

HARORATNI BASHORAT QILISHNING MATEMATIK METODLARI

O'ktamaliyev Ikromjon Qahramon o'g'li

Namangan davlat pedagogika instituti,
Intellectual fanlar va axborot texnologiyalari kafedrası o'qituvchisi

E-mail: oktamaliyevikromjon@gmail.com

Topildiyev Sirojiddin Muzaffar o'g'li

Namangan davlat pedagogika instituti,
Intellectual fanlar va axborot texnologiyalari kafedrası o'qituvchisi

E-mail: topildiyevsirojiddin@gmail.com

Annotatsiya: ushbu maqolada haroratni bashorat qilishning matematik usullari bayon qilinadi va ulardan eng soddalaridan biri vaqt seriyalari tahlili yordamida o'tkazilgan ma'lum bir tajribaning natijalari va bu tajriba natijasidagi prognoz keltiriladi. Bu o'rganilgan metod orqali ixtiyoriy paytda aniqroq prognoz olish imkoniyatlari bayon qilinadi.

Kalit so'zlar: harorat, raqamli ob-havo bashorati, statistic usullar, spektal metodlar, vaqt seriyalari tahlili.

Haroratni bashorat qilish ob-havo prognozlashning muhim elementi bo'lib, qishloq xo'jaligi, energetika va shahar infratuzilmasini rejalashtirishda katta ahamiyatga ega. Zamonaviy texnologiyalar rivoji bilan matematik metodlar sezilarli darajada takomillashmoqda, ammo noaniqliklar (masalan, Lorenz chaosi) hali ham mavjud. Ushbu maqola haroratni bashorat qilishning matematik asoslarini, tarixiy va zamonaviy yondashuvlarni tahlil qiladi. Maqsad – metodlarni solishtirish va amaliy tajriba orqali ularning samaradorligini baholash. Tadqiqot NWP, statistik va ML modellarga asoslanadi, natijada ekstremal haroratlar uchun yangi takliflar beriladi.

Haroratni bashorat qilishning matematik metodlari 19-asr oxirlariga borib taqaladi. 1898-yilda norvegiyalik fizik Vilhelm Bjerknes ob-havo bashoratini matematik modellashtirish g'oyasini ilgari surdi va "Circulation Theorem" ni ishlab chiqdi, bu atmosfera oqimlarining evolyutsiyasini tavsiflaydi. 1922-yilda ingliz olimi Lewis Fry Richardson birinchi raqamli bashorat urinishini amalga oshirdi, ammo hisoblash xatolari tufayli natijalar noaniq chiqdi. Ikkinchi jahon urushidan keyin, 1940-yillarda Amerika va Buyuk Britaniyada ENIAC kompyuteri yordamida J. von Neumann rahbarligidagi jamoa NWP ni rivojlantirdi. 1950-yillarda barqaror modellari paydo bo'ldi, bu harorat bashoratini 24 soatlik muddatga yetkazdi. 1960-1970-yillarda spektral va cheklangan farq metodlari keng tarqaldi, bu ECMWF va GFS kabi global tizimlarning asosini tashkil etdi. Zamonaviy davrda (2020-yillarda) ML integratsiyasi bilan aniqlik 15-20% ga oshdi.

Bugungi kunda ob-havoni prognozlashning quyidagicha metodlari keng qo'llanilmoqda:

1. **Raqamli ob-havo prognozi:** Primitiv tenglamalar tizimi (Navier-Stokes, termodinamika):

$$\frac{\partial T}{\partial t} + U \cdot \nabla T = \frac{Q}{c_p} + \kappa \nabla^2 T,$$

bu yerda T – harorat, U – shamol vektori, Q – issiqlik manbai.

2. **Statistik usullar:** ARIMA modeli:

$$y_t = c + \sum \phi_i y_{t-i} + \sum \theta_j \epsilon_{t-j} + \epsilon_t.$$

3. **Vaqt seriyalari tahlili:** Bu metodda oldingi vaqt seriyalaridagi haroratlar haqidagi to'plangan axborot yordamida biror-bir funksiya sinfidan bu axborotlarni eng yaxshi modellashtiradigan funksiya topiladi va bu funksiya orqali keyingi vaqt uchun prognoz beriladi.

Ushbu maqolada yuqoridagi 3-metodni qanday ishlashini bayon qilamiz. Uning algoritmi quyidagicha:

1. Avval iloji boricha biror bir vaqt oralig'ida o'sha vaqtdagi aniq haroratlar haqidagi ma'lumotlar to'planadi;
2. Keyin esa bu ma'lumotlarni biror bir funksiya yordamida modellashtiramiz;
3. Model funksiya yordamida bizga kerakli vaqt uchun haroratni aniqlaymiz.

Masalan, o'tkazilgan tajribada quyidagicha natijalar olingan:

№	Soat	Vaqt seriyasi hisobida t_i	Harorat (Selsiy) T_i
1	00:00	$t_0 = 0$	13°
2	01:00	$t_1 = 1$	13°
3	02:00	$t_2 = 2$	13°
4	03:00	$t_3 = 3$	12°
5	04:00	$t_4 = 4$	12°
6	05:00	$t_5 = 5$	11°
7	06:00	$t_6 = 6$	11°
8	07:00	$t_7 = 7$	12°
9	08:00	$t_8 = 8$	14°
10	09:00	$t_9 = 9$	17°

1-jadval. Soat 00:00 dan 09:00 gacha bo'lgan vaqt oralig'ida har soatdagi harorat ma'lumotlari.

