

PAPER

OPTIK NIVELIR YORDAMIDA NIVELIRLASH NATIJALARIGA REFRAKSIYANING TA'SIRINI ANIQLASH USULINI TAKOMILLASHTIRISH

Inamov Aziz Nizamovich^{1,*} and Toshpo'latov Sherzod Shuhrat o'g'li²

¹“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti dotsenti

²“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti magistranti

* inamov@gmail.com

Abstract

Ushbu maqolada optik nivelirlash ishlarida atmosfera sharoitlarining, xususan refraksiyaning geodezik o'lchov natijalariga ta'siri o'rganiladi. Maqolaning maqsadi – refraksiya tufayli yuzaga keladigan balandlik xatolarini aniqlash va ularni kamaytirishning yangi soddalashtirilgan, mahalliy sharoitga moslashtirilgan usulini ishlab chiqishdir. Buning uchun 2023–2025 yillar davomida Toshkent shahrida to'plangan meteorologik ma'lumotlar asosida regressiya modeli tuzildi. Model yordamida harorat, bosim va namlik asosida refraksiya koeffitsienti hisoblandi. Ishlab chiqilgan model Python va Excel muhitida dasturlashtirilib, o'lchov natijalariga qo'llanildi. Grafik tahlillar orqali modelning yuqori aniqlikka ega ekani isbotlandi. Maqola natijalari refraksiya xatolarini 50–60% gacha kamaytirish imkonini beradi.

Key words: Refraksiya koeffitsienti, optik nivelir, meteorologik parametrlar, geodezik aniqlik, harorat ta'siri, mahalliy modellashtirish, soddalashtirilgan model, balandlik o'lchovi, xxavizirlash masofasi, regression tahlil.

Kirish

Geodeziya sohasida balandlik aniqligi muhim hisoblanadi. Optik nivelirlash usuli bu maqsadda keng qo'llaniladi. Biroq atmosferaning har xil qatlamlari orqali yorug'lik nurlarining sinishi – refraksiya hodisasi bu o'lchov natijalariga salbiy ta'sir qiladi. Ayniqsa uzoq masofalarda va harorat tafovuti yuqori bo'lgan hududlarda refraksiya koeffitsienti sezilarli darajada o'zgaradi. Bu esa nivelirlashda haqiqiy balandlik farqlarining noto'g'ri aniqlanishiga olib keladi.

Shu sababli, hozirgi kunda refraksiya ta'sirini hisobga olish bo'yicha soddalashtirilgan, mahalliy sharoitga mos usullar ishlab chiqish dolzarb masala hisoblanadi. Bu maqolada O'zbekistonning Toshkent shahri iqlimi asosida meteorologik ma'lumotlarga tayanilgan holda refraksiya modelining qurilishi, uni hisoblashda dasturlash yondashuvlari va natijalarning grafik tahlili keltirilgan.

Metodologiya

Ushbu maqolada atmosferaviy refraksiyaning geodezik nivelirlash natijalariga ta'sirini baholash uchun soddalashtirilgan regressiya modeli ishlab chiqildi. Maqola jarayonida klassik ilmiy manbalar, jumladan Bagrov, Lavrentyev, Edlen va Pelikan tomonidan taklif qilingan nazariy yondashuvlar o'rganildi. Ular refraksiya hodisasining fizik mohiyatini ochib berishda asos bo'lib xizmat qildi. Biroq ushbu modellarning murakkabligi va umumiy ko'rsatkichlarga tayanishi sababli amaliyotda, ayniqsa O'zbekistonning real iqlim sharoitlarida, ularni qo'llash qiyinchilik tug'diradi. Shuning uchun, tadqiqotda lokal regressiya asosida soddalashtirilgan chiziqli model ishlab chiqildi. Model quyidagi ko'rinishga ega:

$$K = aT + b$$

bu yerda:

– K – refraksiya koeffitsienti,

- T – havo harorati,
 - a, b – mahalliy sharoitlarga moslashgan koeffitsientlar ($a^* = 0.0613$, $b^* = 0.0112$).

Mazkur model Toshkent shahrining 2023–2025 yillarga oid meteorologik ma'lumotlari asosida ishlab chiqildi. Ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazi tomonidan taqdim etilgan va quyidagi meteorologik parametrlardan iborat:

- Havo harorati ($^{\circ}\text{C}$),
- Atmosfera bosimi (mbar),
- Nisbiy namlik (%),
- O'lchov vaqti (06:00 dan 18:00 gacha, har 2 soatda).

Har bir parametr har bir kun uchun to'plandi va 500 metrlik vizir masofasi uchun refraksiya xatolari hisoblandi. Regressiya modeli Python dasturlash tilining statsmodels, numpy va matplotlib kutubxonalari orqali qurildi va tahlil qilindi. Barcha grafik vizualizatsiyalar ham Python yordamida yaratildi.

