

ВАҚТЛИ ҚАТОРЛАР ВА ЭКОНОМЕТРИК ПРОГНОЗЛАШ МОДЕЛЛАРИ

Абидов Абдужаббар Абдухамидович

Тошкент давлат иқтисодиёт университети “Рақамли иқтисодиёт ва ахборот технологиялари” кафедраси доценти

Аннотация

Ахборот технологияларининг жадал ривожланиши ҳамда корхона фаолиятида фойдаланиладиган ахборот тизимларининг хавфсизлиги ва самарадорлигига қўйиладиган талаблар ортиб бораётган шароитда уларнинг барқарорлигини таъминлаш масаласи долзарб аҳамият касб этмоқда. Ахборот тизимларининг барқарорлигига бағишланган кўплаб ишларга қарамай, ушбу тизимларни моделлаштириш методологиясини такомиллаштиришга бағишланган тадқиқотлар, айниқса атроф-муҳит таъсиридан ва тасодифий жараёнлардан ҳимоя қилиш контекстида ихтисослаштирилган адабиётларда етарли даражада тақдим этилмаган. Бу мазкур тадқиқотнинг долзарблигини аниқлайди.

Аннотация

В условиях стремительного развития информационных технологий и повышенных требований к безопасности и эффективности информационных систем, используемых в деятельности предприятия, вопрос обеспечения их устойчивости приобретает актуальное значение. Несмотря на многочисленные работы, посвященные устойчивости информационных систем, исследования, посвященные совершенствованию методологии моделирования этих систем, недостаточно представлены в специализированной литературе, особенно в контексте защиты от воздействия окружающей среды и случайных процессов. Это определяет актуальность данного исследования.

Abstract

The issue of ensuring the stability of information technologies in the conditions of increasing rapid development and requirements for the safety and efficiency of information systems used in the activities of the enterprise is becoming relevant. Despite the many works devoted to the sustainability of Information Systems, Studies

dedicated to improving the methodology of modeling these systems have not been adequately presented in the specialized literature, especially in the context of protection against environmental influences and random processes. This will determine the relevance of this study.

Калим сўзлар

Вақтли қаторлар, прогнозлаш модели, ARIMAX, нейрон тармоқ моделлари, статистик моделлар.

Ключевые слова

Временные ряды, модель прогнозирования, ARIMAX, нейросетевые модели, статистические модели.

Keywords

Time series, forecasting model, ARIMAX, neural network models, statistical models .

Кириш

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 19 февралдаги ПФ-5349-сон “Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”, 2020 йил 5 октябрдаги ПФ-6079-сон ““Рақамли Ўзбекистон – 2030” стратегиясини тасдиқлаш ва уни самарали амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги фармонлари, 2022 йил 22 августдаги ПҚ-357-сонли “2022-2023 йилларда ахборот-коммуникация технологиялари соҳасини янги босқичга олиб чиқиш чора-тадбирлари тўғрисида”, 2020 йил 28 апрелдаги ПҚ-4699-сон “Рақамли иқтисодиёт ва электрон ҳукуматни кенг жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида”, 2018 йил 3 июлдаги ПҚ-3832-сон “Ўзбекистон Республикасида рақамли иқтисодиётни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур соҳага оид бошқа қатор меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгилаб берилган вазифаларни амалга оширишда ушбу тадибиёт иши муайян даражада хизмат қилади.

“Рақамли Ўзбекистон – 2030” стратегияси доирасида диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотларга эътибор қаратилса ноаниқлик шароитида адаптация, операциялар тадқиқоти ва оммавий хизмат кўрсатиш, тасодикий жараёнлар назариясидан иқтисодиётнинг тасодикий омиллари таъсирида аниқланадиган миқдорий қийматларни статистик ва структуравий прогнозлаш усулларида фойдаланиб ифодалаш, маълумотларни қайта ишлашда барқарорлигини таъминлаш асосида эконометрик моделлар тузиш бўйича жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида, жумладан, California State University (AQSH), University of Pittsburgh (AQSH), University of Westminster (Velikobritaniya), University of Chicago (AQSH), Association of International Certified Professional Accountants (AICPA), Agreement with the Institute of Cost Accountants of India (ICAI), Massachusetts Institute of Technology (AQSH), İstanbul Teknik Universitesi (Turkiya), Stanford University (AQSH), Josai University (Yaponiya) ва Санкт-Петербург давлат иқтисодиёт ва молия университети, Г.В.Плеханов номидаги Россия иқтисодиёт университети (Россия),

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Прогнозлаштириш ва макроиқтисодий тадқиқотлар институти ва Тошкент давлат иқтисодиёт университети (Ўзбекистон) томонидан амалга оширилмоқда.

