

ARIMA, SARIMA, GEV VA POT MODELLARINI O'QITISHNING BESH BOSQICHLI PEDAGOGIK ALGORITMNING MUHANDISLIK TA'LIMIGA TATBIQ ETISHNING DIDAKTIK SHARTLARI

Egamov Mirshohid Xolmurodovich
Qarshi davlat texnika universiteti
ORCID: 0000-0002-6192-5387

Annotatsiya. Maqolada bo'lajak muhandislarni kasbiy faoliyatga tayyorlashda ARIMA, SARIMA, GEV va POT kabi murakkab gidrologik-statistik modellarni o'rgatishning besh bosqichli pedagogik algoritmi ilmiy asosda taqdim etilgan. Algoritm motivatsion-diaagnostik, konseptual-nazariy, instrumental-amaliy, muhandislik-loyiha va reflektiv-formativ bosqichlardan iborat bo'lib, fundamentallik, integrativlik, kontekstuallik va progressivlik didaktik shartlar tizimiga tayanadi. 2024–2025-yillarda Qarshi davlat texnika universitetida 144 nafar talaba (tajriba guruh $n=72$, nazorat guruh $n=72$) ishtirokida o'tkazilgan tajriba-sinov algoritmining yuqori samaradorligini isbotladi: modellarni to'g'ri tanlash ko'nikmasi bo'yicha 41,3 %, muhandislik talqini bo'yicha 38,7 % va nostandart holatlarni hal etish bo'yicha 29,5 % ustunlik kuzatildi ($p<0,01$, Cohen $d=0,82$).

Kalit so'zlar: ARIMA modeli, SARIMA modeli, GEV taqsimoti, POT metodi, pedagogik algoritm, didaktik shartlar, fundamentallik, integrativlik, kontekstuallik, muhandislik ta'limi.

ДИДАКТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПЯТИЭТАПНОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРЕПОДАВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ARIMA, SARIMA, GEV И POT В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Эгамов Миршохид Холмуродович
Каршинский государственный технический университет

Аннотация. В статье научно обоснован пятиэтапный педагогический алгоритм обучения сложным гидролого-статистическим моделям ARIMA, SARIMA, GEV и POT в подготовке будущих инженеров. Алгоритм включает мотивационно-диагностический, концептуально-теоретический, инструментально-практический, инженерно-проектный и рефлексивно-формирующий этапы и опирается на дидактические условия фундаментальности, интегративности, контекстuality и прогрессивности. Экспериментальная апробация с участием 144 студентов (2024–2025) подтвердила высокую эффективность алгоритма: превышение показателей контрольной группы составило 41,3 % по выбору моделей, 38,7 % по инженерной интерпретации и 29,5 % по нестандартным случаям ($p<0,01$, Cohen $d=0,82$).

Ключевые слова: модель ARIMA, модель SARIMA, распределение GEV, метод POT, педагогический алгоритм, дидактические условия, фундаментальность, интегративность, инженерное образование.

DIDACTIC CONDITIONS FOR APPLYING THE FIVE-STAGE PEDAGOGICAL ALGORITHM FOR TEACHING ARIMA, SARIMA, GEV, AND POT MODELS IN ENGINEERING EDUCATION

Egamov Mirshohid Kholmurodovich
Karshi State Technical University

Abstract. This article presents a scientifically grounded five-stage pedagogical algorithm for teaching complex hydrological-statistical models - ARIMA, SARIMA, GEV, and POT - in the preparation of future engineers. The algorithm comprises motivational-diaagnostik, conceptual-theoretical, instrumental-practical, engineering-project, and reflective-formative stages,

underpinned by a system of didactic conditions: fundamentality, integrativity, contextuality, and progressiveness. Experimental validation involving 144 students at Karshi State Technical University (2024–2025) confirmed the algorithm's high effectiveness: the experimental group outperformed the control group by 41,3 % in model selection skills, 38,7 % in engineering interpretation, and 29,5 % in handling non-standard cases ($p < 0,01$, Cohen $d = 0,82$).

