

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY
UNIVERSITETINING JIZZAX FILIALI**



KOMPYUTER ILMLARI VA MUHANDISLIK TEXNOLOGIYALARI
mavzusidagi Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami
2026-yil 25-26-sentabr

(1-qism)

JIZZAX-2026

Kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari. Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to'plami – Jizzax: O'zMU Jizzax filiali, 2026-yil 25-26-sentabr. 507-bet.

Xalqaro miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallarida zamonaviy kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari sohasidagi innovatsion tadqiqotlar aks etgan.

Globalashuv sharoitida davlatimizni yanada barqaror va jadal sur'atlar bilan rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilayotgan islohotlar samarasini yaxshilash sohasidagi ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e'tibor qaratilgan. Zero iqtisodiyotning, ijtimoiy sohalarni qamrab olgan modernizatsiya jarayonlari, hayotning barcha sohalarini liberallashtirishni talab qilmoqda.

Ushbu ilmiy ma'ruza tezislari to'plamida mamlakatimiz va xorijlik turli yo'nalishlarda faoliyat olib borayotgan mutaxassislar, olimlar, professor-o'qituvchilar, ilmiy tadqiqot institutlari va markazlarining ilmiy xodimlari, tadqiqotchilari, magistr va talabalarining ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari mujassamlashgan.

Mas'ul muharrirlar: DSc.prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M.

Tahrir hay'ati a'zolari: p.f.d.(DSc), prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M., t.f.f.d.(PhD), prof. Abduraxmanov R.A., p.f.f.d.(PhD) Eshankulov B.S., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., p.f.n., dots. Alimov N.N., p.f.f.d.(PhD), dots. Alibayev S.X., t.f.f.d.(PhD), dots. Abdumalikov A.A., p.f.f.d.(PhD) Hafizov E.A., f.f.f.d.(PhD) dots., Norbekova B.Sh. p.f.f.d.(PhD) dots. Sindorov L.K., t.f.f.d.(PhD), dots. Nasirov B.U., b.f.f.d. (PhD) O'ralov A.I., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., t.f.f.d.(PhD) Kuvandikov J.T., i.f.n., dots. Tsoy M.P., Sharipova S.F., Jo'rayev M.M.

Mazkur to'plamga kiritilgan ma'ruza tezislarining mazmuni, undagi statistik ma'lumotlar va me'yoriy hujjatlarning to'g'riligi hamda tanqidiy fikr-mulohazalar, keltirilgan takliflarga mualliflarning o'zlari mas'uldirlar.

7. Wang Y.J. Analysis of effects of three-phase voltage unbalance on induction motors with emphasis on the angle of the complex voltage unbalance factor // IEEE Transactions on Energy Conversion. — 2001. — Vol. 16, No. 3. — P. 270–275.

8. Ferreira Filho A.L., Cormane J.A.A., Garcia D.C., Costa M.V.C., Oliveira M.A.G., Nascimento F.A. Analysis of the complex voltage unbalance factor behavior resulting from the variation of voltage magnitudes and angles // Proceedings of the 14th International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP). — Bergamo, 2010. — P. 1–7.

YER OSTI SUV RESURSLARINI BOSHQARISHDA AXBOROT TEXNOGIYALARI VA SUNIY INTELLEKT ELEMENTLARIDAN FOYDALANISH MASALALARI

Xabibullayev Ibroxim Xabibullayevich

Geologiya fanlari universiteti “GIDROINGEO instituti DM” professor, t.f.d.

Email: ibrohim5004@gmail.com

Telyaev Ismat Qudratillaevich

Mirzo ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universitetining

Jizzax filiali tayanch doktoranti.

Email: ismat.telyaev93@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada O'zbekiston Respublikasida yer osti suvlari monitoringida geoaxborot texnologiyalari (GAT) va raqamli modellash tirish usullarining joriy etilishi holatini tahlil qilinib, so'nggi yillarda mamlakatda suv resurslarini boshqarish sohasida amalga oshirilgan tizimli islohotlar, xalqaro hamkorlik loyihalari va raqamli transformatsiya jarayonlari yer osti suvlarini kuzatish va boshqarishda ilg'or GATni qo'llash holatlari yoritilgan va joriy qilinayotgan “Hydromonitoring.uz” kabi ixtisoslashtirilgan axborot tizimlari, shuningdek, sun'iy intellekt va masofaviy zondlash texnologiyalarini integratsiyalash istiqbollari yoritilgan.

Аннотация

В статье анализируется состояние внедрения геоинформационных технологий (ГИС) и методов цифрового моделирования в мониторинг подземных вод в Республике Узбекистан. Освещены системные реформы в сфере управления водными ресурсами, реализованные в стране за последние годы, международные проекты сотрудничества и процессы цифровой трансформации, а также рассмотрены примеры применения передовых ГИС-технологий для наблюдения и управления подземными водами. Отдельное внимание уделено внедряемым специализированным информационным системам, таким как «Hydromonitoring.uz», а также перспективам интеграции технологий искусственного интеллекта и дистанционного зондирования.

Abstract

The article analyzes the current state of implementation of geographic information technologies (GIT) and digital modeling methods in groundwater monitoring in the Republic of Uzbekistan. It highlights the systemic reforms in water resource management carried out in the country in recent years, international cooperation projects, and digital transformation processes. The study also covers the use of advanced GIT applications for groundwater observation and management, with a focus on specialized information systems being introduced, such as “Hydromonitoring.uz,” as well as the prospects for integrating artificial intelligence and remote sensing technologies.

Kalit soʻzlar: yer osti suvlari monitoringi, geoaxborot texnologiyalari, GAT, raqamli modellashtirish, MODFLOW, gidrogeologik maʼlumotlar bazasi, masofaviy zondlash, suv resurslarini boshqarish.

Ключевые слова: мониторинг подземных вод, геоинформационные технологии, ГИС, цифровое моделирование, MODFLOW, гидрогеологическая база данных, дистанционное зондирование, управление водными ресурсами.

