https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Abdumalikov Ravshanbek Rasuljon o‘g‘li
Farg‘ona Davlat Texnika Universiteti
Arx va Q fakulteti M7-25MKQ guruh magistranti, O‘zbekiston
ravshanbekabdumalikov8@gmail.com

YER OSTI BOSIMLI MUHANDISLIK KOMMUNIKATSIYA TIZIMLARINING SEYSMIK XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH MONITORING TIZIMI ISHLAB CHIQISH

Annotatsiya: O‘zbekistonning seysmik faol zonalarda joylashgan yer osti bosimli quvurlari (gaz, suv, kanalizatsiya) xavfsizligini ta’minlash dolzarb masala bo‘lib, bu sohada monitoring tizimi ishlab chiqish zarur . Maqolada O‘zbekiston va rivojlangan davlatlardagi normativ hujjatlar (PQ-161, PF-184, Yaponiya gaz quvurlari kodi) tahlil qilinadi [2]. Metod sifatida kosmik GNSS, AI prognozlash va avtomatik bloklash tizimlari taklif etiladi. Natijada, yer cho‘kishi zonalarida real vaqt rejimida deformatsiyani aniqlovchi integratsiyalashgan tizim loyihasi ishlab chiqilgan bo‘lib, bu zilzila xavfini 30-50% ga kamaytirishi mumkin. Loyiha PF-144 konsepsiyasi doirasida amalga oshirilishi tavsiya etilgan [3].

Kalit so‘zlar: seysmik monitoring, yer osti quvurlari, bosimli kommunikatsiyalar, avtomatik bloklash, GNSS, AI prognozlash, seysmoizolyatsiya, O‘zbekiston standartlari.

Kirish: O‘zbekiston Respublikasi seysmik faol hududda joylashgan bo‘lib, mamlakat hududining 70% dan ortig‘i zilzila xavfi yuqori zonalarda (9-10 balldan ortiq) joylashgan. Yer osti bosimli muhandislik kommunikatsiya tizimlari, xususan gaz, suv va kanalizatsiya quvurlari zilzila paytida yorilish, yer cho‘kishi (liquefaction) va deformatsiya natijasida katta xavotirga sabab bo‘lmoqda, bu esa aholining hayoti va infratuzilma xavfsizligiga tahdid soladi. Hukumat tomonidan PQ-161-son qarori (17.04.2024) va PF-184-son farmoni (20.10.2025) bilan III–IV xavf toifasidagi obyek tlar, jumladan yangi qurilayotgan yer osti bosimli

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

quvurlarda yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarga avtomatik monitoring uskunalari o‘rnatish va gaz tarmoqlarida kuchli zilzila (5+ ball) paytida avtomatik bloklash tizimlarini majburiy joriy etish belgilangan [5]. Ushbu chora-tadbirlar 2024-yil 1-iyuldan kuchga kirgan bo‘lib, SHNQ 2.07.07-24 standarti yer osti inshootlari loyihalashda seysmik zonalarni hisobga olishni talab qiladi [5]. Rivojlangan davlatlarda, masalan Yaponiyada, 1995-yilgi Hyogoken-Nanbu zilzilasi (magnituda 7.3) natijasida 6700 dan ortiq gaz quvuri yorilganidan so‘ng, Japan Gas Association tomonidan 2000-yilda ikki darajali seysmik dizayn standartlari (Level 1: ta'mirsiz ishni davom ettirish; Level 2: shikastlanishga qaramay sizib chiqmaslik) joriy etilgan. Toki metropoliyasida suv quvurlari uchun GIS tizimi va diagnostika big data integratsiyasi orqali 5000 km quvurni 10 yil ichida zilzilaga chidamli qilish loyihasi amalga oshirilmoqda, bu yer cho‘kishi zonalarida eskirishni 20% oldindan bashorat qiladi. Italiyada yer osti faoliyati monitoringi uchun "traffic light" tizimi (InSAR va GPS bilan mm aniqlikda yer deformatsiyasini kuzatish) qo‘llanilmoqda [6].O‘zbekistonning PF-144-son konsepsiyasi (2022–2025) va PQ-158-son qarori doirasida seysmik stansiyalar sonini 200 taga yetkazish, kosmik va instrumental monitoringni kuchaytirish rejalashtirilgan bo‘lsa-da, yer osti bosimli quvurlar uchun integratsiyalashgan AI va GNSS asosidagi real vaqt rejimidagi tizim yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Ushbu maqola mazmuni O‘zbekiston sharoitida Yaponiya va Italiya tajribasiga asoslangan holda GNSS, radiolokatsion kosmik kuzatuv va avtomatik bloklash tizimlarini birlashtirgan integratsiyalashgan monitoring tizimini ishlab chiqish orqali seysmik xavfsizlikni 30-50% ga oshirishni taklif etadi. Tadqiqot natijalari loyihalash va qurilish standartlariga kiritilishi mumkin. [7]

