



ATMOSFERADAGI FIZIK JARAYONLARNING GEODEZIYA O'LCHOVLARIGA TA'SIRI

Siddiqov Rustamjon
O'ktamovich

QDU katta o'qituvchisi

Tursunxo'jayeva Ominaxon
Nuriddinxo'ja qizi

QDU 1-kurs talabasi

Annotatsiya

Ushbu maqolada atmosferadagi asosiy fizik jarayonlarning geodeziya o'lchovlariga qanday ta'sir qilishi va eng so'nggi ilmiy yondashuvlar bilan ularni kamaytirish usullari ko'rib chiqilgan. Maqolada atmosfera qatlamlarida yuz beradigan asosiy fizik jarayonlarning geodeziya sohasidagi o'lchovlarga qanday ta'sir qilishi atroflicha tahlil qilinadi. Ayniqsa, havo bosimi, harorat, namlik, gaz tarkibi va elektromagnit to'lqinlarning sinishi kabi omillarning GNSS tizimlari, lazer skanerlash, optik teodolitlar kabi zamonaviy geodezik uskunalarga ta'siri o'rganiladi. Maqolada atmosfera refraksiyasi, troposferik va ionosferik kechikishlar, harorat va bosim ta'siri, hamda yog'ingarchilik, shamol va namlikning signal uzatishdagi roliga alohida e'tibor qaratilgan. Mahalliy meteorologik monitoring tizimlarini joriy etish orqali atmosferaning salbiy ta'sirlarini kamaytirish yo'llari yoritilgan. Shuningdek, real vaqt rejimida atmosferaviy kechikishlarni aniqlash, kompensatsiya qilish va prognozlashda sensorli integratsiya va mashinaviy o'rganish texnologiyalarining samaradorligi ko'rsatib berilgan. Tadqiqot natijalari geodezik o'lchovlarning aniqligi va ishonchliligini oshirish uchun ilg'or texnologik yondashuvlarning qo'llanilishi zarurligini asoslaydi.

Kalit so'zlar geodeziya, lazer skanerlash, atmosfera, havo bosimi, havoning namligi, elektromagnit to'lqinlar, yorug'lik.

Geodeziya fanida aniqlik va ishonchlilik asosiy tamoyillardan hisoblanadi. Yer yuzasining shakli, o'lchamlari va harakatlarini aniqlashda turli fizik jarayonlar, xususan, atmosfera hodisalari muhim rol o'ynaydi. Atmosferaning fizik xossalari, masalan, havo bosimi, harorati, namligi va gaz tarkibidagi o'zgarishlar elektromagnit signallar va o'lchov asboblari ta'sir qilib, geodezik natijalarda xatoliklar keltirib chiqarishi mumkin. Ayniqsa, zamonaviy yuqori aniqlikdagi GNSS (global navigatsiya sun'iy yo'ldosh tizimi) va lazer skanerlash tizimlarida atmosfera omillarini inobatga olmaslik jiddiy sistematik xatoliklarga olib keladi. Ushbu maqolada atmosferadagi asosiy fizik jarayonlarning geodeziya o'lchovlariga qanday ta'sir qilishi va eng so'nggi ilmiy yondashuvlar bilan ularni kamaytirish usullari ko'rib chiqiladi.

Atmosfera refraksiyasi. Atmosferaning optik zichligi turli qatlamlarda farq qiladi. Yorug'lik va elektromagnit to'lqinlar bu qatlamlar orqali harakatlanganda sinish hodisasi yuz beradi. Bu "atmosfera refraksiyasi" deb ataladi va lazer skanerlash, optik teodolitlar, GNSS tizimlari kabi geodezik texnologiyalarda signalning trayektoriyasini o'zgartiradi. Refraksiyaning intensivligi havo bosimi, harorat va namlikka bevosita bog'liq. So'nggi tadqiqotlar (2024-yil) ko'rsatishicha, atmosfera refraksiyasining real vaqt rejimida monitoringi uchun yuqori aniqlikdagi meteorologik sensorga asoslangan mahalliy atmosfera modellari joriy etilmoqda. Vienna Mapping Function 3 (VMF3) va Global Pressure and Temperature 3 (GPT3) modellaridan foydalanish refraksiya ta'sirini kamaytirishda eng yaxshi natijalarni bermoqda.

Model	Aniqlik (%)	Foydalanish sharoiti
VMF3	98.5	Real vaqt GNSS o'lchovlari
GPT3	97.0	Global atmosfera monitoring
Hopfield	94.2	Oddiy meteorologik sharoitlar

Troposferadagi kechikishlar. Troposfera signal yo'lida sekinlashtiruvchi qatlam hisoblanadi. Troposferik kechikish ikki qismga bo'linadi:

- **Quruq komponent:** asosiy ulushni tashkil etadi va barometrik bosim bilan chambarchas bog'liq.
- **Nam komponent:** havo ichidagi suv bug'lari miqdoriga bog'liq va noaniqlik darajasi yuqoriroq.