Keywords: groundwater monitoring, geoinformation technologies, GIS, digital modeling, MODFLOW, hydrogeological database, remote sensing, water resources management.

KIRISH

Markaziy Osiyo mintaqasida suv resurslarining keskin tanqisligi va iqlim oʻzgarishlarining kuchayishi sharoitida yer osti suvlarini samarali boshqarish masalasi dolzarb ilmiy-amaliy muammoga aylandi. Oʻzbekiston hududida yer osti suvlari nafaqat aholi ichimlik suviga boʻlgan ehtiyojini qondirish, balki qishloq xoʻjaligi, sanoat va ekologik barqarorlikni taʼminlashning muhim manbai hisoblanadi. Biroq, suv resurslaridan oqilona foydalanmaslik natijasida hamda iqlim oʻzgarishlari va antropogen omillar taʼsirida yer osti suvlarining miqdoriy va sifat koʻrsatkichlari jiddiy oʻzgarishlarga uchramoqda¹. Bunday holatlar yer osti suvlarini monitoringi va boshqaruvida zamonaviy axborot va kommunikatsiya texnologiyalarini qoʻllashni taqozo etadi.

Geoaxborot texnologiyalari (GAT) yer osti suvlari monitoringi va boshqaruvida quyidagi ustunliklarni taʼminlaydi: fazoviy maʼlumotlarni vizualizatsiya qilish, koʻp oʻlchovli tahlil oʻtkazish, dinamik jarayonlarni modellashtirish va prognozlash, shuningdek, qaror qabul qilish jarayonlarini avtomatlashtirish. Soʻnggi yillarda Oʻzbekistonda ushbu yoʻnalishda sezilarli yutuqlarga erishildi, jumladan, gidrogeologik xaritalarni raqamlashtirish, yagona milliy maʼlumotlar bazasini shakllantirish va zamonaviy modellashtirish dasturiy vositalarini joriy etish boʻyicha keng koʻlamli ishlar amalga oshirilmoqda[1,6].

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi — Oʻzbekistonda yer osti suvlari monitoringida GATdan foydalanishning amaldagi holatini ilmiy tahlil qilish, mavjud loyihalar va islohotlarni tizimli oʻrganish, shuningdek, ushbu sohani rivojlantirishning strategik yoʻnalishlarini ilmiy asoslashdan iborat. Tadqiqotda

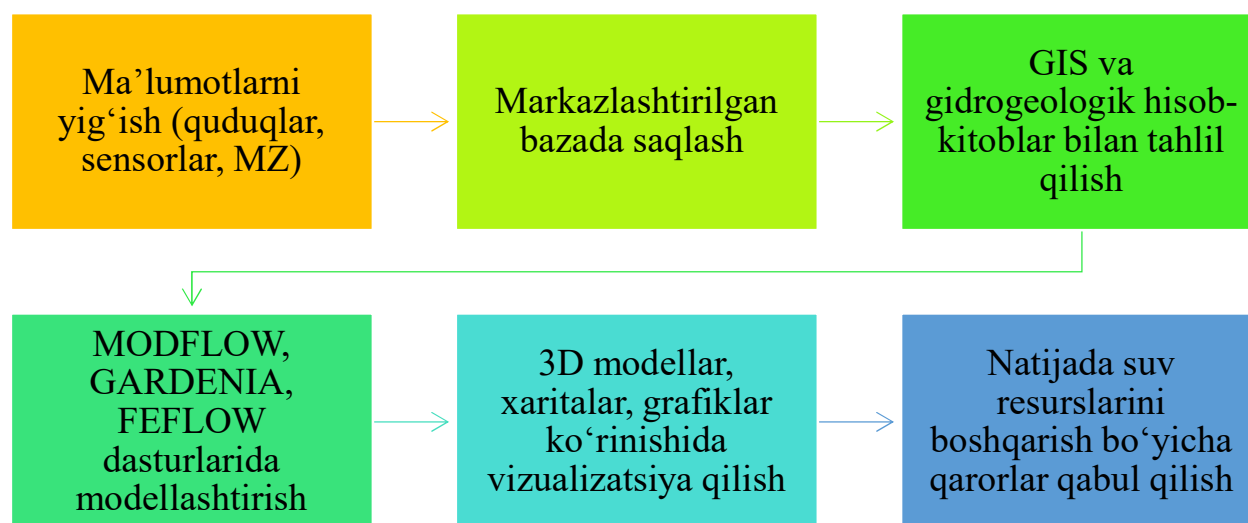
¹ <https://www.uzbekembassy.my>

tizimli va qiyosiy tahlil usullar, shuningdek, normativ-huquqiy hujjatlar va amaliy loyihalar natijalarini o‘rganishga asoslangan yondashuv qo‘llanildi.

1. GAT asosida yer osti suvlari monitoringining nazariy-metodologik asoslari

1.1. Geoaxborot tizimlarining gidrogeologik tadqiqotlardagi o‘rni

Geoaxborot tizimlari (GAT) yer osti suvlarini monitoring qilishning barcha bosqichlarida — ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, tahlil qilish, modellashtirish va natijalarni vizualizatsiya qilishda muhim vosita sifatida xizmat qiladi (1-rasm).



1-rasm: Yer osti suvlari monitoringida GAT qo‘llash blok-sxemasi

GATning asosiy funksional imkoniyatlari gidrogeologik tadqiqotlarda quyidagilarni amalga oshirishga imkon beradi:

- yer osti suvlarining fazoviy tarqalishi va unga ta’sir etuvchi omillarni xaritalash;
- kuzatuv quduqlari tarmog‘idan olingan vaqtli ma’lumotlarni tizimli tahlil qilish;
- gidrogeologik kesimlar va uch o‘lchamli geologik modellarni yaratish;
- yer osti suvlari sathi, oqim yo‘nalishi va kimyoviy tarkibining o‘zgarishini prognozlash;
- suv resurslaridan foydalanish va muhofaza qilish bo‘yicha boshqaruv qarorlarini qo‘llab-quvvatlash².