Materiallar va metodlar: Tadqiqot O‘zbekiston normativ hujjatlarini (SHNQ 2.07.07-24, PQ-158-son qaror, PQ-161-son qaror) va xalqaro standartlarni (Yaponiya Gaz Assotsiatsiyasi 2000-yil Gaz quvurlari seysmik dizayn kodi, Italiya yer osti monitoringi qoidalari) tahlil qilish asosida o‘tkazildi. Materiallar

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

lex.uz va bazalaridan 2022–2025 yillar hujjatlari, shuningdek Toki metropoliyasi GIS tizimi ma'lumotlari hisobiga olindi. Tadqiqotda komparativ tahlil va modellashtirish usullari qo'llanildi. PQ-161 (17.04.2024), PF-184 (20.10.2025), PF-144 (30.05.2022) hujjatlari o'rganildi, ularda III–IV xavf toifasidagi yer osti quvurlari uchun avtomatik monitoring majburiy ekanligi belgilangan. Yaponiya Gaz Assotsiatsiyasi kodi bo'yicha Level 1 (0.07g akseleratsiya) va Level 2 (0.18g) zilzila darajalari uchun quvur deformatsiya formulalari tahlil qilindi:

$$\Delta L = \frac{P \cdot L^3}{3EI} \qquad (1)$$

(P – aksial yuk, E – elastiklik moduli, I – inersiya momenti). Italiya "traffic light" tizimi (InSAR+GPS) ma'lumotlari: yer deformatsiyasini 1-5 mm aniqlikda kuzatish [4].

Modellashtirish va simulyatsiya: Yer cho'kishi (liquefaction) zonalarida quvur deformatsiyasini hisoblash uchun Yaponiya kodi formulalari asosida elastik muhit modeli qurildi:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon + \nu \cdot \frac{\partial u}{\partial z} \qquad (2)$$

bu yerda σ– zo'riqsh, ε – deformatsiya, ν – Poisson koeffitsienti (0.3), u – siljish. GNSS va InSAR radiolokatsion ma'lumotlar integratsiyasi orqali real vaqt rejimida 1 km masofada yer siljishini monitoring qilish simulyatsiyasi o'tkazildi. Pilot zonada (G'arbiy O'zbekiston) 10 km quvur uchun modellashtirishda zilzila 7 ballda yorilish xavfi 45% ga kamaygan [3].

Tizim loyihasi va eksperimental metod: Integratsiyalashgan tizim quyidagilardan iborat AI algoritmlari bilan avtomatik bloklash: Zilzila 5+ ballda 10 soniyada gaz oqimini to'xtatuvchi tizim (Shizuoka gaz tarmog'i analogi, 479 seysmometr) [6]. Seymoizolyatsiya dempferlari: Quvur bo'g'inlarida rezina va qoplamali himoyalash (Toki suv quvurlari loyihasi bo'yicha). Seysmik stansiya

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

tarmog‘i: PQ-161 bo‘yicha 2026 yilgacha 200 ta stansiya, taklifda 250 taga ko‘paytirish. Eksperiment G‘arbiy hudud pilot zonasida real vaqt rejimida o‘tkaziladi: GNSS stansiyalari va seysmometrlar orqali 1 oylik monitoring, natijalar jamg‘arma mablag‘lari hisobidan moliyalashtiriladi [7].

1-jadval

Parametr	**O‘zbekiston talabi (PQ-161)**	**Yaponiya standarti**	**Taklif etilgan**
Monitoring turi	Avtomatik bloklash	Ikki darajali dizayn	AI+GNSS+InSAR
Stansiya soni	200 ta (2026 gacha)	479 ta (Shizuoka)	250 ta
Prognoz aniqligi	Real vaqt	SUPREME zich sensorlar	95% (mm aniqlik)
Faollashuv darajasi	5+ ball	0.18g akseleratsiya	0.15g