Keywords: ARIMA model, SARIMA model, GEV distribution, POT method, pedagogical algorithm, didactic conditions, fundamentality, integrativity, engineering education.

Kirish (Introduction). Muammoning dolzarbligi. Gidrologiya va suv resurslarini boshqarish muhandisligi ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), SARIMA (Seasonal ARIMA), GEV (Generalized Extreme Value) va POT (Peaks Over Threshold) kabi murakkab statistik modellarni keng qo'llaydi. Bu modellar daryo oqimini bashorat qilish, suv toshqinlari xavfini baholash va suv zahiralari rejalashtirishda asosiy amaliy vositalar sifatida xizmat qiladi [1, 5]. Biroq ushbu modellarni muhandislik ta'limida o'qitish uchta jiddiy pedagogik muammoni keltirib chiqaradi: birinchidan, modellar chuqur matematik bilimlarni (stoxastik jarayonlar, ekstremal qiymatlar statistikasi) talab etadi. Ikkinchidan, ularning muhandislik amaliyotiga to'g'ri tatbiq etilishi maxsus integrativ ko'nikmalarni talab qiladi [5]. Uchinchidan, mavjud darsliklar asosan haddan tashqari matematik yoki haddan tashqari soddalashtirilgan holda tuzilgan – ikki qutb o'rtasidagi didaktik bo'shliq hali bartaraf etilmagan.

Mavzuning o'rganilganlik darajasi. Box va Jenkins [1] ARIMA modellarini ishlab chiqqan fundamental asarlarida o'qitish metodologiyasiga e'tibor berilmagan. Coles [2] ekstremal qiymatlar statistikasi bo'yicha klassik darsligida GEV va POT metodlarining matematik asoslari chuqur yoritilgan, lekin pedagogik yondashuv ko'rsatilmagan. Muhandislik ta'limida murakkab statistik modellarni o'qitish bo'yicha xorijiy tadqiqotlar (Delgado-Hernandez va boshqalar [3]; Fischer va boshqalar [4]) spiral o'qitish va muammo asosidagi o'qitish (PBL) yondashuvlarining samaradorligini isbotlagan. Mahalliy tadqiqotchilardan Xoliqov [6] va Mirzayev [7] muhandislik fanlarini bosqichli o'qitish tamoyillarini tahlil qilgan; Yo'ldoshev [8] esa integrativ yondashuvning nazariy asoslarini ishlab chiqqan. Biroq yuqoridagi barcha ishlar umumiy metodologik tamoyillarni taklif qiladi — ARIMA, SARIMA, GEV va POT modellarini bir tizimda o'qitishning maxsus bosqichli algoritmi hali ilmiy adabiyotlarda taqdim etilmagan.

Tadqiqot maqsadi. Ushbu maqolaning maqsadi — ARIMA, SARIMA, GEV va POT modellarini muhandislik ta'limiga tatbiq etishning didaktik shartlarini aniqlab, ushbu modellarni samarali o'qitishga mo'ljallangan besh bosqichli pedagogik algoritmi ilmiy asoslab, tajriba jihatdan tasdiqlashdan iborat.

Tadqiqot metodlari (Methods). Tadqiqotda quyidagi metodlar qo'llanildi:

1. Nazariy tahlil va sintez – ARIMA/SARIMA/GEV/POT modellarini o'qitishga oid xorijiy va mahalliy adabiyotlarni tizimli o'rganish;
2. Didaktik modellashtirish – fundamentallik, integrativlik, kontekstuallik va progressivlik tamoyillari asosida besh bosqichli algoritmi loyihalash;
3. Ekspert baholash – algoritmnining didaktik shartlarga muvofiqligini tekshirish;
4. Kvazi-tajriba dizayn – tajriba va nazorat guruhlarini ko'rsatkichlarini uchta kompetensiya bo'yicha solishtirish;
5. Statistik tahlil – Student t-mezone va Cohen effekt kattaligi (d).

