



UDK: 550.84.543.27

Gulhayo HASANOVA,
PhD, O'zR FA Seysmologiya instituti
E-mail: gulhayo2026@gmail.com
Kamola SAGDULLAYEVA,
Kichik ilmiy xodim, O'zR FA Seysmologiya instituti
Farkhodjon BOLTAEV,
E-mail: boltayevfarhod373@gmail.com
Injener, O'zR FA Seysmologiya instituti
Ulug'bek JABBOROV,
E-mail: jabborovulugbek341@gmail.com

O'zR FA Seysmologiya instituti injener g-m fanlari nomzodi Xaydarov B.X taqrizi asosida

ANOMALIES OF CHANGES IN HYDROGEOCHEMICAL PARAMETERS (Cl⁻, CO₂, EH, T) OF THE CHIMYON NP-1 WELL UNDER THE INFLUENCE OF THE M=5.7 EARTHQUAKE

Annotation

Hydrogeochemical changes associated with earthquakes are considered as a potential tool for detecting earthquake signals. The article presents the results of scientific analysis of seismological monitoring data conducted by the Republican Center for Seismological Monitoring of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan at the Institute of Seismology, which analyzed the changes in the hydrogeochemical parameters Cl⁻, CO₂, EH, PH, T° in the "Chimyon NP1" well in the Fergana geodynamic polygon during the preparatory phase of the earthquakes that occurred in 2025. As a result of the analysis, graphs were drawn and anomalous periods of each parameter were determined. These results prove that hydrogeochemical monitoring can be very effective for seismic monitoring.

Keywords: epicenter, parameter, anomaly, well, seismicity, polygon, geodynamic, complex, tectonic.

АНОМАЛИИ ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ (Cl⁻, CO₂, EH, T) СКВАЖИНЫ ЧИМЁН НП-1 ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ МАГНИТУДОЙ M=5,7

Аннотация

Гидрогеохимические изменения, связанные с землетрясениями, рассматриваются как потенциальный инструмент для обнаружения сейсмических сигналов. В статье представлены результаты научного анализа данных сейсмологического мониторинга, проведенного Республиканским центром сейсмологического прогностического мониторинга Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Узбекистан при Институте сейсмологии, а также анализ изменений гидрогеохимических параметров Cl⁻, CO₂, EH, T° в скважине «Чимён НП1» Ферганского геодинамического полигона в подготовительной фазе землетрясений 2025 года. По результатам анализа были построены графики и определены аномальные периоды каждого параметра. Полученные результаты доказывают высокую эффективность гидрогеохимического мониторинга для сейсмического мониторинга.

Ключевые слова: эпицентр, параметр, аномалия, скважина, сейсмичность, полигон, геодинамический, комплекс, тектонический.

M=5.7 ZILZILA TA'SIRIDA Chimyon NP-1 SKVAJINASI GIDROGEOKIMYOVIY KO'RSATKICHLARINING (Cl⁻, CO₂, EH, T) O'ZGARISH ANOMALIYALARI

Annotation

Zilzilalar bilan bog'liq gidrogeokimyoviy o'zgarishlar zilzila darakhchilarini aniqlashning potensial vositasi sifatida qaraladi. Maqolada O'zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligining Seysmoprognoztik monitoring Respublika markazi tomonidan olib borilayotgan seysmoprognoztik monitoring ma'lumotlarini Seysmologiya institutida ilmiy tahlil qilish natijasida 2025-yilda sodir bo'lgan zilzilalarning tayyorlanish bosqichi ro'y berish vaqtida Farg'ona geodinamik poligoni hududidagi "Chimyon NP1" skvajinasida gidrogeoseysmologik parametrlar Cl⁻, CO₂, EH, T° o'zgarishi tahlil qilindi. Tahlil natijasida grafiglar chizildi va har bir parametirning anomal davrlari belgilandi. Ushbu natijalar seysmik kuzatuv uchun gidrogeokimyoviy monitoring juda samarali bo'lishi mumkinligini isbotlaydi.

Kalit so'zlar: epitsentr, parameter, anomaliya, skvajina, seysmiklik, polygon, geodinamik, kompleks, tektonik.