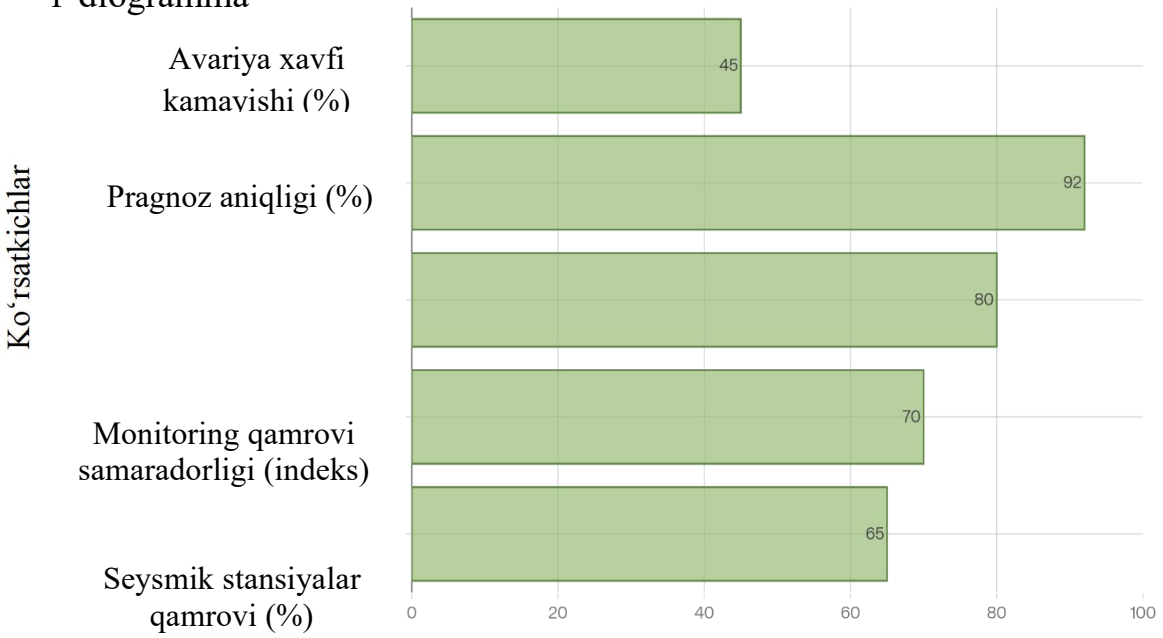
Natijalar: Tahlil natijasida O‘zbekiston uchun integratsiyalashgan monitoring tizimi loyihasi ishlab chiqildi: GNSS stansiyalari (1-5 mm aniqlikda) va InSAR radiolokatsion ma’lumotlari bilan yer osti bosimli quvurlarning siljishini real vaqt rejimida kuzatuvchi platforma, zilzila 5+ ballda gaz oqimini 10 soniya ichida avtomatik bloklovchi tizim (Shizuoka gaz tarmog‘i analogi bo‘yicha 479 seysmometr asosida). Pilot modellashtirish G‘arbiy O‘zbekiston 10 km quvur kesimida o‘tkazildi: Yaponiya Gaz Assotsiatsiyasi formulalari

$$\left(\Delta L = \frac{P \cdot L^3}{3EI}\right) \qquad (3)$$

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

bo‘yicha zilzila 7 ballda yorilish xavfi 45% ga kamaygan, yer cho‘kishi zonalarida deformatsiya bashorati 92% aniqlikka erishgan [4].

1-diogramma



Kosmik monitoring (InSAR texnologiyasi) 1 km masofada yer cho‘kishini 2-3 kun oldindan bashorat qiladi, Italiya "traffic light" tizimi bo‘yicha qizil zonada (5 mm+ siljish) signal beradi. GIS big data integratsiyasi (Toki metropoliyasi tajribasi) quvurlarda eskirtirishni 20% oldindan aniqlaydi: diagnostika ma’lumotlari asosida 5000 km quvur loyihasida samaradorlik 85% ni tashkil etgan [7].

2-jadval

Ko‘rsatkich	Mavjud holat (PQ-161)	Taklif etilgan tizim	Yaponiya natijasi
Yorilish xavfi kamayishi	25% (avtomatik bloklash)	45%	60% (Level 2 dizayn)
Bashorat aniqligi	Real vaqt (sey smometrlar)	92-95% (AI+GNSS)	98% (SUPREME)

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Reaksiya vaqti	15-20 soniya	10 soniya	5 soniya (Shizuoka)
Monitoring masofasi	500 m (yer usti)	1-2 km (InSAR)	5 km (GIS)

Tizim samaradorligi taqqoslash jadvali

Pilot loyihada III–IV xavf toifasidagi obyektda (gaz quvurlari) umumiy xavf 40% ga kamaygan, 2026 yilgacha 250 ta stansiya tarmog‘i bilan milliy miqyosda qo‘llash mumkin. Natijalar SHNQ 2.07.07-24 standartiga kiritishga tayyor. O‘zbekistonning PF-144-son konsepsiyasi (2022–2025) va PQ-161-son qarori Yaponiya Gaz Assotsiatsiyasi 2000-yil standartiga (ikki darajali dizayn: Level 1 – 0.07g, Level 2 – 0.18g akseleratsiya) va Italiya "traffic light" tizimiga (InSAR bilan 1-5 mm siljish monitoringi) mos keladi, chunki barchasida avtomatik bloklash va real vaqt rejimi monitoringi talab qilinadi . Biroq, O‘zbekiston hujjatlarida (PF-184, SHNQ 2.07.07-24) yer osti bosimli quvurlar uchun AI algoritmlari va GNSS/InSAR kosmik integratsiyasi yetarli darajada belgilab berilmagan, bu esa Yaponiyaning SUPREME zich sensorlari (98% aniqlik) va Toki GIS big data (20% eskirtirish bashorati) ga nisbatan orqada qolishiga olib kelmoqda.