Мавзу бўйича адабиётлар таҳлили

Прогнозлаш илмий усуллар ёрдамида келажакни башорат қилишни англатади. Прогнозлаш жараёни – бу жараённинг ривожланишининг аниқ истиқболларини махсус илмий ўрганиш. Дж.Бокс [1] ишига кўра, истиқболларни башорат қилиш керак бўлган жараёнлар кўпинча вақтли қаторлар, яъни вақтнинг маълум нуқталарида олинган маълум миқдорларнинг қийматлари кетма-кетлиги билан тавсифланади. Вақтли қатор иккита зарур элементни ўз ичига олади - вақт тамғаси ва у ёки бу тарзда олинган ва белгиланган вақт марказига мос келадиган қатор кўрсаткичининг қиймати. Ҳар бир вақтли қатор кўплаб омиллар таъсирида стохастик жараён томонидан яратилган чексиз популяциядан намунавий реализация сифатида кўриб чиқилади [1].

Йўллардаги транспорт оқимининг тезлиги, шунингдек, электр энергияси истеъмоли, ҳаво ҳарорати каби кўплаб жисмоний жараёнлар узок хотирага эга бўлган вақтли қаторга тегишлидир [2].

Вақтли қаторлар таснифи 1-расмда келтирилган.

Вақтли қаторни прогноз қилишда муаммони шакллантиришнинг иккита варианты мумкин. Биринчи вариантда, ўрганилаётган вақтли қаторнинг келажакдаги қийматларини олиш учун фақат ушбу қаторнинг мавжуд қийматлари қўлланилади. Иккинчи вариантда прогноз қийматларини олиш учун нафақат керакли қаторнинг ҳақиқий қийматларидан, балки вақтли қаторлар шаклида тақдим етилган ташқи омиллар тўпламининг қийматларидан ҳам фойдаланиш мумкин. Умуман олганда, ташқи омилларнинг вақтли қаторлари изланаётган вақтли қаторнинг имкониятидан фарқ қиладиган вақт имкониятига эга бўлиши мумкин. Масалан, маълум ишда энергия истеъмолининг вақтли қаторларига таъсир қилувчи ташқи омилларни батафсил кўриб чиқади. Бундай ташқи омилларга атроф-муҳит ҳарорати, ҳаво намлиги, шунингдек мавсумийлик, яъни куннинг соати, ҳафтанинг куни, йилнинг ойи киради. Умуман олганда, ташқи омиллар дискрет бўлиши мумкин, яъни вақтли қаторлар билан ифодаланади, масалан, ҳаво ҳарорати; ёки категорик, яъни кичик тўпламлардан ташкил топган, масалан, инсоннинг тана вазнига қараб, одамни учта тоифага бўлиш мумкин: “енгил”, “ўрта”, “оғир”. Фақат баъзи прогнозлаш моделлари тоифали ташқи омилларни ҳисобга олишга имкон беради; аксарият моделлар фақат дискретларни ҳисоблаш мумкин [2].



1-расм. Вақтли қаторлар таснифи¹

Прогнозлаш модели – бу вақтли қаторни етарли даражада тавсифловчи функционал тасвирдир. Вақтли қаторларни адекват тавсифловчи функционал муносабатни аниқлаш керак, бу прогнозлаш модели деб аталади. Келгуси вақт моментларида вақтли қаторлар қийматларини ҳисоблаш учун ушбу қаторнинг ўтмишдаги ва келажакдаги қийматлари ўртасидаги муносабатни акс эттирувчи функционал муносабатни аниқлаш зарур бўлади

$$Z(t) = F(Z(t - 1), Z(t - 2), Z(t - 3), \dots) + \varepsilon_1 \quad (1.1)$$

(1.1) боғлиқлик – прогнозлаш модели деб аталади. Аслида, ҳақиқий қийматнинг ўртача мутлақ оғиши прогноз қилинганидан маълум бир P учун минимал бўладиган прогнозлаш моделини яратиш талаб қилинади [3].