Kirish. Zilzilalarni bashorat qilish geofanlardagi eng qiyin ishlardan biri bo'lib qolmoqda, qisqa muddatli bashorat qilishda hali ham ishonchli metodologiya mavjud emas. An'anaviy yondashuvlar asosan mintaqaviy miqyosda zilzila xavfi va xavfini baholash uchun seysmik faollik, yoriq kinematikasi va stress to'planishiga qaratilgan; ammo, bu usullar ko'pincha yoriqlar mexanikasi va mintaqaviy geologiyaning murakkab va chiziqli bo'lmagan tabiati tufayli nomuvofiqliklar va cheklovlarga duch kelgan. Yer osti suv tizimlaridagi gidrogeokimyoviy anomaliyalar 1970-yillardan beri katta e'tiborga sazovor bo'ldi (Rikitake, 1979, Dobrovolsky va boshqalar, 1979, Wakita, 1996), chunki yer osti suvlari kimyosidagi o'zgarishlar ko'pincha yer qobig'idagi stressni qayta taqsimlash, suyuqlik-tog' jinslarining o'zaro ta'siri va chuqur suyuqlik migratsiyasi bilan bog'liq. Faol yoriq zonalarini dinamik tog' jinslari va suv o'zaro ta'siri orqali yer osti gidrogeokimyoviy muvozanatini buzadi, bu

esa yer osti suvlari kimyosida diagnostik anomalialarni keltirib chiqaradi, bu esa potentsial seysmik darakhchilar bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Zilzilalarni prognoz qilishda gidrogeoseysmologik usulining regional miqyosdagi o'rmini aniqlash. Hozirgi vaqtda zilzilalarni prognoz qilishning bir nechta usullari mavjud bo'lib, gidrogeoseysmologik usul qisqa va o'rta muddatli zilzila darakhchilarini aniqlashga samarali usullardan hisoblanadi.

O'zbekistonda gidrogeoseysmologik tadqiqotlar 1966-yildan boshlab tizimli ravishda tashkil etilgan va aynan shu davrdan boshlab gidrogeokimyoviy, gaz-geokimyoviy va izotopik tahlillarga asoslangan zilzila darakhchilarini aniqlashga kompleks yondashuv ishlab chiqilgan.

Asosiy qism: O'zbekiston Respublikasi hududlari seysmik jihatdan poligonlarga bo'linib monitoring ishlari olib boriladi. "Chimyon NP1" kompleks prognostik stansiyasi (KPS) keng qamrovli prognostik stansiyasi bolib Farg'ona geodinamik poligonida, Janubiy Farg'ona chuqur yer yorig'i zonasida joylashgan. Farg'ona vodiysida seysmiklikni tahlil qilish va tektonik rivojlanish xususiyatlarini hisobga olgan holda R.N.Ibragimov (1970) hududda bir necha seysmotektonik zonalarini ajratib ko'rsatadi: Shimoliy - Farg'ona, Markaziy - Farg'ona va Janubiy - Farg'ona. Har bir zonada o'ziga xos zilzila manbalari mavjud [1,2].

Strukturaviy joylashuvi	Kuzatuv punktlari	Seysmotektonik sharoitlar	Suv joylashish uning mansubligi	gorizontning intervali va stratigrafik	Suv saqlovchi jinslarning litologik tarkibi	Yer osti suvlarining kimyoviy tarkibi (Kurlov formulasi)
Orogen hudud Farg'ona geodinamik poligoni	Chimion-NP-1	Janubiy Farg'ona chuqur yorig'i zonasi	N-Q 220-295m		Konglomerat, qumtosh	$0.63 \frac{SO_4 48 Cl 12 HCO_3 40}{(Mg 44 Na 29) Ca 27}$

1-jadval. Gidrogeoseysmologik kuzatuv nuqtasiga oid geologik va gidrogeologik xususiyati

Ajratilgan seysmotektonik zonalaridan eng faoli Janubiy-Farg'ona yer yorig'i va bu yoriq atrofida ajratilgan Janubiy-Farg'ona fleksura-yoriqli zonasi hisoblanadi [3,4]

06.10.2025 yilda Farg'ona geodinamik poligonida sodir bo'lgan ($M > 5.7$, magnitudali zilzila) $R=188$, $IgR=2.5$ bo'lgan zilzila kuzatilgan. Zilzila epitsentri Жалолобод Киргиз Respublikasi hisoblanadi. Биз ушбу зилзилани Добровольский коэффитсенти орқали саралаб олдик [4]:

$$R=10^{0.43 \cdot M} \quad (5)$$

bu yerda: **R** – kuchlanish (Добровольский soni bilan bog'liq), **M** – magnituda (M_b), **0.43** – эмпирик коэффитсийент (tajriba asosida olingan).