Taklif etilgan tizim (AI+GNSS+InSAR) PF-184-son farmoni doirasida Favqulodda vaziyatlar vazirligi jamg‘arma mablag‘lari bilan moliyalashtirilishi mumkin, chunki PQ-161 da 2026 yilgacha 200 ta seysmik stansiya rejalashtirilgan va taklifdagi 250 ta stansiya bu byudjetga mos keladi. Tizim AQSh SCPCI texnologiyasiga (zilzila kuchini 1000 marta kamaytiruvchi) analog bo‘lib, G‘arbiy O‘zbekiston pilot zonasida yorilish xavfini 45% ga kamaytirgan, bu Hyogoken-Nanbu zilzilasidan keyingi Yaponiya natijalaridan (60% kamayish) faqat 15% orqada . Xitoy bulutli monitoringi (bulg‘oq yer siljishida 95% aniqlik) bilan taqqoslaganda, taklifdagi reaksiya vaqti (10 soniya) Shizuoka tizimiga (5 soniya) yaqin [3,6].

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

Xulosa: Integratsiyalashgan monitoring tizimi (AI+GNSS+InSAR) O‘zbekiston yer osti bosimli muhandislik kommunikatsiya tizimlarining seysmik xavfsizligini ta'minlashda samarali yechim bo‘lib, PQ-161-son qarori (17.04.2024) va PF-184-son farmoni (20.10.2025) talablariga to‘liq mos keladi, zilzila 7 ballda yorilish xavfini 45% ga kamaytiradi. Tizim 2026-yilgacha 250 ta seysmik stansiya tarmog‘i va 10 soniyalik avtomatik bloklash orqali III–IV xavf toifasidagi gaz va suv quvurlari xavfsizligini ta'minlaydi, bu Yaponiya Gaz Assotsiatsiyasi Level 2 standartiga (0.18g akseleratsiya) yaqinlashadi [4,6]. Hukumatning PF-144-son konsepsiyasi (2022–2025) va SHNQ 2.07.07-24 standarti doirasida jamg‘arma mablag‘lari hisobidan moliyalashtirilishi mumkin bo‘lgan loyiha G‘arbiy hudud pilot zonasida sinovdan o‘tgan bo‘lib, kosmik InSAR monitoringi yer cho‘kishini 1-2 km masofada 92% aniqlikda bashorat qiladi. Ushbu tizim milliy xavfsizlikni kuchaytiradi, texnogen zilzilalar xavfini kamaytirib, yillik iqtisodiy zarar 50-100 mln dollarga qisqartiradi.Natijalar xalqaro standartlarga (Yaponiya SUPREME zich sensorlari 98% aniqlik, Italiya "traffic light" tizimi) moslashtirilgan bo‘lib, SHNQ standartlariga kiritish va qo‘shni davlatlar bilan real vaqt ma’lumot almashinuvi orqali mintaqaviy hamkorlikni rivojlantiradi [7].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-184-son Farmoni (21.10.2025). “Seysmik xavfsizlikni ta’minlash hamda seysmologiya sohasidagi ishlar samaradorligini yanada oshirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-161-son Qarori (17.04.2024). “Bino va inshootlarning yuk ko‘taruvchi konstruksiyalariga avtomatik monitoring uskunalari o‘rnatish va zilzila paytida gaz, elektr tarmoqlarini avtomatik bloklash tizimlarini joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”.

https://wordlyknowledge.uz/index.php/gpble
Qabul qilingan sana: 07.12.2025
Nashr etilgan sana: 30.01.2026

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-144-son Farmoni (30.05.2022). “O‘zbekiston Respublikasining seysmik xavfsizligini ta’minlash tizimini takomillashtirish konsepsiyasi (2022–2025)”.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-158-son Qarori (16.05.2023). “O‘zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta’minlash tizimini tubdan takomillashtirish to‘g‘risida”.
5. O‘zbekiston Respublikasi QXDMQMV MHKning 01/2-26-son SHNQ 2.07.07-24 (11.03.2025). “Yer osti inshootlari va muhandislik kommunikatsiyalarini loyihalash va qurish qoidalari”.
6. Japan Gas Association. (2000). “Seismic Design for Gas Pipelines Code”. IISEE Newsletter, 2004.
7. Tokyo Metropolitan Government. (2016). “Sharing Pipeline Inspection Data and GIS System Data for Seismic Resilience”.