Tadqiqot uchta ketma-ket bosqichda amalga oshirildi. Birinchi bosqich (2022, I yarim yil): adabiyotlar tahlili, didaktik shartlar tizimini aniqlash va besh bosqichli algoritmi nazariy asoslash. Ikkinchi bosqich (2024, II yarim yil): algoritmi dastlabki sinovdan o'tkazish, tuzatishlar kiritish. Uchinchi bosqich (2024–2025 o'quv yili): QDTU muhandislik ta'limi yo'nalishlari talabalarida

$n=144$ to'liq kvazi-tajriba sinov.

Tajriba $n=72$ va nazorat $n=72$ guruhleri o'rtasidagi farqning statistik ahamiyatini baholashda mustaqil tanlanmalar uchun Student t-mezonni qo'llanildi ($p<0,01$ ishonchlilik darajasida). Pedagogik effekt kattaligi Cohen d ko'rsatkichi orqali hisoblandi: $d<0,2$ — kichik, $d=0,5$ — o'rta, $d\geq 0,8$ — katta effekt.

Natijalar (Results). Algoritmning muvaffaqiyatli amalga oshirilishi uchun to'rtta didaktik shart ta'minlanishi zarur ekanligi aniqlanadi.

Fundamentallik sharti: har bir bosqichda statistik nazariyaning fundamental asoslari (stoxastik jarayonlar, ekstremal qiymatlar statistikasi) o'rgatilishi ta'minlanadi. Bu talab talabalarni yangi modellar va usullar bilan mustaqil ishlashga tayyorlaydi va bilimlarning uzoq muddatli saqlanishini kafolatlaydi.

Integrativlik sharti: gidrologik-statistik modellar gidravlika, gidrotexnika inshootlari va suv resurslarini boshqarish fanlari bilan chambarchas bog'liq holda o'rgatiladi [8]. Fanlararo bog'liqlik tizimli tafakkurni rivojlantiradi va bilimlarning amaliy qiymatini oshiradi.

Kontekstuallik sharti: barcha matematik operatsiyalar real gidrologik ma'lumotlar (Amudaryo, Sirdaryo havzalari) kontekstida amalga oshiriladi. Abstrakt formulalar o'rniga aniq muhandislik vazifalari birinchi o'ringa qo'yiladi, bu esa talabalarning motivatsiyasini yuqori ushlab turadi.

Progressivlik sharti: har bir bosqich oldingi bosqich ustiga quriladi; keyingi bosqichga o'tish oldingi bosqich kompetensiyasining tekshirilishi bilan shartlanadi. ARIMA modelini o'zlashtirmagan talaba SARIMA modelini o'rganishga o'tmaydi.

Besh bosqichli pedagogik algoritm

Yuqorida keltirilgan to'rtta didaktik shart asosida ishlab chiqilgan besh bosqichli pedagogik algoritm 1-jadvalda batafsil tavsiflanadi.

1-jadval. Besh bosqichli pedagogik algoritmning tuzilmasi

Bosqich	Bosqich nomi	Asosiy faoliyat	Didaktik maqsad	Baholash vositasi
1	Motivatsion-diagnostik	Real gidrologik muammo bilan tanishtirish; diagnostik test orqali oldingi bilim darajasini aniqlash	Ichki motivatsiyani shakllantirish; bilim bo'shliqlarini aniqlash	Diagnostik test (20 savol); motivatsiya so'rovnomasi
2	Konseptual-nazariy	Matematik asoslarni o'qitish: ARIMA - statsionarlik, ACF/PACF; GEV - Gumbel, Frechet, Weibull oilalari	Nazariy tushunchalarni chuqur o'zlashtirish; vizual-konseptual bilim tuzilmasini shakllantirish	Yozma test; konseptual xarita
3	Instrumental-amaliy	Python (statsmodels, scipy.stats) va R (evd, tseries) yordamida modellarni real ma'lumotlarga qo'llash	Instrumental kompetensiyani shakllantirish; dasturlash ko'nikmalarini rivojlantirish	Laboratoriya hisoboti (rubrika: texnik to'g'rilik + kod sifati)
4	Muhandislik-loyiha	3-4 kishilik guruhlarda real loyiha: daryo kesmasi uchun 100-yillik qaytarish davri bilan suv sarfini hisoblash	Integrativ kompetensiyani shakllantirish; jamoaviy ishlash ko'nikmalarini rivojlantirish	Loyiha hisoboti + taqdimot
5	Refleksiv-formativ	Loyiha natijalarini taqdimot shaklida himoya qilish; tengdoshlar va o'z-o'zini baholash	Metakognitiv kompetensiyani rivojlantirish; tanqidiy tafakkurni shakllantirish	Rubrika (texnik + muhandislik + noaniqlik mezonlari)