Geoaxborot tizim vositalarini gidrodinamik va gidrokimyoviy modellashtirish dasturlari (masalan, MODFLOW, GARDENIA, FEFLOW) bilan integratsiyalash yer osti suvlarining dinamikasini miqdoriy baholash imkonini beradi. [6]

1.2. Masofaviy zondlash texnologiyalarining monitoringdagi ahamiyati

Masofaviy zondlash (MZ) texnologiyalari an’anaviy kuzatuv tarmoqlari yetarli bo‘lmagan yoki ularga kirish qiyin bo‘lgan hududlarda yer osti suvlarini

² <https://core.ac.uk/download/641056950.pdf#2#2>

bilvosita baholashning samarali usuli hisoblanadi[8,11]. Sun'iy yo'ldosh tasvirlari va geofizik ma'lumotlarni qayta ishlash quyidagi vazifalarni hal qilishga xizmat qiladi:

- sug'oriladigan yerlarning holati va suv sarfini baholash ;
- tuproq namligi va evapotranspiratsiya ko'rsatkichlarini aniqlash ;
- yer osti suvlarini hosil bo'lishiga ta'sir etuvchi yer yuzasidagi o'zgarishlarini kuzatish ;
- gidromodulli rayonlashtirish chegaralarini aniqlashtirish va suv iste'mol me'yorlarini takomillashtirish³.

MZ texnologiyalarini GAT bilan uyg'unlashtirish yirik hududlar bo'yicha suv balansini kompleks baholash va suv resurslarini boshqarishning ilmiy asoslangan strategiyalarini ishlab chiqish imkonini beradi (2-rasm).



2-rasm: Masofaviy zondlash vazifalari

1.3. Raqamli modellashtirishning gidrogeologik prognozlashdagi roli

Yer osti suvlarining harakati va sathi o'zgarishini prognozlashda matematik modellashtirish usullari alohida o'rin tutadi. Zamonaviy gidrogeologik modellar — MODFLOW, GARDENIA, FEFLOW kabi dasturiy vositalar yer osti suvlarining oqimini, sath o'zgarishlarini va ifloslantiruvchi moddalarning tarqalishini yuqori aniqlikda simulyatsiya qilish imkonini beradi[6,9]. Ushbu modellar:

- suvli qatlamlarning filtratsion xususiyatlarini hisobga oladi;
- iqlim o'zgarishlarining yer osti suvlari zahiralarga ta'sirini baholaydi;
- suv olish inshootlari atrofidagi depressiya voronkalarining rivojlanishini prognozlaydi;
- turli boshqaruv stsenariylarining samaradorligini taqqoslaydi.

So'nggi yillarda sun'iy intellekt va neyron tarmoq texnologiyalari gidrogeologik modellashtirishda yangi istiqbollar ochmoqda, ular an'anaviy modellarning cheklovlarini bartaraf etish va ma'lumotlarni yanada samarali qayta ishlash imkonini beradi.

2. O'zbekistonda yer osti suvlari monitoringida GATni qo'llashning amaldagi holati

2.1. Normativ-huquqiy asoslar va davlat siyosati

³ <http://rae.agriculturejournals.cz/pdfs/rae/2025/03/03.pdf#2#1>

O‘zbekiston Respublikasida yer osti suvlari monitoringida GATni qo‘llash bo‘yicha tizimli islohotlar prezident va hukumat qarorlari bilan mustahkamlangan. Xususan, 2025-yil 28-fevraldagi PQ-81-son qarori bilan “Iqlim texnologiyalari yordamida suv resurslarini boshqarishni rivojlantirish” loyihasi doirasida quyidagi vazifalar belgilangan⁴:

- 12,7 ming suv inshooti va 80 ming kilometr suv ta‘minoti tarmoqlarining raqamli GAT xaritasini joriy etish (strategik maqsad);
- 4,8 ming o‘lchash asboblari va 2,8 ming telemetrik tizimlarni o‘rnatish orqali ichimlik suvi iste‘molini aniq hisobga olish;
- “aqlli” suv ta‘minotini boshqarish tizimini joriy etish orqali suv yo‘qotishlarini kamaytirish;
- Respublika va 14 ta hududiy suv ta‘minoti korxonalarida yagona situatsion markaz yaratish;
- 5,1 million iste‘molchini qamrab olgan hisob-kitob tizimini takomillashtirish.

Mazkur qarorlar yer osti suvlarini boshqarishda raqamli transformatsiyani jadallashtirishga qaratilgan bo‘lib, GAT va zamonaviy axborot texnologiyalarini suv xo‘jaligi tizimiga keng joriy etishni nazarda tutadi. Shuningdek, 2023-yil 24-oktyabrdagi PQ-343-son qarori bilan “Ichimlik suvi ta‘minoti va kanalizatsiya tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar”ni belgilab, GATdan foydalanishning huquqiy asoslari mustahkamlandi [2,4].

2.2. “Qog‘oz xaritalardan raqamli modellarga”: O‘zbekiston-Finlandiya ilmiy hamkorligi

O‘zbekistonda yer osti suvlarini boshqarishda GATni qo‘llashning eng muhim yutuqlaridan biri Finlandiya Geologiya xizmati (GTK) bilan amalga oshirilayotgan ilmiy hamkorlik loyihasidir. 2021-yilda O‘zbekiston Respublikasi Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi hamda GTK o‘rtasida ilg‘or texnologiyalar yordamida tabiiy resurslarni oqilona o‘zlashtirishga qaratilgan hamkorlik memorandumini imzolanga [1].

