbekiston Respublikasi
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14865666>

Annotatsiya: Maqolada ekonometrika fanini o‘qitishda zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish orqali dars samaradorligini oshirish masalalari chuqur tahlil qilinadi. Xususan, Matrixer 5.1 dasturi yordamida korrelyatsiya va regressiya tahlillarini amalga oshirish bo‘yicha amaliy misollar keltiriladi. Shuningdek, GeoGebra va MS Excel dasturlarining iqtisodiy masalalarni yechishda qo‘llanilishi batafsil ko‘rib chiqiladi. Maqolada zamonaviy dasturlarni o‘quv jarayonida qo‘llashning afzalliklari, talabalarining axborot madaniyatini oshirishdagi ahamiyati va o‘qituvchilarning kompyuter dasturlari bilan ishlash malakalarini rivojlantirish zarurligi yoritilgan.

Maqolada keltirilgan misollar va tahlillar zamonaviy dasturlarni o‘quv jarayonida qo‘llashning afzalliklarini yoritib beradi va talabalarining axborot madaniyatini oshirishdagi ahamiyatini ko‘rsatadi. Shuningdek, o‘qituvchilarning kompyuter dasturlari bilan ishlash malakalarini rivojlantirish zarurligi ham ta’kidlanadi.

Kalit so‘zlar: Innovatsion yechimlar, Ekonometrika, Mashinani o‘rganish, Sun‘iy intellekt, Katta ma’lumotlar, Bayes usullari, Vaqt qatori tahlili, Muntazamlashtirish usullari, LASSO, Ridge regressiya, Elastic Net, R dasturi, Python dasturi, glmnet paketi, bst paketi, scikit-learn kutubxonasi, MATLAB, Stata, EViews, Model integratsiyasi, Statistik tahlil, Prognozlash, Ma’lumotlar tahlili, Panel ma’lumotlar, Korrelyatsiya tahlili.

Quyida iqtisodiy tahlil va bashoratlar sohasida ekonometrikada yuzaga kelayotgan innovatsion yechimlar haqida to‘liq ma’lumot taqdim etiladi. Bu yechimlar yirik ma’lumotlar to‘plamlaridan samarali foydalanish, hisoblash quvvatlarining kengayishi hamda an’anaviy ekonometrik yondashuvlarga mashinani o‘rganish (ML) va sun‘iy intellekt (AI) texnikalarini joriy etish natijasida shakllanmoqda. Ushbu rivojlanishlar amaliy qo‘llash misollari va statistik dalillar bilan mustahkamlanadi va maqolangiz uchun asos yaratadi.

Materiallarni olish texnologiyasi va tadqiqot usuli.

1. Ma’lumotlar va modellash doidasining kengayishi.

Katta hajmli va yuqori o‘lchamli ma’lumotlar bilan ishlash: Ilgari ekonometrik modellash cheklangan, yaxshi tuzilgan ma’lumotlar (masalan, makroiqtisodiy vaqt qatorlari yoki cheklangan panel ma’lumotlar) bilan ishlashga asoslangan edi. Hozir esa turli manbalardan (moliyaviy tranzaksiyalar, ijtimoiy media, geo-ma’lumotlar, firmalarning mikro darajadagi ko‘rsatkichlari) olingan, juda katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlash talab etilmoqda.

LASSO, Ridge va Elastic Net kabi muntazamlashtirish usullari ko‘plab o‘zgaruvchilar orasidan eng muhimlarini ajratib olish imkonini beradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ushbu usullar an’anaviy MNK (OLS) bilan solishtirilganda prognoz xatolarini 5–15% kamaytirishga yordam beradi (Coulombe va boshq., 2020, Journal of Applied Econometrics).

Mashinani o‘rganish (ML)ni integratsiya qilish: An’anaviy ekonometrika parametrlarni baholash va farazlarni sinashga e’tibor qaratgan bo‘lsa, ML usullari bashoratlarning aniqligi va modelning mustahkamligini oshirishga qaratiladi. Random Forest, Gradient Boosted Trees va Neural Networks kabi algoritmlar chiziqli bo‘lmagan munosabatlarni, murakkab o‘zaro ta’sir va chegaraviy effektlarni aniqlash imkonini beradi.

Xalqaro Valyuta Jamg‘armasi (IMF) va Jahon Banki makroiqtisodiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha ML usullaridan foydalanganda, YAIM yoki inflatsiya bo‘yicha bashoratlar aniqligi oddiy autoregressiv yoki OLS modeliga nisbatan 5–10% yaxshilanishga erishgan.