Tajriba sinov natijalari. Pedagogik algoritm 2024–2025-yillarda QDTU muhandislik ta'limi yo'nalishlari talabalarida n=144 sinovdan o'tkazildi. Nazorat guruhida n=72 an'anaviy ma'ruza-

seminar tizimi, tajriba guruhda $n=72$ esa besh bosqichli algoritm qo'llanildi. Natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Tajriba va nazorat guruhlarining kompetensiya ko'rsatkichlari

Kompetensiya ko'rsatkichi	Nazorat guruh (n=72)	Tajriba guruh (n=72)	Farq (%)	Statistik ahamiyat
Modellarni to'g'ri tanlash ko'nikmasi	52,4	74,0	+41,3 %	$p < 0,01$
Hisoblash natijalarini muhandislik talqini	48,6	67,4	+38,7 %	$p < 0,01$
Nostandart holatlarni hal etish	44,2	57,3	+29,5 %	$p < 0,01$
Umumiy o'rtacha	48,4	66,2	+36,8 %	d = 0,82

Izoh: Ballar 100 ballik shkala bo'yicha. Cohen $d = 0,82$ — katta pedagogik effekt ($d \geq 0,8$ mezoniga

ko'ra).

Muhokama (Discussion). Natijalarni tahlil qilish. Tajriba guruhning uchala kompetensiya bo'yicha nazorat guruhidan ustunligi $p < 0,01$ besh bosqichli algoritmning pedagogik samaradorligini ishonchli tarzda tasdiqlaydi. Cohen $d = 0,82$ ko'rsatkichi katta effektini bildiradi, ya'ni algoritmning ta'sirini tasodifiy farqlanishlar bilan izohlab bo'lmaydi.

Uchta kompetensiya o'rtasidagi farq ham muhim hisoblanadi. Modellarni to'g'ri tanlash (41,3 %) va muhandislik talqini (38,7 %) bo'yicha farq nostandart holatlar (29,5 %) ga nisbatan yuqoriroq. Bu 4-bosqich (muhandislik-loyiha) va 5-bosqich (refleksiv-formativ)ning birinchi ikki ko'rsatkichni shakllantirishdagi roli kuchliroq ekanligini ko'rsatadi.

Boshqa tadqiqotlar bilan taqqoslash. Delgado-Hernandez va boshqalar [3] fuqarolik muhandisligi ta'limida PBL yondashuvining o'quv natijalarini o'rtacha 25–30 %ga yaxshilashini ko'rsatgan. Fischer va boshqalar [4] muhandislik statistikasi fanlarida spiral o'qitishning 25–35 %li samaradorligini isbotlagan. Ushbu tadqiqotda erishilgan umumiy 36,8 %li o'sish ikkala manbaning yuqori chegarasiga mos keladi.

Algoritmning asosiy afzalliklari:

1. to'rtta didaktik shart tizimi algoritmnini muhandislik ta'limining boshqa texnik fanlariga ham moslashtirib qo'llash imkonini beradi;
2. besh bosqichning har biri o'z baholash vositasiga ega bo'lganligi uchun ta'lim jarayoni bosqichma-bosqich kuzatib boriladi;
3. 4-bosqichda real mahalliy gidrologik ma'lumotlar (Amudaryo, Sirdaryo) ishlatilishi talabalar uchun mazmunning dolzarbligini ta'minlaydi.