Ҳозирда 100 дан ортиқ прогнозлаш моделлари синфлари мавжуд [4].

Методологик ёндошув

Тадқиқотнинг методологик асоси ижтимоий-иқтисодий ҳодисалар ва жараёнларнинг ривожланиши, ўзаро боғлиқлиги ва ўзаро боғлиқлиги бўйича илмий тадқиқотларни тақдим этиш имконини берадиган тизимли ва таҳлилий ёндашувдир.

Тадқиқот методологияси замонавий давр классиклари ва олимларининг ахборот тизимларини ривожлантириш ва самарали ишлаши соҳасидаги нашрларида акс эттирилган илмий билимлар, илмий ютуқлар тамойиллари билан белгиланади. Соҳанинг ахборот тизимларида дастурий таъминотни ишлаб чиқиш ва қўллашни оптималлаштириш билан шуғулланувчи замонавий олимларнинг ишланмалари, Ўзбекистон Республикасининг ахборот-коммуникация технологиялари соҳасини ривожлантиришга оид қонунчилик ва меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатлари услубий асос бўлди. Эконометрик моделлаштириш нуктаи назаридан статистик моделлаштиришдан эконометрик моделлаштиришга ўтиш

¹ Муаллиф ишланмаси

давр талаби ва шу талаб юзасидан кенг таҳлилий ишлар баробарида, математик ишлашмалар ва моделлар яратиш йўллари ўрганилган.

Ушбу мақолани ёзиш жараёнида мантиқий, қиёсий, иқтисодий ва математик таҳлил усулларидан фойдаланилган.

Натижалар ва муҳокама

Прогнозлаш моделини яратишга умумий итератив ёндашув қуйидаги босқичлардан иборат [1].

1-қадам. Биринчи босқичда, олдинги шахсий ёки учинчи томон тажрибасига асосланиб, берилган вазифа учун вақтли қаторни прогноз қилиш учун моделларнинг умумий классификацияси танланади.

2-қадам. Моделларнинг белгиланган умумий классификацияси катта. Асл вақтли қаторга тўғридан-тўғри мослашиш учун моделларнинг қуйи синфларини аниқлашнинг дағал усуллари ишлаб чиқилади. Бундай идентификациялаш усуллари вақтли қаторнинг сифат баҳолашдан фойдаланади.

3-қадам. Моделнинг кичик синфини аниқлагандан сўнг, унинг параметрларини ёки структурасини баҳолаш керак, агар моделда параметрлар мавжуд бўлса ёки модел структуравий моделлар тоифасига тегишли бўлса. Ушбу босқичда, одатда, вақтли қаторнинг бир қисми (ёки бутун) ўзгарувчан миқдорларнинг турли қийматлари учун баҳоланганда итератив усуллар қўлланилади. Қоида тариқасида, бу босқич энг кўп меҳнат талаб қилади, чунки кўпинча вақтли қаторнинг барча мавжуд тарихий қийматлари ҳисобга олинади.

4-қадам. Кейин эса, олинган прогнозлаш моделининг диагностик текшируви амалга оширилади. Кўпинча, прогнозни текшириш ва прогнознинг тўғрилигини баҳолаш учун етарли бўлган вақтли қаторнинг бир қисми ёки бир нечта қисми танланади. Прогнозлаш модели диагностикаси учун танланган вақтли қаторлар қисмлари назорат даврлари деб аталади.

5-қадам. Агар диагностик башоратнинг аниқлиги башоратли қийматлар қўлланиладиган вазифалар учун мақбул бўлиб чиқса, у ҳолда модел фойдаланишга тайёр ҳисобланади. Агар башорат қилишнинг аниқлиги прогноз қийматларидан кейинги фойдаланиш учун етарли бўлмаса, юқорида тавсифланган барча босқичларни биринчисидан бошлаб такрорий такрорлаш мумкин.