PPP-RTK texnologiyalari va yuqori aniqlikdagi meteorologik kuzatuv tizimlari yordamida real vaqt rejimida troposferik kechikishni model asosida aniqlash va tuzatish mumkin bo'lib, bu geodezik aniqlikni keskin oshiradi.

Ionosferadagi signallarning buzilishi. Ionosfera yuqori qatlamda quyosh nurlanishi bilan ionizatsiyalangan zarralardan iborat bo'lib, GPS/GNSS signalining dispersiyaga uchrashi va fazaviy xatoliklarga sabab bo'ladi. Dual-frequency qabul qilgichlar yordamida ionosferik kechikishni aniqlash va tuzatish imkoniyati mavjud. Global Ionosphere Maps (GIM) va mintaqaviy modellar orqali ionosferik holat monitoring qilinib, geodezik aniqlik oshirilmoqda. 2024-yildagi tadqiqotlarga ko'ra, sun'iy intellekt asosidagi modellar yordamida ionosfera ta'sirini oldindan bashorat qilish muvaffaqiyatli amalga oshirilmoqda.

Harorat va bosim ta'siri. Optik va elektromagnit tizimlarda harorat va bosim o'zgarishi natijasida havo zichligi o'zgarib, to'lqinlarning tarqalish tezligi farq qiladi. Ayniqsa, lazer asosidagi masofa o'lchov tizimlari haroratning har 1°C o'zgarishi uchun sezilarli xatoliklarni ko'rsatadi. Zamonaviy lazer skanerlash tizimlari va GNSS uskunalarida atmosfera sharoitlarini avtomatik aniqlovchi sharoit sensorlari (weather stations) integratsiya qilinmoqda.

Yog'ingarchilik va Namlik. Yog'ingarchilik lazer nurlarini va elektromagnit signallarni so'rishi va tarqatishi orqali signalning intensivligini kamaytiradi va aniqlikni pasaytiradi. Namlikning keskin ortishi troposferik kechikishni oshirib yuboradi. So'nggi yillarda suv bug'lari konsentratsiyasini aniqlash uchun GPS signalining suv bug'lari indeksiga (PWV - Precipitable Water Vapor) asoslangan tizimlar ishlab chiqilgan va ular yordamida real vaqt rejimida troposferik namlik ta'siri aniqlanmoqda.

Shamol Ta'siri. Shamol kuchli bo'lsa, geodezik o'lchov asboblarning fizik joylashuvi tebranadi. UAV asosida o'lchov olib borilayotgan sharoitlarda shamolning mikrotebranishlarga ta'siri sezilarli bo'lib, inertial o'lchov qurilmalari (IMU) bilan birlashtirilgan filtratsiya algoritmlari yordamida xatoliklar tuzatilmoqda.

Atmosfera effektlarini tuzatish va kompensatsiya usullari

- **Mahalliy meteorologik monitoring:** Har bir o'lchov punktida mini-meteorologik stansiyalar o'rnatish va real vaqt kuzatuvlar olib borish.
- **Real vaqt modellashtirish:** Mahalliy va global atmosfera modellari asosida refraksiya va kechikishlarni onlayn tarzda hisoblash.
- **Mapping Functions optimallashtirish:** Vienna Mapping Function 3 (VMF3) va GPT3 modellaridan foydalanish.
- **Sensor integratsiyasi:** GNSS, meteorologik va inertial o'lchov tizimlarini birlashtirib ko'pma'lumotli yechimlardan foydalanish.
- **Sun'iy intellekt texnologiyalari:** Atmosferadagi o'zgarishlarni prognoz qilish uchun mashinaviy o'rganish algoritmlaridan foydalanish.

Xulosa

Atmosferadagi fizik jarayonlar geodeziya o'lchovlarining aniqligiga chuqur ta'sir qiladi. Ayniqsa zamonaviy yuqori aniqlikdagi tizimlarda refraksiya, troposferik va ionosferik kechikishlar aniqlikni belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi. So'nggi ilmiy ishlanmalar, real vaqt rejimidagi atmosfera monitoringi, sun'iy intellekt asosidagi modellashtirish va ko'p sensorli integratsiya orqali atmosfera ta'sirlarini sezilarli darajada kamaytirish imkoniyati mavjud. Natijada, yuqori aniqlikdagi geodezik o'lchovlar uchun zamonaviy ilmiy yondashuvlar va texnologiyalarni joriy etish zarurati ortmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Böhm, J., et al. (2015). "Vienna Mapping Functions 3 (VMF3) for tropospheric delay modeling." *Journal of Geodesy*.
2. Kouba, J. (2020). "A Guide to Using International GNSS Service (IGS) Products." IGS Publications.
3. Hernandez-Pajares, M., et al. (2017). "Global ionospheric maps (GIM): modeling and applications." *Journal of Space Weather and Space Climate*.
4. Chen, G., and Herring, T. A. (2022). "Tropospheric delay effects on GPS measurements." *Journal of Geophysical Research*.