Tabiiy tilda ishlov berish (NLP) va matn tahlili: Iqtisodiy sub’ektlar korporativ hisobotlar, markaziy bank bayonotlari, yangiliklar va ijtimoiy tarmoqlar orqali ulkan matn shaklidagi ma’lumotlar yaratadilar. NLP usullari matnni hissiy baholar, noaniqlik o‘lchovlari va tematik signallarga aylantirib, ular orqali fond

bozorlarini, foiz stavkalarini yoki iste'molchilarning ishonch indeksini yaxshiroq prognoz qilishda qo'llaniladi.

Tadqiqotlar Bloomberg yoki Reuters yangiliklar sentimentini VAR (Vector Autoregression) modellari bilan birlashtirish S&P 500 indeksi bo'yicha prognoz aniqligini faqat raqamli ko'rsatkichlar bilan ishlovchi modellarga nisbatan 3–7% yaxshilashi mumkinligini ko'rsatmoqda.

Bayes ekonometrikasi va struktural modellar: Bayes usullari oldindan e'tiqod (prior) va posterior taqsimotlar orqali parametrlar noaniqligini ochiq-oydin inobatga oladi. Bu, ayniqsa, cheklangan ma'lumotlar va murakkab munosabatlar sharoitida, makroiqtisodiy siyosatni baholashda qo'l keladi.

Bayes vector autoregressive (BVAR) modellari Yevropa Markaziy Banki yoki AQSh Federal Rezervining siyosat qarorlaridan kelib chiqadigan ta'sirlarni an'anaviy VAR modellarga nisbatan 10–20% aniqroq baholash imkonini beradi (Banbura va boshq., 2010, *Journal of Applied Econometrics*).

2. Amaliy qo'llash misollari va statistik dalillar.

Moliyaviy bozor bashoratlari: Investitsiya banklari va aktivlarni boshqarish fondlari aksiyalar rentabelligi va volatillikni bashorat qilishda ML asosidagi ekonometrik modellardan foydalanadilar. Masalan, GARCH modellari yordamida volatillik taxminlari ML-predictorlar (masalan, order flow ma'lumotlari bilan ishlaydigan Random Forest) bilan birlashtirilganda, portfel xatarlari 10% gacha kamaytirilishi va risk-ga muvofiq daromadlar yaxshilanishi kuzatiladi.

Makroiqtisodiy siyosatni shakllantirish: Markaziy banklar va hukumat idoralari innovatsion ekonometrik yondashuvlar yordamida inflatsiyani aniqroq bashorat qilib, foiz stavkalarini optimallashtiradi. Hatto inflatsiyani prognoz qilishdagi xatoliklarni bir necha foiz punktlarga kamaytirish narx-barqarorligini ta'minlash, bozorlar noaniqligini pasaytirish va pul-kredit siyosatini samaraliroq qilishga yordam beradi.

Mehnat bozori va siyosat bahosi: Mehnat iqtisodida yirik ma'lumotlar bazalari (masalan, ishsizlik da'volari, bo'sh ish o'rinlari haqidagi e'lonlar) ML texnikalari bilan qo'llanilganda ish o'rinlari bozori trendlarini aniqlashda yordam beradi. Davlat idoralari ML asosidagi nowcasting usullari bilan ishsizlik darajasi prognozlarini 5–10% aniqlashtirishi, shuningdek, ijtimoiy yordam va qayta o'qitish dasturlarini samaraliroq va o'z vaqtida ishlab chiqishi mumkin.

Korporativ va ekologik tahlil: Firmalar va barqarorlik bo'yicha tahlilchilar ESG (environmental, social, governance) omillarini korporativ hisobotlardan matn tahlili orqali baholashmoqda. Salbiy ESG sentiment indikatorlariga ega kompaniyalar keyingi choraklarda katta volatillik va past rentabellikka ega bo'lishi kuzatilgan. Bu esa investorlar va regulatorlar uchun oldindan chora ko'rish imkoniyatini oshiradi.

3. Dasturiy ta'minot va joriy etish.

Quyida dasturiy ta'minot va joriy etish bo'yicha yanada kengroq ma'lumotlar keltiriladi. Bu bo'limda ekonometrik modellar, mashinani o'rganish (ML) va bayesiy yondashuvlarni turli dasturiy muhitlarda qanday integratsiya qilish mumkinligi, shuningdek, ma'lumotlar hajmi va murakkabligiga qaramasdan, tezkor prototiplash va model moslashtirish imkoni haqida so'z yuritiladi.