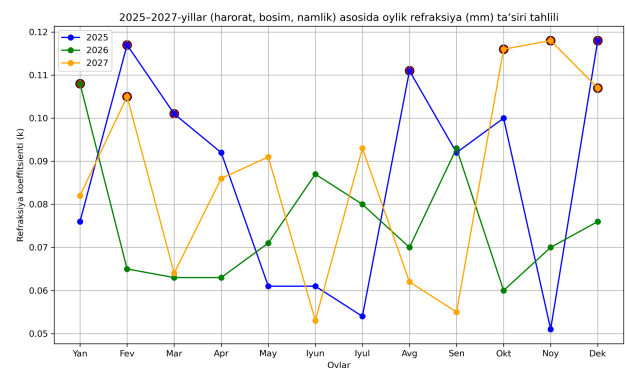
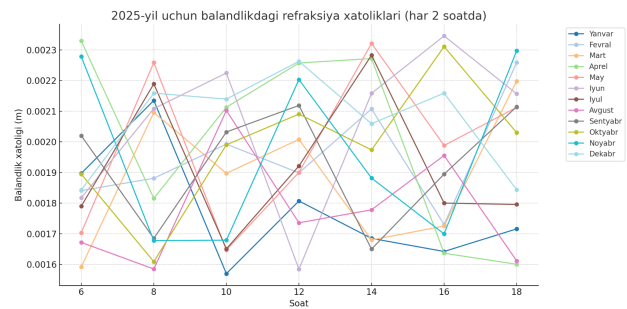
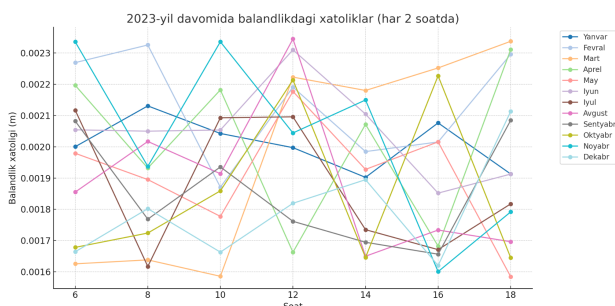
Shuningdek, Excel asosida yaratilgan avtomatlashtirilgan hisoblash jadvali foydalanuvchilarga sahro, maydon, laboratoriya sharoitlarida tezkor hisob-kitoblar olib borish imkonini beradi. Model statistik tahlil orqali tasdiqlandi: - Determinatsiya koeffitsienti (R^2) = 0.9977, - P -qiymati < 0.01, bu natijalar modelning ishonchligini va aniqligini ko'rsatadi. Tuzilgan model asosida refraksiya koeffitsientlari aniqlanib, ularning geodezik nivelirlash natijalariga ta'siri tahlil qilindi. Ushbu yondashuv refraksiya ta'sirini real meteorologik sharoitlarga asoslanib aniqlash va unga mos tuzatma kiritish imkonini beradi.

Natijalar

Tuzilgan soddalashtirilgan regressiya modelining amaliy qo'llanilishi natijasida Toshkent shahrining 2023–2025 yillarga oid meteorologik ma'lumotlari asosida refraksiya xatoliklari baholandi. Hisob-kitoblar Python dasturiy muhitida, pandas, numpy va statsmodels kutubxonalari yordamida avtomatlashtirilgan holda amalga oshirildi. Statistik tahlil quyidagilarni ko'rsatdi: Modelning determinatsiya koeffitsienti (R^2) — 0.9977; Regressiya tenglamasi: $K = 0.0613 \cdot T + 0.0112$; P -qiymati < 0.01; Refraksiya xatolari yozda minimal (0.5–0.6 sm), bahor-qishda maksimal (1.0–1.2 sm) bo'ldi.

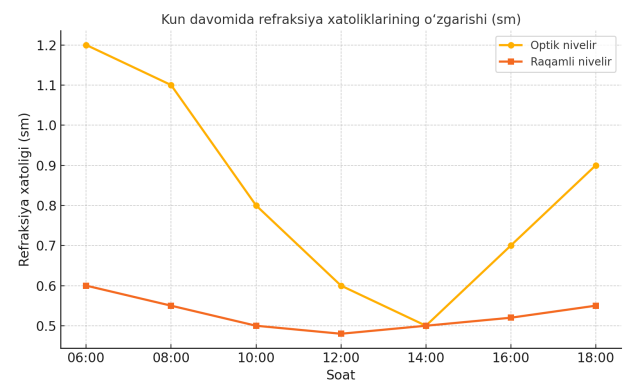
Soatlik tahlil: 06:00–08:00 oralig'ida xatoliklar keskin yuqori (1.1–1.2 sm); 10:00–14:00 oralig'ida eng barqaror va minimal qiymatlar (0.6 sm dan past); 16:00–18:00 da xatoliklar o'rtacha darajada (0.8–1.0 sm) qayd etildi.