Loyiha doirasida quyidagi muhim natijalarga erishildi:

Raqamli transformatsiya. O‘nlab yillar davomida faqat qog‘oz shaklida mavjud bo‘lgan gidrogeologik xaritalar ArcGIS platformasi yordamida raqamlashtirildi va yagona milliy yer osti suvlari ma‘lumotlar bazasi shakllantirildi. Ushbu raqamli transformatsiya mutaxassislariga suvli qatlamlar holatini kuzatish, suv balansini tahlil qilish va iqlim o‘zgarishlari oqibatlarini prognozlash imkonini beradi.

Ilmiy-amaliy poligon. Toshkent viloyatining Ohangaron tumanida tajriba uchastkasi tashkil etilib, ushbu hududda qo‘shma ilmiy guruhlar geofizik tadqiqotlar olib bordi va yer osti suvlari oqimining raqamli modellarini ishlab chiqdi. Olingan ma‘lumotlar suv sathini prognozlash, suv ta‘minoti tizimlarini rejalashtirish va qurg‘oqchilikka moyil hududlarni aniqlashda qo‘llanilmoqda[2,6].

MODFLOW dasturiy paketining joriy etilishi. Loyihaning muhim ilmiy natijasi sifatida MODFLOW dasturiy paketidan foydalanish yo‘lga qo‘yildi, bu suv

⁴ <https://yuz.uz/index.php/uz/news/suv-resurslarini-boshqarish-rivojlantiriladi>

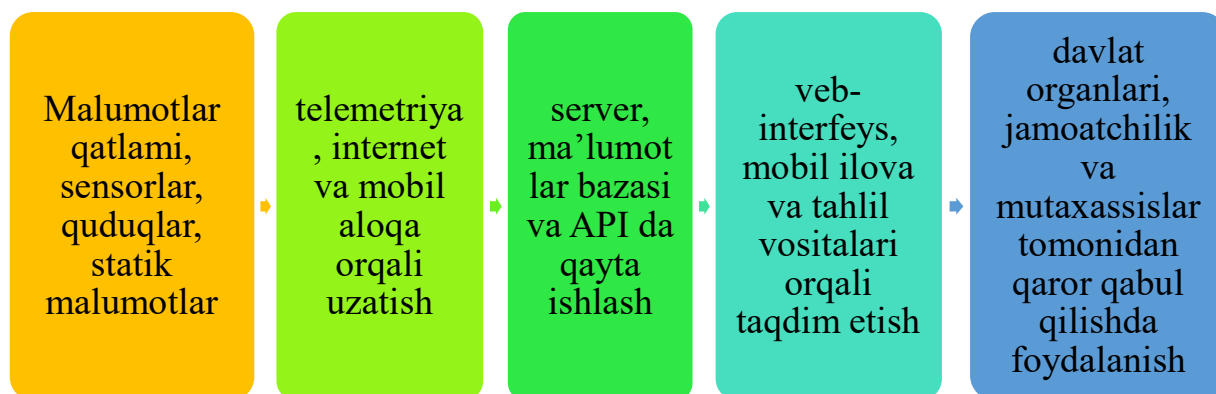
resurslarini taqsimlash bo'yicha ilmiy asoslangan yechimlarni ishlab chiqish imkonini berdi. Qo'shma tadqiqot natijalari nufuzli "Water" (Scopus) jurnalida "Assessing Climate Change Impacts on Groundwater Recharge and Storage Using MODFLOW in the Akhangaran River Alluvial Aquifer, Eastern Uzbekistan" maqolasida e'lon qilindi⁵.

Kadrlar salohiyatini mustahkamlash. Finlyandiya ekspertlari o'zbek mutaxassislari uchun raqamli xaritalash va ma'lumotlarni qayta ishlashning zamonaviy usullari bo'yicha bir qator o'quv mashg'ulotlari o'tkazdi. Bu soha xodimlarining kasbiy salohiyatini oshirdi va suv resurslarini ilmiy asoslangan, shaffof boshqarishga zamin yaratdi. [6]

Ushbu hamkorlik doirasida yana bir qancha xalqaro aloqalar yo'lga qo'yildi: geologik xatarlarni monitoring qilish bo'yicha Padua universiteti (Italiya) bilan, yer osti suvlarini kuzatish bo'yicha Belarus Geologiya ilmiy-ishlab chiqarish markazi bilan hamkorlik loyihalari boshlangan.

2.3. "Hydromonitoring.uz" axborot tizimi — yer osti suvlarini nazorat qilishning zamonaviy vositas

O'zbekiston Milliy universiteti hamda Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligi mutaxassislari tomonidan ishlab chiqilgan "Hydromonitoring.uz" axborot tizimi yer osti suvlaridan foydalanish ustidan samarali davlat va jamoatchilik nazoratini ta'minlashga qaratilgan zamonaviy yechimdir⁶(3-rasm).



3-rasm: "Hydromonitoring.uz" arxitekturas

Ushbu tizim quyidagi vazifalarni hal qilishga mo'ljallangan:

- yer osti suvlaridan foydalanish bilan bog'liq qonunbuzarliklarning oldini olish va aniqlash;
- atrof-muhit xavfsizligi va barqaror suvdan foydalanishni ta'minlash;
- yer osti suvlarining holati to'g'risidagi ma'lumotlarni yig'ish, tizimlashtirish va tahlil qilish;
- boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun analitik vositalarni taqdim etish.

Tizimning arxitekturas ma'lumotlarni real vaqt rejimida yig'ish, qayta ishlash va vizualizatsiya qilish imkoniyatlarini o'z ichiga oladi.

⁵ <https://belgium.mfa.uz/news/33532>

⁶ <https://journals.nuu.uz/index.php/actanuuz/article/view/12898>

“Hydromonitoring.uz” ning joriy etilishi yer osti suvlarini boshqarishda raqamli transformatsiyaning muhim bosqichi bo‘lib, ushbu tizim geologik va gidrogeologik ma’lumotlarni integratsiyalashgan holda taqdim etadi[5,6].