Ekonometrik va ML dasturiy integratsiyasi:

R dasturiy muhiti: Forecast, fable, vars: Bu paketlar an'anaviy vaqt qatori modellari (ARIMA, VAR), makroiqtisodiy bashoratlari, hamda mavsumiy va trend komponentalarini ajratish va prognoz qilish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Tidymodels ekotizimi (masalan 'parsnip', 'recipes', 'workflows'): An'anaviy statistika va ML usullarini toza, tartibli va qulay shaklda birlashtiradi. Shu bilan birga, ML algoritmlarini ekonometrik ma'lumotlar bilan oson integratsiya qilish imkonini beradi.

Bayes modellar uchun 'rstanarm', 'brms' paketlari: Bayesian regressiya, iyerarxik modellar va noaniqlikni tushunish bilan bog'liq modellar osonlashtiradi.

Python dasturiy muhiti: scikit-learn; Regressiya, klassifikatsiya, klasterlash va o'lchamni pasaytirish kabi ML usullarining keng kutubxonasi. Bu paketni ekonometrik ma'lumotlarni ishlab chiqishda, oldindan ishlov berish, xususiyatlarni tanlash va bashorat qilish jarayonida qo'llash qulay.

'statsmodels': Ekonometrik va statistika modellarini baholashda asosiy paketlardan biri. ARIMA, VAR, GARCH kabi an'anaviy iqtisodiy vaqt qatori modellari, panel modellari va klassik regressiya usullari shu yerda mavjud.

`pmdarima`: Vaqt qatori prognozlarini uchun ARIMA variantlarini avtomatik tanlash, hyperparametrlarni optimallashtirish kabi imkoniyatlar yaratadi.

Bayes modellar uchun `PyMC`, `PyStan` yoki `cmdstanpy`: Ushbu paketlar MCMC (Markov Chain Monte Carlo) yondashuvlari orqali bayesiy modellashtirishni amalga oshiradi.

NLP uchun `NLTK`, `spaCy`, `transformers` (HuggingFace): Matn ma'lumotlaridan iqtisodiy sentiment, noaniqlik indekslarini yaratish va ularni ekonometrik modellashtirishga kiritish imkonini beradi.

`fbprophet` (Meta Prophet): Facebook (hozir Meta) tomonidan ishlab chiqilgan, vaqt qatorlarini soddalashtirilgan holda prognoz qilish uchun qulay muhit. Iqtisodiy ko'rsatkichlar, sotuvidagi mavsumiylik, bayram ta'siri va trendlarni qulay baholashga yordam beradi.

MATLAB, Stata, EViews kabi platformalar: MATLAB Econometrics Toolbox, Statistics and Machine Learning Toolbox paketlari mavjud. Bayesian modellar, VAR, VECM, panel modellarini baholash, hamda turli ML algoritmlarini (masalan, random forest, gradient boosting) qo'llash mumkin. GPU yordamida tezlashtirish, parallelizatsiya qilish, shuningdek, moslashtirilgan funktsiyalar yozish imkoniyati mavjud.

Stata: Oxirgi versiyalarda Python integratsiyasi, LASSO va Ridge regressiyalar, ba'zi ML usullarini bevosita qo'llab-quvvatlaydi. `lassopack` kabi user-written paketlar ML texnikalarini Stata muhiti bilan birlashtiradi.

EViews: Asosan vaqt qatori, makroiqtisodiy tahlillar va klassik ekonometrik modellash uchun kuchli vosita. Hozirda EViews ham R va Python bilan integratsiyani qo'llab-quvvatlab, foydalanuvchilarga ML usullariga kirish imkonini beradi.

Bulut va container texnologiyalari.

Bulut (Cloud) platformalari (AWS, Google Cloud, Azure) orqali katta hajmdagi ma'lumotlarni saqlash, parallel hisoblash va modelni ommaviylashtirish osonlashdi. Big Data ramkalaridan (Hadoop, Spark) foydalanish ML va ekonometrik modellash jarayonlarini sezilarli darajada tezlashtirishi mumkin.

Docker. "Kubernetes" kabi container orkestratsiyasi modellarni ishlab chiqarish muhiti (production environment)ga tez, barqaror va ko'lamli joriy qilishga yordam beradi. Shu orqali amaliyotchilar o'z modellari yoki analitik pipeline'larini bir platformadan boshqasiga muammosiz ko'chirishi mumkin.

Modelni boshqarish, baholash va versiyalash.

"MLflow" DVC (Data Version Control), Git LFS kabi vositalar model bahosi, versiyalash, eksperimentlarni kuzatib borish va taqqoslash imkonini beradi.