Соҳалар миқёсида прогнозлаштириш муддатлари билан 1-жадвал орқали танишиш мумкин ва у соатлардан ҳафта, ой ва ҳатто йиллар миқёсида ўлчанади ва турли вазифалар кўламида фарқ қилади.

1-жадвал

Соҳалар миқёсида прогнозлаштириш²

№	Соҳа номи	Прогнозлаштириш номи	Прогнозлаштириш муддати
1	Тиббиёт (қонда қанд миқдори)	ультра қисқа муддатли	3-4 соатгача
2		қисқа муддатли	5-8 соатгача
3		ўрта муддатли	16-24 соатгача

² Муаллиф ишланмаси

1	Маҳсулот етказиб бериш муддатиг а қараб	узоқ муддатли	5 йил
2		ўрта муддатли	1 йил
3		қисқа муддатли	6 ой
1	Энергия сарфини башорат қилиш	ультра қисқа муддатли	бир кунгача
2		қисқа муддатли	бир кундан бир хафтагача
3		ўрта муддатли	бир хафтадан бир йилгача
4		узоқ муддатли	бир йилдан кўпроқ вақт олдин

Прогнозлаш модели – бу вақтли каторни етарли даражада тавсифловчи функционал тасвирдир.

Маълум тадқиқотлар [5,6] энг кенг тарқалган прогнозлаш моделларидан бири – ташқи омилни ҳисобга олган ҳолда интеграл сирпанувчи ўртача авторегрессияга бағишланган (auto regression moving average external, ARIMAX). Ушбу модел ва унга мос келадиган усул одатда ARIMAX деб аталади.

Семенов аналитик шарҳда барча прогнозлаш усуллари икки гуруҳга бўлган: интуитив ва формал[4].

Эконометрик прогнозлаштириш моделлари 2-расмда келтирилган.



2-расм. Эконометрик прогнозлаштириш моделлари³

³ Муаллиф ишланмаси

Интуитив прогнозлаш прогноз объекти жуда оддий ёки аксинча, ташқи омиллар таъсирини аналитик ҳисобга олишнинг иложи бўлмаган даражада мураккаб бўлганда қўлланилади. Интуитив прогнозлаш усуллари прогнозлаш моделларини ишлаб чиқишни ўз ичига олмайди ва жараённинг ривожланиш истикболлари бўйича мутахассисларнинг (экспертларнинг) индивидуал мулоҳазалари акс эттирилади. Интуитив усуллар касбий тажриба ва сезгини сафарбар қилишга асосланган. Бундай усулларнинг ривожланиши математик формаллаштиришга тўлиқ ёки қисман мос келмайдиган, яъни адекват моделни ишлаб чиқиш қийин бўлган жараёнларни таҳлил қилиш учун ишлатилади. [7] келтирилишича бундай усулларга эксперт баҳолари, тарихий аналогиялар ва нусхага кўра башорат қилиш усуллари киради дейилади. Бундан ташқари, эксперт тизимлардан фойдаланиш, жумладан, лойқа мантиқни қўллаш ҳам ҳозир кенг тарқалган [8]. Қуйидаги мақолада [9] интуитив прогнозлаш усуллари батафсил тавсифланган.

Формал усуллар прогнозлаш моделларини кўриб чиқади. Прогнозлаш моделлари статистик ва структуравий моделларга бўлинади [10].

Статистик моделларда вақтли қаторнинг келажакдаги ва ҳақиқий қийматлари, шунингдек ташқи омиллар ўртасидаги функционал боғлиқлик аналитик тарзда берилади.

Статистик моделлар қуйидаги гуруҳларни ўз ичига олади:

- регрессия моделлари;
- авторегрессив моделлар;
- экспоненциал текислаш моделлари.

Структуравий моделлар қуйидаги гуруҳларни ўз ичига олади:

- нейрон тармоқ моделлари;
- Марков занжирларига асосланган моделлар;
- тасниф-регрессия дарахтларига асосланган моделлар.