2.4. Xalqaro loyihalar va moliyaviy ko‘mak

O‘zbekistonda yer osti suvlari monitoringi va boshqaruvida GATni qo‘llash bir qancha xalqaro loyihalar doirasida amalga oshirilmoqda.

Osiyo taraqqiyot banki (OTB) loyihasi. OTB tomonidan 125 million AQSh dollari miqdoridagi kredit mablag‘lari hisobidan “Iqlim texnologiyalari yordamida suv resurslarini boshqarishni rivojlantirish” loyihasi amalga oshirilmoqda [2,14]. Ushbu loyiha 2025-2029-yillarni qamrab oladi va quyidagi yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi⁷:

- IoT (Internet of Things) va GIS texnologiyalari asosida suv ta’minoti tarmoqlarini masofaviy monitoring qilish tizimini yaratish;

- “raqamli egizak” (digital twin) texnologiyalarini suv xo‘jaligi boshqaruviga joriy etish ;

- 12,7 ming suv inshooti va 80 ming km tarmoqlarning raqamli GIS xaritasini yaratish;

- 14 ta hududiy suv ta’minoti korxonalarida yagona situatsion markazlarni tashkil etish.

BMT Taraqqiyot dasturi (UNDP) loyihasi. 2026-2028-yillarda UNDP va Yaponiya hukumati moliyaviy ko‘magi bilan Orolbo‘yi hududida “Suv resurslarini boshqarishni mustahkamlash va iqlim o‘zgarishlariga chidamlilikni oshirish” loyihasi amalga oshirilmoqda[8]. Loyihaning umumiy byudjeti 4,6 million AQSh dollarini tashkil etadi va quyidagi vazifalarni qamrab oladi:

- markazlashtirilgan GAT tizimlari va real vaqt rejimidagi suv monitoringi platformalarini joriy etish;

- sug‘orish infratuzilmasini tiklash va tomchilatib sug‘orish tizimlarini yo‘lga qo‘yish;

- iqlim o‘zgarishlariga mos qishloq xo‘jaligini rivojlantirish;

- oqava suvlarni qayta ishlatish va qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanib suvni chuchuklashtirish.

Mazkur loyiha 1000 dan ortiq fermer xo‘jaliklari va uy xo‘jaliklari uchun suvdan foydalanish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Yevropa mamlakatlari bilan hamkorlik. O‘zbekiston Finlandiya bilan hamkorlikdan tashqari Frantsiya Geologiya xizmati (BRGM) bilan ham hamkorlik qilmoqda. 2024-yil noyabr oyida Olmaotada bo‘lib o‘tgan seminarda GARDENIA dasturiy ta’minoti — global gidrogeologik modellashtirish tizimi bo‘yicha tajriba almashildi[9,10]. Seminar doirasida Toshkent viloyati gidrogeologik, gidrologik va gidrometrik monitoring ma’lumotlari asosida 5, 10, 20 va 30 yillik prognoz modellari ishlab chiqildi⁸.

Sirdaryo havzasi gidromodulli rayonlashtirish loyihasi. 2025-2026-yillarda Frantsiya taraqqiyot agentligi (AFD) moliyaviy ko‘magi bilan Sirdaryo havzasi

⁷ <https://lex.uz/ru/docs/-7409808>

⁸ <https://gov.uz/oz/mingeo/news/view/28319>

bo'yicha masofaviy zondlash va GAT texnologiyalari yordamida gidromodulli rayonlashtirish chegaralarini tuzatish loyihasi amalga oshirilmoqda⁹. Ushbu loyiha:

- sun'iy yo'ldosh, tuproq-gidrologik va iqlimiy ma'lumotlarni tahlil qiladi;
- keng qamrovli ma'lumotlar bazasini yaratadi;
- suv balansini modellashtiradi;
- batafsil elektron xaritalar va interaktiv GAT kartalarini ishlab chiqadi.

Loyiha doirasida Farg'ona vodiysidagi Andijon, Namangan va Farg'ona viloyatlarida dala tadqiqotlari olib borildi, an'anaviy (jo'yaklab) va suv tejovchi (tomchilatib, yomg'irlatib) sug'orish usullari qo'llanilayotgan maydonlarda fenologik kuzatishlar, tuproq sho'rlanishi o'lchovlari va sug'orish rejimlari bo'yicha ma'lumotlar to'plangan [10,12].

O'zbekkosmos agentligi bilan hamkorlik. 2025-yil dekabr oyida SIC ICWC va O'zbekkosmos agentligi o'rtasida suv resurslarini raqamlashtirish va monitoring qilish, suv omborlarining batimetrik tadqiqotlari, evapotranspiratsiya tahlili va muzliklar, qor qoplam holatini kuzatish bo'yicha hamkorlik yo'nalishlari belgilandi. [2].

2.5. Ilmiy tadqiqot va intellektual monitoring tizimlarini rivojlantirish

O'zbekiston olimlari tomonidan yer osti suvlari monitoringi uchun intellektual hisoblash tizimini yaratish konsepsiyasi ishlab chiqilmoqda. Rajabov F. va boshqalar tomonidan taklif qilingan ushbu tizim sensorlar, tarmoqlar, ma'lumotlar bazalari va sun'iy intellekt algoritmlarini birlashtiradi. Gibrid neyron tarmoqni o'qitish uchun geo-ekologik omillar, matematik modellar va algoritmlarni ishlab chiqish ushbu yo'nalishdagi ilmiy izlanishlarning muhim tarkibiy qismidir[5,7].

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, intellektual monitoring tizimlari ekologik muvozanatni saqlash, qishloq xo'jaligi samaradorligini oshirish va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashga xizmat qilishi mumkin. Ushbu tizimlar an'anaviy modellashtirish usullarini sun'iy intellektning bashorat qilish imkoniyatlari bilan boyitib, gidrogeologik jarayonlarni yanada aniq prognozlash imkonini beradi.