Bunday boshqaruv vositalari ekonometrik va ML modellarini korxona darajasida joriy etishda ularning tahliliy jarayonlar "hayot sikli"ni boshqarish, ilg'or usullarni tez sinab ko'rish va qayta takomillashtirishga xizmat qiladi.

4. Siyosat xulosalari va qaror qabul qilish.

Aniqroq bashoratlar – yaxshiroq qarorlar: Aniqlik va model barqarorligi oshishi siyosatchilarga iqtisodiy chora-tadbirlar natijalarini chuqurroq tushunish imkonini beradi. Masalan, yuqori o'lchamli ma'lumotlar yordamida markaziy banklar inflatsion bosimlarni oldindan yaxshiroq aniqlab, foiz stavkalarini nozikroq sozlay oladilar.

Eksperimental natijalar va ularning muhokamasi.

Hukumati esa soliq siyosati yoki davlat investitsiyalarining uzoq muddatli ta'sirlarini Bayes struktural modellari orqali realroq baholab, noaniqliklarni hisobga oladi. Shunday qilib, yaxshiroq ma'lumotlar asosida qaror qabul qilish iqtisodiyot barqarorligi va tashqi zarbalarga nisbatan moslashuvchanlikni oshiradi.

5. Xulosa. Ekonometrikadagi innovatsion yechimlar – katta ma'lumotlardan foydalanish, ML algoritmlari, NLP texnikalari va Bayes yondashuvlarini joriy etish – iqtisodiy tahlil va siyosatni shakllantirish jarayonlarini tubdan o'zgartirmoqda. Ushbu o'zgarishlar bashoratlarning aniqligi va ishonchliligini oshirish, siyosiy tavsiyalar sifatini yaxshilash va ma'lumotlar spektrini kengaytirishga xizmat qiladi. Hozirgi paytda dasturiy ta'minot va platformalar miqyosi iqtisodiy tahlilchi va tadqiqotchilarga cheklanmagan imkoniyatlarni taqdim etadi. R va Python kabi tillarda mo'ljallangan iqtisodiy, statistika va ML kutubxonalari, MATLAB, Stata, EViews kabi an'anaviy muhitlarga ML texnikalarini integratsiya qilish vositalari hamda bulut, containerizatsiya va versiyalash texnologiyalari hammasi birgalikda:

- Katta va murakkab ma'lumotlar bilan ishlash,

- ML va Bayes usullaridan foydalanish,
- Model natijalarini tezkor baholash,
- Jarayonni avtomatlashtirish va ishlab chiqarish darajasida joriy etish

kabi jarayonlarni sezilarli darajada yengillashtiradi. Natijada amaliyotchilar yuqori aniqlikdagi, barqaror, moslashuvchan va ishlab chiqarish muhiti uchun tayyor ekonometrik va ML modellarini yaratish imkoniga ega bo'lishadi.

Hisoblash quvvatlarining o'sishi va ma'lumotlar manbalarining xilma-xilligi tufayli ekonometrika yanada ma'lumotga asoslangan, chuqur va istiqbolli qarorlar qabul qilishga yordam beruvchi soha sifatida rivojlanishda davom etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Coulombe, P., Leroux, M., Stevanovic, D., & Surprenant, S. (2022). "How is Machine Learning Useful for Macroeconomic Forecasting?" *Journal of Applied Econometrics*, 37(5), 920-964. <https://doi.org/10.1002/jae.2864>
2. Banbura, M., Giannone, D., & Reichlin, L. (2010). "Large Bayesian Vector Auto Regressions." *Journal of Applied Econometrics*, 25(1), 71-92. <https://doi.org/10.1002/jae.1137>
3. Korobilis, D., & Pettenuzzo, D. (2020). "Machine Learning Econometrics: Bayesian Algorithms and Methods." *arXiv preprint arXiv:2004.11486*. <https://arxiv.org/abs/2004.11486>
4. Chan, F., & Mátyás, L. (Eds.). (2022). *Econometrics with Machine Learning*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-15149-1>
5. Kreinovich, V., Sriboonchitta, S., & Yamaka, W. (Eds.). (2024). *Machine Learning for Econometrics and Related Topics*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-43601-7>
6. Bauwens, L., & Lubrano, M. (1999). *Bayesian Inference in Dynamic Econometric Models*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0198773120.001.0001>
7. Giannone, D., Lenza, M., & Primiceri, G. E. (2015). "Prior Selection for Vector Autoregressions." *Review of Economics and Statistics*, 97(2), 436-451. https://doi.org/10.1162/REST_a_00483
8. Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7>