Yuqoridagi jarayonni modellashtirishda har 24 soatda nisbatan bir-biriga yaqin haroratlar takrorlanishini inobatga olib, eng kichik musbat davri 24 ga teng bo'lgan davriy funksiyalarga murojaat qilamiz, masalan:

$$T(t) = a \sin\left(\frac{\pi t}{24}\right) + b \cos\left(\frac{\pi t}{24}\right) + c.$$

Yuqoridagi $T(t)$ funksiyani "eng kichik kvadratlar usuli" orqali topamiz. Buning uchun quyidagi funksiyani qaraymiz:

$$S(a, b, c) = \sum_{i=0}^9 (T_i - T(t_i))^2.$$

Bu a, b, c larga bog'liq $S(a, b, c)$ funksiyani minimumga erishtiruvchi a, b, c larni topamiz. Bu uch o'zgaruvchili funksiyaning hosila yordamida ekstremumlarini topish masalasi orqali hal qilinadi. Bu yo'l orqali topilgan a, b, c larning qiymati quyidagicha:

Koeffitsientlar	a	b	c
Qiymat	-5,19	-3,05	17,21

2-jadval. $T(t)$ bashorat funksiyasining koeffitsientlari.

Demak, topilgan bashorat funksiyasi

$$T(t) = -5,19 \sin\left(\frac{\pi t}{24}\right) - 3,05 \cos\left(\frac{\pi t}{24}\right) + 17,21$$

ko'rinishida bo'ladi. Bu funksiyani topish jarayonida uning aniqligini 95% ekanligini ko'rish mumkin. Ishonch intervali esa $\pm 1,7$ °C atrofida.

Bizdan yuqoridagi 1-jadval asosida berilgan ma'lumotlarga tayanib soat 10:00 dagi haroratni bashorat qilish vazifasi berilgan bo'lsin. U holda topilgan bashorat funksiyasini $t = 10$ vaqt seriyasidagi qiymatini hisoblaymiz:

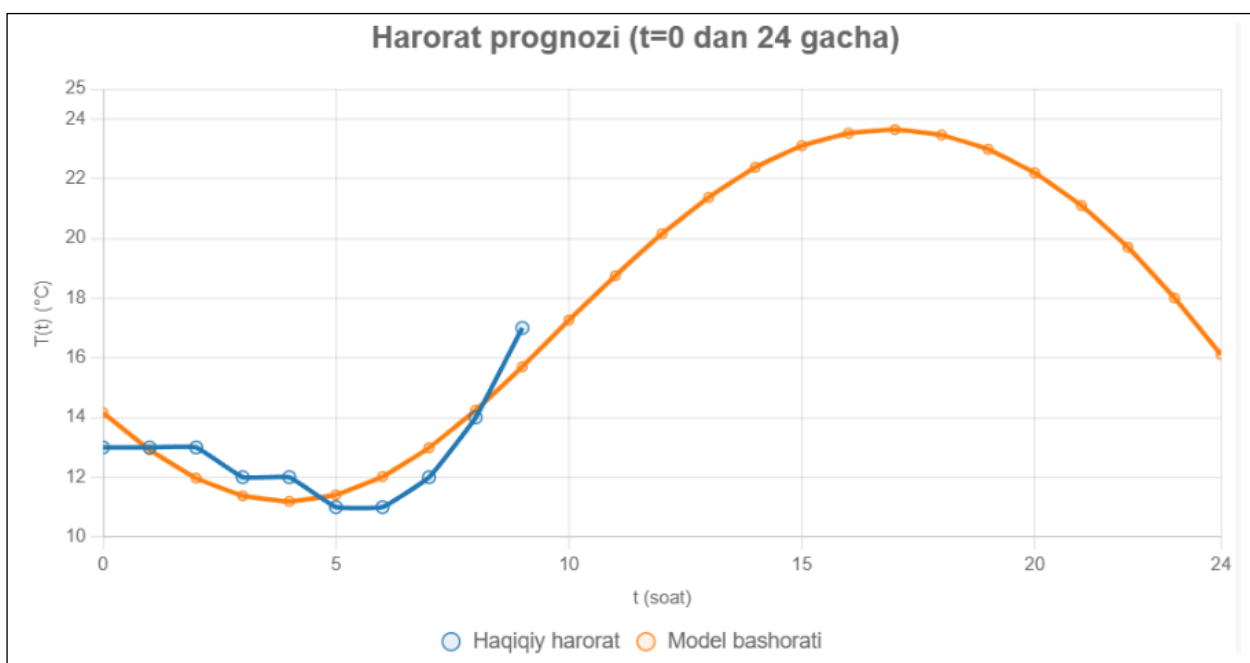
$$T(10) = -5,19 \sin\left(\frac{10\pi}{24}\right) - 3,05 \cos\left(\frac{10\pi}{24}\right) + 17,21 \approx 17,26.$$

1-jadvaldan ko'rish mumkinki, soat 07:00 dan boshlab harorat ko'tarilishni boshlagan va odatda 10:00 dagi harorat 09:00 dagi haroratdan balandroq bo'ladi deb hisoblab, biz ishonch intervalidagi $\pm 1,7$ °C qiymatni " + " ishora bilan olamiz. Demak, soat 10:00 dagi harorat prognoz bo'yicha

$$T_{bashorat}(10) = T(10) + 1,7 = 18,96$$

bo'ladi. Tajriba natijasida esa haqiqatda soat 10:00 da 19 °C harorat kuzatilgan.