2.6. Qashqadaryo viloyatida suv tanqisligini hal qilishda GAT qo'llash tajribasi

Xasanov K. va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotda Qashqadaryo viloyatida kichik suv omborlarini qurish orqali suv tanqisligini bartaraf etishda GAT va MZ texnologiyalarining ahamiyati o'rganilgan. GIS va masofaviy zondlash texnologiyalari yordamida optimal joylashuv nuqtalari aniqlangan bo'lib, uning natijasiga ko'ra Ayakchisoy daryosida hajmi 18 mln m³ bo'lgan suv ombori qurilishi 26,5 ming gektar maydonni suv bilan ta'minlab, mintaqaning iqlim o'zgarishlariga chidamliligini oshirishi mumkinligi isbotlangan. Ushbu tadqiqot qurg'oqchil hududlarda suv resurslarini boshqarishning barqaror modelini taklif qiladi[13].

3. Geoaxborot texnologiyalarini qo'llash bo'yicha strategik yo'nalishlar

3.1. Yagona raqamli gidrogeologik ekotizimni shakllantirish.

⁹ <http://sic.icwc-aral.uz/releases/rus/597.htm>

O'zbekistonda yer osti suvlari monitoringida GATni rivojlantirishning ustuvor strategik yo'nalishi barcha ma'lumotlar manbalarini — kuzatuv quduqlari, masofaviy zondlash ma'lumotlari, geofizik tadqiqotlar, iqlimiy va gidrologik parametrlarni birlashtiruvchi yagona raqamli ekotizimni yaratishdir. Buning uchun:

- mavjud ma'lumotlar bazalarini unifikatsiya qilish va interoperabellikni ta'minlash lozim;

- ma'lumotlarni to'plash, saqlash, qayta ishlash va tarqatishning yagona standartlarini joriy etish zarur;

- turli davlat idoralari (Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligi, Suv xo'jaligi vazirligi, Ekologiya vazirligi) va ilmiy muassasalar o'rtasida ma'lumot almashinuvining samarali mexanizmlarini yaratish zarur.

Milliy gidrogeologik ma'lumotlar bazasini yaratish bo'yicha O'zbekiston-Finlandiya loyihasining ijobiy tajribasi ushbu yo'nalishdagi ishlarni davom ettirish uchun mustahkam zamin bo'lib xizmat qiladi[9].

3.2. Real vaqt rejimidagi monitoring tarmog'ini kengaytirish

Yer osti suvlari holati to'g'risida tezkor va ishonchli ma'lumotlarga ega bo'lish uchun real vaqt rejimida ishlaydigan monitoring tarmog'ini kengaytirish muhim ahamiyatga ega. Bu quyidagi chora-tadbirlarni o'z ichiga oladi:

- kuzatuv quduqlarini avtomatik sath o'lchagichlar va sifat sensorlari bilan jihozlash;

- IoT (Internet of Things) texnologiyalari asosida ma'lumotlarni real vaqtda uzatish tizimini joriy etish;

- suv sathi, harorat, elektr o'tkazuvchanlik va boshqa parametrlarni doimiy monitoring qilish;

- telemetrik tizimlarni keng joriy etish (OTB loyihasi doirasida 2,8 ming telemetrik tizim o'rnatish rejalashtirilgan)¹⁰.

Real vaqt rejimida ishlovchi monitoring suv resurslarini boshqarishda o'z vaqtida chora ko'rish, favqulodda vaziyatlarning oldini olish va suvdan foydalanish samaradorligini oshirish imkonini beradi [2,14].

3.3. Prognozli modellashtirish va stsensariy tahlilini rivojlantirish

Iqlim o'zgarishlari va antropogen omillar ta'sirida yer osti suvlari zaxiralarining o'zgarishini oldindan baholash uzoq muddatli suv xavfsizligini ta'minlashning muhim omilidir. Shu bois:

- MODFLOW, GARDENIA va boshqa zamonaviy gidrogeologik modellashtirish dasturlaridan foydalanishni kengaytirish;

- iqlim o'zgarishining turli stsensariylari (optimistik, pessimistik, realistik) bo'yicha prognoz modellarini ishlab chiqish;

- yer osti suvlari sathining o'zgarishiga, suvli qatlamlarning to'ldirilishiga va suv sifatiga ta'sir etuvchi omillarni kompleks baholash;

- sun'iy intellekt va neyron tarmoq texnologiyalarini gidrogeologik prognozlashda joriy etish .

¹⁰ <https://zenodo.org/records/15269530>

GARDENIA dasturi bo'yicha Toshkent viloyati misolida 30 yillik prognoz modellarini ishlab chiqish tajribasi ushbu yo'nalishdagi salohiyatdan dalolat beradi [5,6].

3.4. Ilmiy kadrlar salohiyatini mustahkamlash va bilim transferi

GAT va raqamli modellashtirish texnologiyalarini samarali joriy etish malakali kadrlar mavjudligini taqozo etadi. Strategik yo'nalish sifatida quyidagilar belgilanishi lozim:

- oliy ta'lim muassasalarida "Gidrogeologiya va geoaxborot tizimlari" yo'nalishi bo'yicha o'quv dasturlarini rivojlantirish;
- Finlandiya, Frantsiya, Italiya va boshqa ilg'or mamlakatlar bilan ilmiy kadrlar almashinuvini davom ettirish;
- amaliyotchi mutaxassislar uchun GAT va modellashtirish bo'yicha malaka oshirish kurslarini tashkil etish;
- xalqaro ilmiy jurnallarda tadqiqot natijalarini nashr etish va global ilmiy hamjamiyatda ishtirokni kuchaytirish.

O'zbekiston-Finlandiya loyihasi doirasida o'tkazilgan o'quv dasturlari va seminarlar kadrlar tayyorlashning muvaffaqiyatli modeli sifatida xizmat qilishi mumkin [1, 6].