Shuningdek, [4] formulasi bo'yicha hisoblangan hisobiy deformatsiya qiymatlari ham keltirilgan (2-jadval).

$$D=(R/10^{0.413 \cdot M-2.66})^{-3} \quad (6)$$

Zilzilalar haqida ma'lumot

2-jadval

Sana	Kenglik	Uzunlik	Chuqurlik h, km	M	Skvajina (km)	R	Koyef.	V _{max}	D	Deformatsiya kattaligi eD
06.10.2025	41,94 N	71,43	10	5.7	188		2.69462E-11	410.5821	1.1064E-08	1.81897E-08

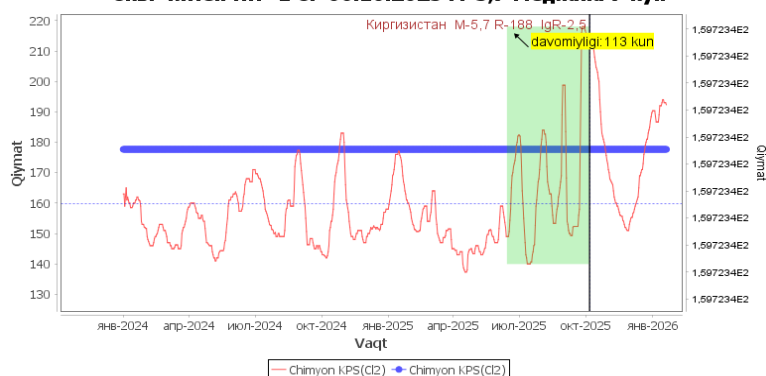
Jadvalda 2024-2025 yillarda magnitudasi $M=4$ dan yuqori bo'lgan zilzilalar kotaligi keltirilgan. Zilzilaning o'chog'i magnitudasi vaqti chuqurligi shu jadvalda ask etgan.

Farg'ona geodinamik poligoni seysmik faol hududda joylashgan bo'lib qo'shni Qirg'iziston Tojikiston va boshqa chegaradosh hududlar seysmik jarayonlari o'z tasirini ko'rsatadi.

Ushbu zilzila "ChimyonNP1" skvajinasini Cl^- , CO_2 , Eh , T° , parametrlari o'rganilganda ushbu parametrdagi sezilarli anomaliya kuzatilgan.

"ChimyonNP1" skvajinasida ancha yillardan beri gidrokimyoviy analiz tahlillari olib boriladi. Shulardan biri xlor ionini aniqlash. Bu taxlil titirlash metodi orqali amalga oshiriladi. Olingan suv namunasi kumush nitrat eritmasi orqali titirlanadi. 1-grafikda 2024 yil yanvar oyidan boshlab 2026 yil yanvar oraligidagi xlor ioning miqdori grafik asosida keltirilgan. Monitoring natijasida 2025-yil iyul oyidan boshlab namuna tarkibidagi xlor miqdori ortishi kuzatilgan va bu 113 kun davomida eng yuqori nuqtagacha ko'tarilgan 6 oktyabrda zilzila kuzatilgan va shundan keyin xlor miqdori o'z holatiga qaytgan.

Скв. Чимён НП -1 Cl 06.10.2025 M-5,7 Медиана 7 кун



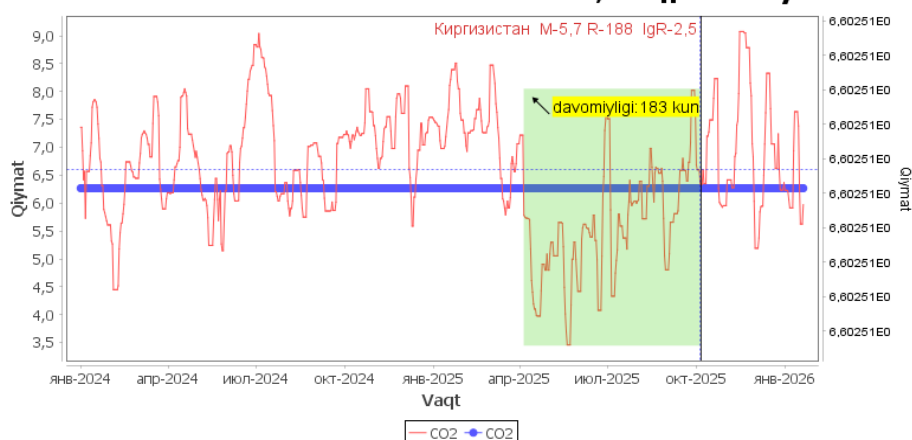
1-grafikda ChimyonNP-1 skvajinasidan olingan namuna tarkibidagi xlor ion miqdori