Quyida $T(t)$ bashorat funksiyasi va tajriba natijalarining grafigi keltirilgan:



XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu maqolada haroratni bashorat qilishning matematik metodlari talqin qilindi va ularning birida (ya'ni vaqt seriyalari) o'tkazilgan tajribaning natijasi muhokama qilindi. 1-jadvaldagi ma'lumotlarda ko'rish mumkinki, harorat 00:00 dan 09:00 gacha har soatda o'tkazilgan bo'lib, bu ma'lumotlar asosida keying soatdagi (ya'ni 10:00 dagi) haroratni prognoz qilingan. Eng kichik kvadratlar usuli orqali iloji boricha prognozning xatoligini kamaytirishga harakat qilingan va u haqiqiy harorat bilan deyarli farq qilmasligini ko'rish mumkin:

$$T_{bashorat} = 18,96\text{ }^{\circ}\text{C}, \quad T_{haqiqiy} = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Ushbu tadqiqotdan kelib chiqqan holda quyidagicha taklif berish mumkin: 1-jadval ma'lumotlari asosida topilgan $T(t)$ prognoz funksiyasi orqali soat 11:00 dagi, soat 12:00 dagi (ya'ni keyingi soatlardagi) haroratlarni ham prognoz qilib ko'rish. Faqat vaqt o'tgan sari bashoratning aniqlik foizi kamayib borishini inobatga olish kerak. Undan tashqari bashoratning aniqlik foizini oshirish uchun dastlabki soatlarda har soatda haroratni o'lchash o'rniga yana ham qisqaroq vaqt oralig'ida haroratni o'lchab borishni amalga oshirish kerak. Masalan, har yarim soatda o'lchangan ma'lumotlar asosida qilingan prognoz har soatda qilingan prognozdan aniqroq chiqadi. Agar har 10 minutda yoki 5 minutda o'lchangan haroratlar orqali qilingan prognoz bilan keyingi ko'proq vaqtdagi haroratlarni yanada aniqroq prognoz qilish mumkin. Umuman olganda dastlabki o'lchangan ma'lumotlar soni qanchalik ko'p va o'lchash jarayoni orasidagi vaqt oralig'i yanada qisqaroq bo'lsa, yana ham aniqroq bashoratlarni olish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Tomkins, T. (2015). Numerical Weather and Climate Prediction. Cambridge University Press.
2. Wang, Y., et al. (2021). A simple and accurate mathematical model for estimating maximum and minimum temperatures. Building and Environment, 195, 107778. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.107778.
3. Chen, L., et al. (2024). Analysis of a Predictive Mathematical Model of Weather Changes Based on Neural Networks. Mathematics, 12(3), 480. DOI: 10.3390/math12030480.
4. Xakimov, R. M. (2019). IMPROVEMENT OF ONE RESULT FOR THE POTTS MODEL ON THE CALEY TREE. *Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology*, 1(6), 3-8.
5. Rozikov, U. A., & Khakimov, R. M. (2012). The uniqueness condition for a weakly periodic Gibbs measure for the hard-core model. *Theoretical and Mathematical Physics*, 173(1), 1377-1386.
6. Уктамалиев, И. К. (2022). О предгеометриях конечно порожденных коммутативных полугрупп. In *МАЛЬЦЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ* (pp. 166-166).
7. Уктамалиев, И. К. (2022). О числе счётных моделей аддитивной теории натуральных чисел.
8. Xo'jamqulov, R. (2024). Matematika fanini o'rganishda Maple platformasidan foydalanish imkoniyatlari va amaliy jihatlari. *Universal xalqaro ilmiy jurnal*, 1(12), 335-338.

9. O'G, O. K. I. Q., Qizi, N. M. S. N., & Qizi, A. M. O. A. (2024). TEYLOR QATORI YORDAMIDA BA'ZI BIR SONLI QATORLARNING YIG 'INDISINI TOPISH USULLARI. *Science and innovation*, 3(Special Issue 57), 275-277.
10. O'G, O. K. I. Q., O'G'Li, J. A. H., & O'G, H. T. X. D. (2024). FUNKSIONAL QATORNI HADLAB INTEGRALLASH VA DIFFERENSIALASHDAN FOYDALANIB BA'ZI BIR SONLI QATORLAR YIG 'INDISINI TOPISH METODLARI. *Science and innovation*, 3(Special Issue 57), 411-416.