3.5. Integratsiyalashgan suv resurslarini boshqarish tizimiga o'tish

Yer osti suvlari yer usti suvlaridan ajralgan holda boshqarilmasligi kerak. Integratsiyalashgan suv resurslarini boshqarish (ISRB) tamoyillariga muvofiq:

- yer osti va yer usti suvlarining yagona balans modelini yaratish;
- suv olish va iste'mol qilishning yagona reyestrini shakllantirish;
- suv resurslarini taqsimlashda suv olish joylarini optimallashtirish;
- transchegaraviy suvli qatlamlarni boshqarishda qo'shni davlatlar bilan hamkorlikni rivojlantirish.

O'zbekistonning suv xo'jaligi sohasidagi islohotlari, jumladan, "yashil iqtisodiyot" ulushini oshirish va "aqlli" boshqaruv tizimlarini joriy etish ISRB tamoyillariga o'tishni ta'minlaydi [3,6].

3.6. Jamoat nazorati va axborot ochiqligini ta'minlash

Yer osti suvlaridan foydalanishda jamoatchilik nazoratini kuchaytirish va axborot ochiqligini ta'minlash demokratik boshqaruvning muhim jihati hisoblanadi. "Hydromonitoring.uz" tizimi bu boradagi ijobiy tajriba sifatida xizmat qiladi. Strategik jihatdan:

- yer osti suvlari holati to'g'risidagi ma'lumotlarni ochiq ma'lumotlar portallari orqali jamoatchilikka taqdim etish;
- suvdan foydalanuvchilar uchun onlayn hisobot va monitoring tizimlarini yaratish;
- qonunbuzarliklarni aniqlash va ular to'g'risida xabar berish tizimini takomillashtirish;
- suv resurslarini boshqarishda gender tenglik tamoyillarini joriy etish[7].

3.7. Masofaviy zondlashdan keng foydalanish

Masofaviy zondlash texnologiyalari gidrogeologik monitoringda tobora muhim rol o'ynamoqda. Quyidagi yo'nalishlarni rivojlantirish maqsadga muvofiq:

- sun'iy yo'ldosh tasvirlari yordamida yer osti suvlarini to'ldirilishiga ta'sir etuvchi omillarni (yog'ingarchilik, qor erishi, evapotranspiratsiya) monitoring qilish;

- interferometrik radar (InSAR) texnologiyasi yordamida yer osti suvlarining o'zgarishi natijasida yer yuzasining deformatsiyasini kuzatish;

- gidromodulli rayonlashtirish chegaralarini aniqlashtirishda MZ ma'lumotlaridan keng foydalanish;

- suv omborlarining batimetrik tadqiqotlarini zamonaviy MZ usullari bilan olib borish[11,12].

3.8. Uzoq muddatli milliy dasturni amalga oshirish

Yuqoridagi barcha strategik yo'nalishlarni tizimli amalga oshirish uchun "O'zbekistonning yer osti suvlari monitoringida geoaxborot texnologiyalarini rivojlantirishning 2030-yilgacha bo'lgan milliy dasturi"ni ishlab chiqish va amalga oshirish tavsiya etiladi. [1,6] Ushbu dastur quyidagi bloklarni qamrab olishi lozim¹²:

1. **Tashkiliy blok:** davlat organlari va ilmiy muassasalar o'rtasida hamkorlik mexanizmlari, moliyalashtirish manbalari, ijrochilarning mas'uliyati.

2. **Texnologik blok:** GAT dasturiy ta'minotini xarid qilish va moslashtirish, apparat vositalarini (sensorlar, telemetriya, serverlar) yetkazib berish.

3. **Ilmiy blok:** fundamental va amaliy tadqiqotlar, modellashtirish algoritmlarini takomillashtirish, sun'iy intellekt usullarini joriy etish.

4. **Kadrlar bloki:** malaka oshirish, xalqaro tajriba almashish, yosh olimlarni tayyorlash.

5. **Monitoring va baholash bloki:** dastur natijalarini muntazam baholash, tuzatishlar kiritish, ochiq hisobot berish.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O'zbekistonda yer osti suvlari monitoringida geoaxborot texnologiyalarini qo'llash so'nggi besh yil ichida sezilarli rivojlanishga erishdi. Qog'oz gidrogeologik xaritalardan raqamli ma'lumotlar bazalari va uch o'lchamli modellashtirish tizimlariga o'tish jarayoni muvaffaqiyatli boshlangan. Bunda Finlandiya, Frantsiya, Yaponiya va xalqaro moliya institutlari bilan hamkorlik muhim rol o'ynadi.

Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, hozirgi bosqichda quyidagi asosiy yutuqlarga erishilgan:

- **ArcGIS** platformasida yagona milliy gidrogeologik ma'lumotlar bazasi shakllantirilgan;

- **MODFLOW** dasturiy paketi joriy etilib, Ohangaron hududi uchun iqlim o'zgarishlari ta'sirini baholash modeli ishlab chiqilgan;

- "**Hydromonitoring.uz**" axborot tizimi ishga tushirilgan;

- **OTB, UNDP, AFD** va boshqa xalqaro tashkilotlar ko'magida keng ko'lamli loyihalar amalga oshirilmoqda ;

- Xalqaro ilmiy hamjamiyatda o'zbek gidrogeologlarining ishtiroki kuchaymoqda.

Shu bilan birga, sohani rivojlantirishning quyidagi strategik yo'nalishlari dolzarbligicha qolmoqda:

- yagona raqamli gidrogeologik ekotizimni shakllantirish;

- real vaqt rejimidagi monitoring tarmog'ini kengaytirish;
- raqamli modellashtirish asosida prognozlash va sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish;
- ilmiy kadrlar salohiyatini mustahkamlash va bilim transferini davom ettirish;
- masofaviy zondlash texnologiyalaridan keng foydalanish;
- jamoatchilik nazorati va axborot ochiqligini ta'minlash.