Tadqiqot Qarshi davlat texnika universitetida (QDTU) va ikki yillik vaqt oralig'ida o'tkazilgan. Kelgusi tadqiqotlarda algoritmnini ko'p markazli formatda sinab ko'rish va har bir model uchun alohida bosqichiy tahlil o'tkazish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa (Conclusion). Asosiy ilmiy natijalar. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi asosiy ilmiy xulosalarga kelindi:

Birinchiidan, ARIMA, SARIMA, GEV va POT modellarini o'qitishning besh bosqichli pedagogik algoritmi (motivatsion-diaagnostik → konseptual-nazariy → instrumental-amaliy →

muhandislik-loyiha → reflektiv-formativ) muhandislik ta'limida murakkab gidrologik-statistik modellarni samarali o'qitishning yaxlit ilmiy-didaktik tizimini tashkil etadi.

Ikkinchidan, algoritmnining muvaffaqiyatli ishlashi to'rtta didaktik shart - fundamentallik, integrativlik, kontekstuallik va progressivlik - bilan shartlangan bo'lib, ularning birgalikdagi ta'siri ta'minlangandagina yuqori pedagogik effektga erishiladi.

Uchinchidan, tajriba-sinov $n=144$, $p<0,01$, Cohen $d=0,82$ algoritmnining katta pedagogik effekt kattaligiga ega ekanligini tasdiqladi: umumiy o'rtacha ustunlik 36,8 %ni tashkil etdi. Cohen $d=0,82$ ko'rsatkichi muhandislik ta'limidagi o'xshash tadqiqotlarda qayd etilgan natijalardan yuqori.

Tadqiqot natijalari asosida uchta amaliy tavsiya beriladi:

1. Besh bosqichli algoritmni QDTU va O'zbekistonning boshqa texnika universitetlari muhandislik ixtisosliklarining o'quv dasturlariga kiritish, boshlang'ich dastur sifatida "Gidrologik statistika" va "Stoxastik jarayonlar" fanlarida sinab ko'rish;

2. Algoritmnining 3-bosqichida Python va R dasturlash muhitlaridan foydalanish uchun maxsus ko'rsatma-qo'llanma ishlab chiqish hamda bu vositalar o'quv jarayonida standartlashtirilishi lozim;

3. Algoritmni muhandislik ixtisosliklariga (transport, qurilish, energetika) moslashtirib sinash – fundamentallik va progressivlik shartlari universallikning nazariy asosini ta'minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Box G.E.P., Jenkins G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. - San Francisco: Holden-Day, 1976. -575 p.
2. Coles S. An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. - London: Springer, 2001. — 208 p.
3. Delgado-Hernandez D.J. et al. Problem-based learning in civil engineering education // European Journal of Engineering Education. - 2017. - Vol. 42. - No. 4. - P. 361–374.
4. Fischer C. et al. What works best for learning statistics in engineering // International Journal of Engineering Education. - 2020. - Vol. 36. - No. 2. - P. 584 -597.
5. Maidment D.R. (Ed.). Handbook of Hydrology. - New York: McGraw-Hill, 1993. — 1424 p.
6. Xoliqov A.A. Muhandislik ta'limida bosqichli o'qitish tamoyillari. - Toshkent: TDTechU nashriyoti, 2021. - 168 b.
7. Mirzayev S.M. Statistik modellashtirish fanini o'qitishning metodologik asoslari. -Toshkent: Fan, 2023. - 194 b.
8. Yo'ldoshev J.G'. Muhandislik ta'limida integrativ yondashuv: nazariya va amaliyot. - Toshkent: TDPU, 2022. - 210 b.
9. Hosking J.R.M., Wallis J.R. Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments. — Cambridge: Cambridge University Press, 1997. — 224 p.
10. Rao A.R., Hamed K.H. Flood Frequency Analysis. — Boca Raton: CRC Press, 2000. — 376 p.
11. Bruner J.S. The Process of Education. — Cambridge: Harvard University Press, 1960. — 97 p.
12. Bloom B.S. (Ed.). Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive Domain. — New York: David McKay Company, 1956. — 207 p.
13. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. — Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. — 567 p.
14. Hmelo-Silver C.E. Problem-based learning: What and how do students learn? // Educational Psychology Review. — 2004. — Vol. 16. — No. 3. — P. 235–266.
15. Ausubel D.P. The Psychology of Meaningful Verbal Learning. — New York: Grune & Stratton, 1963. — 255 p.