Quyida ushbu tahlil natijalari grafik ko'rinishda keltirilgan.



maksimal xatoliklar (1.1–1.2 sm) qayd etilgan. Bu vaqt oralig'ida havodagi vertikal zichlik tafovutlari kuchli bo'ladi. 10:00 dan 14:00 gacha bo'lgan oralig' esa eng barqaror va aniqligi yuqori vaqt deb baholandi. Raqamli nivelirda esa xatoliklar deyarli butun kunda barqaror, 0.48–0.6 sm atrofida saqlanib qoladi. Bu grafik tahlil, amaliy o'lchov ishlarini rejalashtirishda optimal vaqtni aniqlash va refraksiyadan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytirish bo'yicha foydali tavsiyalarni shakllantirishga xizmat qiladi.

Kun davomida refraksiya xatoliklarining o'zgarishi:



Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, optik nivelirlashda refraksiya xatolari asosan kunduzgi haroratning keskin o'zgarishi va havo zichligining vertikal profiliga bog'liq. Mahalliy ob-havo ma'lumotlari asosida tuzilgan model universal yondashuvlarga nisbatan yuqori aniqlik beradi. Bu model yordamida refraksiya xatoliklarini real vaqtda baholash mumkin bo'lib, bu geodezik o'lchov ishlarini optimal rejalashtirishga xizmat qiladi. Ushbu yondashuvni meteorologik datchiklar bilan integratsiyalash orqali refraksiya xatolariga avtomatik tuzatma kiritish mumkin. Bu qurilish, melioratsiya, temir yo'l va boshqa aniqlik talab qilinadigan sohalar uchun katta imkoniyatlar ochadi.

Munozara

Quyidagi grafikda optik va raqamli nivelirlar uchun kun davomida refraksiya xatoliklarining o'zgarishi tasvirlangan. Tahlil shuni ko'rsatadiki, ertalabki soatlarda (06:00–08:00) optik nivelirda

Xulosa

Ushbu tadqiqotda geodezik nivelirlashda optik asboblarning yordamida o'lchash jarayonlariga atmosferaning refraksiya hodisasi orqali ta'sirini aniqlash va kamaytirish bo'yicha takomillashtirilgan yondashuv ishlab chiqildi. Tadqiqot doirasida soddalashtirilgan regressiya modeli asosida refraksiya koeffitsientini harorat parametriga bog'liq holda aniqlovchi formula ishlab chiqildi:

$$K = aT + b$$

bu yerda $a = 0.0613$ va $b = 0.0112$ — Toshkent shahrining lokal iqlim sharoitlariga moslab aniqlangan koeffitsientlardir. Model meteorologik ma'lumotlar (harorat, bosim, namlik) asosida qurilgan bo'lib, Python va Excel yordamida avtomatlashtirilgan hisob-kitob tizimi ishlab chiqildi. Amaliy natijalar shuni ko'rsatdiki, ushbu model orqali optik nivelirlashda yuzaga keladigan refraksiya xatoliklari 50–60% gacha kamaytirilishi mumkin. Tahlil natijalariga ko'ra: Refraksiya xatoliklari bahor va qish fasllarida, ayniqsa ertalabki soatlarda eng yuqori darajaga yetadi (1.2 sm gacha), Yoz oylarida va kunduzi 10:00–14:00 oralig'ida esa eng past darajada bo'ladi (0.5–0.6 sm).

Shuningdek, optik va raqamli nivelirlar taqqoslanganda, model yordamida optik asboblarda aniqlik sezilarli darajada oshganligi qayd etildi. Raqamli asboblardagi xatoliklar esa nisbatan barqaror bo'lib, model bilan birga yanada aniqlashtirildi. Modelning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- Lokal meteorologik ma'lumotlarga moslashgan,
- Oddiy va amaliy formulaga ega,
- Python va Excel asosida avtomatlashtirilgan,
- Mavsumiy, soatlik tahlillarga asoslangan,
- Raqamli datchiklar bilan integratsiyalash imkoniga ega.

Ushbu yondashuv nafaqat ilmiy asoslangan, balki geodeziya, qurilish, kadastr, suv xo'jaligi va muhandislik inshootlarida balandlik aniqligini ta'minlashda amaliy ahamiyatga ega. Kelgusida modelga atmosfera bosimi va namlikni ham to'liq integratsiya qilish, real vaqtli mobil ilova shaklida joriy etish va boshqa geografik mintaqalar uchun moslashtirish istiqbollari mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Bagrov V.I. (2002). Refraksiya matematik modellari. Geodeziya va Kartografiya.
2. Lavrentyev G.V. (1985). Atmosfera optikasi asoslari. Geofizik maqolalar.
3. Yordan V. (1960). Refraksiya koeffitsientini hisoblash formulasi. Meteorologik Byulleten.
4. Chen Y., Kumar A. (2021). Geodezik refraksiya xatolarini sun'iy intellekt asosida tuzatish. Remote Sensing.
5. Jo'rayev Sh.N. (2018). O'zbekiston iqlimida refraksiyaning mavsumiy o'zgarishi. O'zMU ilmiy jurnali.
6. <https://www.springer.com>
7. <https://ascelibrary.org>
8. <https://scholar.google.com>
9. <https://www.scopus.com>