“Iqlim texnologiyalari yordamida suv resurslarini boshqarishni rivojlantirish” kabi yirik loyihalarni amalga oshirish, qator xorijiy davlatlar va moliya institutlari bilan hamkorlik, hamda ilmiy tadqiqotlarning faollashuvi O'zbekistonda yer osti suvlari monitoringida GATni qo'llash bo'yicha strategik vazifalarni muvaffaqiyatli amalga oshirish imkonini beradi. Bu esa, o'z navbatida, respublikaning suv xavfsizligini mustahkamlash, iqlim o'zgarishlariga chidamlilikni oshirish va barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Uzbekistan and Finland: Digital Groundwater Modeling as a Contribution to Climate Resilience in Central Asia. Embassy of the Republic of Uzbekistan in Malaysia. 2025. <https://www.uzbekembassy.my>.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining “Iqlim texnologiyalari yordamida suv resurslarini boshqarishni rivojlantirish” loyihasini amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risidagi PQ-81-son qarori. 2025-yil 28-fevral. <https://lex.uz>.
3. Xabibullayev I., Telyaev I. Raqamlashtirish sharoitida yer osti suvlari monitoring tizimini loyihalashtirishni takomillashtirish asoslari. Development or science ilmiy jurnali. 2025/7 VOLIME 60-67.
<https://science-research.org.uz/index.php/ITSE/article/view/1036>
4. Хабибуллаев И.Х., Джуманов Ж.Х., Хушвақтов С.Х., Анорбоев Э.А., Мардиев Ў.Б., Теляев И.Қ. Ер ости сувлари мониторинг тизимларини лоиҳалаштиришни геоахборот технологиялари асосида такомиллаштириш йўналишлари. “ГЕОЛОГИЯ ВА МИНЕРАЛ РЕСУРСЛАР” илмий-амалий журнал. №6 2025. 81-86.
<https://science-research.org.uz/index.php/ITSE/article/view/1036>
5. Rajabov F., Djumanov J.X., Jamolov K., Rakhmonov S. Geo-Ecological Factors, Mathematical Models, and Algorithms in Creating a Hybrid Neural Network Training Dataset for an Intelligent Groundwater Monitoring System. IEEE XVII International Scientific and Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE). 2025. 1-5.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/11289224>
6. Orolbo'yi hududida suv resurslarini boshqarish va iqlim o'zgarishlariga chidamlilikni oshirish loyihasi. BMT TD (UNDP). 2026-2028.
<http://sic.icwc-aral.uz/releases/rus/597.htm>
7. Mirakhmedov T.D., Pulatov N.B., Makharov K.T. The Hydromonitoring.uz Information System Is a Modern Solution for Combating Illegal Situations Related to Groundwater. ACTA NUUZ. 2026. 249–252.
<https://journals.nuu.uz/index.php/actanuuz/article/view/12898>

8. Sirdaryo daryosi havzasi hududini gidromodulli rayonlashtirishni masofaviy zondlash va GAT texnologiyalari yordamida tuzatish loyihasi. NITs MKVK. 2025-2026. http://www.sic.icwc-aral.uz/projects/correct_dist_syrd.htm
9. GARDENIA software: global hydrogeological modelling seminari. Frantsiya Geologiya xizmati (BRGM). Olmaota, 2024. <http://sic.icwc-aral.uz/releases/rus/597.htm>
10. Sirdaryo havzasi gidromodulli rayonlashtirish loyihasi — boshlang‘ich yig‘ilish. NITs MKVK. 2025. <http://sic.icwc-aral.uz/>
11. Sirdaryo havzasi gidromodulli rayonlashtirish loyihasi — dala tadqiqotlari. NITs MKVK. 2025. <http://sic.icwc-aral.uz/>
12. SIC ICWC va O‘zbekkosmos agentligi hamkorlik uchrashuvi. NITs MKVK. 2025. <http://sic.icwc-aral.uz/releases/rus/597.htm>
13. Xasanov K., Bakiev M., Rasulov O., Babajanova N., Abdurahmanov I. Addressing water scarcity in agriculture through small reservoir construction in Kashkadarya Province. Open Access CAAS Agricultural Journals. 2025. 78-83. <https://adbdigital.squarespace.com/home/2025/1/21/improving-remote-monitoring-of-water-utilities-using-iot-and-gis-improving-water-supply-management-to-improve-climate-resilience>
14. ADB Digital Sandbox — Improving Remote Monitoring of Water Utilities: Using IoT and GIS. Osiyo Taraqqiyot Banki. 2025. <http://sic.icwc-aral.uz/releases/rus/597.htm>

MATNLI MA’LUMOTLARNI TF–IDF VA SILHOUETTE KOEFFITSIENTI ASOSIDA AVTOMATIK KLASSTERLASH HAMDA KLASSTERLARNI YORLIQLASH USULI

Egamberdiyev Elyor Hayitmamatovich

*Muhammad al-Xorazmiy Nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari
Universiteti, Axborot texnologiyalarining dasturiy ta’minoti kafedrası dotsenti,
PhD*

E-mail: elyor.egamberdiyev88@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7319-3785>

Annotatsiya: Katta hajmdagi matnli ma’lumotlarni avtomatik tahlil qilish va semantik jihatdan guruhlash tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) tizimlarining muhim bosqichlaridan biridir. Mazkur maqolada TF–IDF vektorlashtirish usuli va K-Means klasterlash algoritmi asosida matnlarni avtomatik sinflarga ajratish hamda klasterlarni inson aralashuvisiz yorliqlash usuli taklif etiladi. Taklif etilgan metodologiyada klasterlar sonini tanlash muammosi Silhouette k’oeffitsienti asosida avtomatlashtiriladi va standart Silhouette funksiyasiga cheklov parametri qo‘shiladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, taklif etilgan algoritm optimal klasterlar sonini aniqlash aniqligini oshiradi, ortiqcha segmentatsiyani kamaytiradi va yuqori o‘lchamli matn fazosida barqaror klasterlar hosil qiladi. Eksperimental natijalarda Silhouette