Seysmik prognozda ahamiyati Xlor konsentratsiyasini doimiy kuzatish orqali: zilzila oldi anomalialarini, aniqlash boshqa ko'rsatkichlar (radon, geliy, pH, Eh) bilan korrelyatsiya qilish, seysmik monitoring tizimida foydalanish mumkin. Masalan, ayrim kuzatuvlarda zilziladan bir necha kun yoki haftalar oldin Cl^- miqdori 10–30 % gacha o'zgarishi aniqlangan.

Ushbu tadqiqotda biz mintaqaviy zilzila darakhchilarining, masalan, CO_2 chiqishi va yer osti suvlarining aralashishining mumkin bo'lgan sabablarini o'rganib chiqdik. Bu holat mintaqaviy geologik tuzilish, litologiya, suv va sirt reaksiyalari va yuqori tezlikdagi GPS maydon xususiyatlari bilan bog'liq. CO_2 chiqishi natijasida yuzaga keladigan darakhchilar odatda qisqa muddatli

bo'lib, taxminan ikki oy davom etadi. Biroq, zilzilalar bilan bog'liq yer osti suvlarining aralashishi hodisalardan 4-5 oy oldin aniqlangan. Kuzatuv jarayonida yana bir o'zgarishlardan biri CO₂ gazinig o'zgarishidip. CO₂ gazi Xromatograf "Kristallyuks 4000m" qurilmasi yordamida suvda erigan gazlar (vadorod, geliy, azot, kislarod, uglerod tort oksid) o'lchanadi. 2-grafikda 2024 yil yanvar oyidan boshlab 2026 yil yanvar oraligidagi uglerod to'rt oksid miqdori grafik asosida keltirilgan. Monitoring natijasida 2025-yil iyul oyidan boshlab namuna tarkibidagi uglerod to'rt oksid miqdori kamayishi kuzatilgan va bu 183 kun davom etgan. 6 oktyabrda zilzila kuzatilgan va shundan keyin uglerod to'rt oksid miqdori o'z holatiga qaytgan.

Скв. Чимён НП -1 CO₂ 06.10.2025 М-5,7 Медиана 7 кун



2-grafikda ChimyonNP-1 skvajasidan olingan namuna tarkibidagi CO₂ miqdori

Seysmik prognozda Eh - yer osti suvlarining geokimyoviy javob ko'rsatkichi sifatida qo'llanadi. Zilzila oldidan yer qobig'ida kuchlanish ortishi natijasida yoriqlar ochiladi, gazlar ajraladi va suv-tog' jinsi o'zaro ta'siri kuchayadi. Bu jarayonlar Eh ning anomalyaviy o'zgarishiga olib kelishi mumkin.

Zilzila oldi bosqichida: Mikroorganizmlar faolligi o'zgaradi. Natijada: Qaytaruvchi gazlar ko'payishi → Eh pasayadi (– mV tomonga). Kislorod kirishi yoki aralashish → Eh oshadi (+ mV tomonga) o'zgarishlar kuzatiladi.

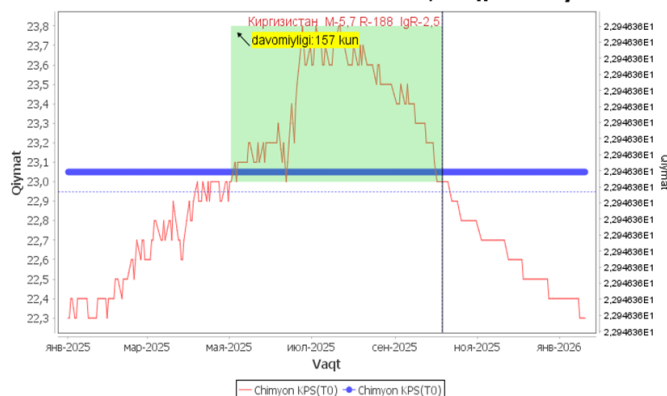
Скв. Чимён НП -1 Eh 06.10.2025 М-5,7 Медиана 7 кун