Структуравий моделларда вақтли қаторнинг келажакдаги ва ҳақиқий қийматлари, шунингдек ташқи омиллар ўртасидаги функционал боғлиқлик структура тарзида белгиланади. Бундан ташқари, шуни таъкидлаш керакки, баъзан юқори ихтисослашган вазифалар учун махсус прогнозлаш моделлари ишлатилади. Масалан, инсон қонида қанд даражасини башорат қилиш вазифаси учун дифференциал тенгламаларга асосланган моделлар қўлланилади [11]. Сўнгги бир неча йил ичида мегаполислар учун долзарб бўлган транспорт оқимини башорат қилиш вазифаси учун гидродинамик моделлардан фойдаланилади [12]. Зилзилалар каби табиий ҳодисаларни башорат қилиш учун, масалан, ташқи майдон таъсирида бўлган ва бу майдон таъсири вақтида ўзгариб турадиган ички ҳолатга эга бўлган чизикли бўлмаган тўрларга (ёки чуқурчаларга) асосланган модел ишлатилади [3]. Шунга ўхшаш моделлар махсус жараёнлар ва тизимлар учун ишлаб чиқилган ва қўлланилади.

Хулоса

Эконометрик моделлаштиришнинг навбат назарияси билан интеграцияси масаласи бу мақолада кўрилмаган ва у албатта ахборот тизимларининг барқарорлигини моделлаштиришда структуравий ёндашув ва оммавий хизмат кўрсатишни амалий томонларини ҳисобга олишни назарда тутди.

Кўрилган таҳлилий материал эконометрик прогнозлаш турларини кенг синфини очиб берган ҳолда ажралиб туради. Ушбу таҳлил иқтисодий жараёнларнинг динамик хусусияти ва ташқи таъсирларни ҳисобга олган ҳолда ахборот тизимлари барқарорлигини баҳолаш ва бошқаришда математик усулларни қўллаш кўламини кенгайтиради. Барқарорликни моделлаштириш ва прогнозлаш ахборот тизимлари фаолятини баҳолаш, уларнинг самарадорлигининг эҳтимоллик кўрсаткичларини таҳлил қилиш ва башорат қилиш имконини бериши вазифаларини ҳал қилишда муҳим ўрин тутди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Бокс Дж., Дженкинс Г.М. Анализ временных рядов, прогноз и управление. М.: Мир, 1974. 406 с.
2. Jingfei Yang M. Sc. Power System Short-term Load Forecasting: Thesis for Ph.d degree. Germany, Darmstadt, Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität, 2006. 139 p.
3. Чучуева И. Модель прогнозирования arimax: расширение. <https://www.mbureau.ru/blog/model-prognozirovaniya-arimax-rasshirenie>
4. Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспорт-ных потоков мегаполиса. М.: ИПМ им. М.В.Келдыша РАН, 2004. 44 с.
5. Тихонов Э.Е. Прогнозирование в условиях рынка. Невинномысск, 2006. 221 с.
6. Armstrong J.S. Forecasting for Marketing // Quantitative Methods in Marketing. London: International Thompson Business Press, 1999. P. 92 – 119
7. Методы прогнозирования оптимальных доз инсулина для больных сахарным диабетом I типа. Обзор / С.А. Чернецов [и др.] // Наука и образование. 2009, №9. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/119663.html>
8. Self-organization in leaky threshold systems: The influence of near-mean field dynamics and its implications for earthquakes, neurobiology, and forecasting / J.B. Rundle [at al.] // Colloquium of the National Academy of Sciences, Irvine, USA, 2002. P. 2514 – 2521.
9. Draper N., Smith H. Applied regression analysis. New York: Wiley, In press, 1981. 693 p.
10. Collantes-Duarte J., Rivas-Echeverriat F. Time Series Forecasting using ARIMA, Neural Networks and Neo Fuzzy Neurons // WSEAS International Conference on Neural Networks and Applications, Switzerland, 2002. 6 p. URL: www.wseas.us/e-library/conferences/switzerland2002/papers/464.pdf
11. Norizan M., Maizah Hura A., Zuhaimy I. Short Term Load Forecasting Using Double Seasonal ARIMA Model // Regional Conference on Statistical Sciences, Malaysia, Kelantan, 2010. P. 57 – 73
12. Maximum likelihood // The free encyclopedia «Wikipedia». URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Maximum_likelihood