3-grafikda ChimyonNP-1 skvajasidan olingan namuna tarkibidagi Eh miqdori

3-grafikda Eh miqdori 255-260 mV dan 218-220 mVga tushib ketgan Anomaliya 249- kun mobaynida davom etgan. Eh - yer osti suvlarining redoks holatini aks ettiruvchi sezgir parametr bo'lib, u Stress akkumulyatsiyasi jarayonlarini bilvosita ko'rsatishi mumkin Gaz migratsiyasi va suv aralashuvini ifodalaydi Kompleks monitoringda prognoz qiymatiga ega

Скв. Чимён НП -1 T^o 06.10.2025 М-5,7 Медиана 7 кун



5-grafikda ChimyonNP-1 skvajasidan olingan namuna tarkibidagi T^o miqdori

Zilzilalar natijasida namoyon bo'ladigan gidrogeoseysmologik parametrlardagi xil ma-xillik turli omillar sabab yuzaga kelishi mumkin. Zilzilalarning magnitudasi va chuqurligi katta magnitudali zilzilalar ($M \leq 7$) yer qobig'ining keng maydoniga

ta'sir qiladi, shu ning uchun kimyoviy pametrlarning o'zgarishi ham ko'proq seziladi chuqur zilzilalar yerosti suvlari va minerallar bilan uzoqroq aloqaga kirishadi, natijada kimyoviy o'zgarishlar murakkabroq bo'lishi mumkin.

Xulosa. Zilzilalardagi gidrogeologik darakhilarni uzoq, o'rta va qisqa muddali darakhilarga bo'linadi. Zilzilalarni gidrokimyoviy prognoz qilishda hozirgi kunda kislorod, vodorod, geliy, argon kabi elementlarning izotop tarkiblarni aniqlash eng samarali usullardan biri deb qaraladi, sababi mantiya tarkibdagi kislorod, vodorod elementlari deformatsiya jarayonida yerosti suvlari tarkibiga o'tadi. Ko'plab tadqiqotlarga ko'ra zilzilalarni prognoz qilishda, ko'p parametrlar monitoring qilish prognostik anomalialarni aniqlash va gidrologik o'zgarishlarning kelib chiqishini tushunishga yordam beradi. Xususan, yerosti suvlari sathi, gaz tarkibi, ion tarkibi, pH, Eh qiymatlari va deformatsiya ma'lumotlarini birgalikda tahlil qilinsa aniq ma'lumotlar olish mumkin. Хлор (Cl^-) konsentratsiyasining oshishi, uglerod to'rt oksid (CO_2) konsentratsiyasining kamayishi Eh redoks qiymatining pasayishi, muxit ko'rsatgichi pH va temperaturaning o'zgarishi. Bu parametrlarni kompleks tahlil qilish zilzila darakhilarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Ko'p parametrlar gidrogeokimyoviy monitoring ma'lumotlarini seysmik va deformatsiya ma'lumotlari bilan birgalikda tahlil qilish kelajakda zilzilalarni prognoz qilish imkoniyatlarini yanada oshirishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Dobrovolskiy I.P., Zubkov S.I., Myachkin V.I. Ob otsenke razmerov zony proyavleniya predvestnikov zemletryaseniya // Modelirovanie predvestnikov zemletryaseniya. – M.: Nauka, 1980. – S. 7–44.
2. Dobrovolskiy I.P. Mexanika podgotovki tektoni cheskogo zemletryaseniya. – M.: Nauka, 1984. – 188 s.
3. Barbieri, M., Franchini, S., Barberio, MD, Billi, A., Boschetti, T., Giansante, L., Gori, F., Jonsson, S., Petitta, M., Skelton, A. va Stockmann, G.: 2010–2018 yillarda Islandiyada seysmik va vulqon faolligidan oldin yer osti suvlari iz elementlari konsentratsiyasining o'zgarishi, Umumiy atrof-muhit fanlari, 793, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148635>, 2021.
4. Султанходжаев А.Н., Азизов Г.Ю., Закиров Т., Лунева И.А., Саидкамалов Н.Ф., Хусамиддинов С.С. Гидрогеосейсмологические исследования в Восточной Фергане. – Т.: Фан, 1978.
5. Ond S., Sano Y., Takahata N., Kagoshima T., Miyajima T., Shibata T., Pinti D.L., Lan T., Kim N.K., Kusa kabe M., Nishio Y. Groundwater oxygen isotope anomaly before the M 6.6 Tottori earthquake in Southwest Japan // Sci Rep. - 2018. - 8, 4800. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23303-8>
6. Zheming Shi, Guangcai Wang, Chenglong Liu. Advances in research on earthquake fluids hydrogeology in China: a review // Earthq Sci. - 2013. - 26(6): 415–425