



UDK:551.3:550.3 (575.1)

Lutfulla XAMIDOV,
O'zbekiston Milliy universiteti professori, f.-m.f.d
E-mail: hamidov_l@mail.ru
Dildora BAXRIDINOVA,
O'zbekiston Milliy universiteti magistranti,
G.-m.f.f.d. dots. Z.F.Shukurov taqrizi asosida

EARTHQUAKE CLUSTERING IN THE AREA OF THE ZAAMIN RESERVOIR ACCORDING TO THE DENSITY OF THEIR LOCALIZATION

Annotation

Clustering of earthquakes, detection by the density of their localization in the near zone of the Zaamin reservoir of Uzbekistan is necessary to assess changes in seismic activity around them. The main aspect of the issue of local seismicity in the area of the Zaamin reservoir is the determination of the seismicity caused by it. It can be formed from the intensive operation of the reservoir, that is, from rapid changes in the volume of water over short periods of time. In this paper, the determination of the frequency of earthquakes is made by preliminary compiling a local catalog of earthquakes (including weak ones) for the zone of influence. The assessment of the recurrence level was made for the period from 2011 to 2022, by clustering zones of high density of epicenters and using the classical Gutenberg-Richter law. As a result, an equation for the frequency of earthquakes by clusters for the near zone of the Zaamin reservoir was revealed.

Key word: Earthquake frequency, reservoir influence zone, catalogue, clustering, intensity, density of epicenters.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В РАЙОНЕ ЗААМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ПЛОТНОСТИ ИХ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Аннотация

Кластеризация землетрясений, выявление по плотности их локализации в ближней зоне Зааминского водохранилища Узбекистана необходимо для оценки изменения сейсмической активности вокруг них. Основным аспектом вопроса о локальной сейсмичности в районе Зааминского водохранилища является определение сейсмичности вызванной им. Она может формироваться от интенсивной эксплуатации водохранилища, то есть от быстрых изменений объема воды за короткие промежутки времени. В работе определение повторяемости землетрясений произведено предварительным составлением локального каталога землетрясений (включая слабые) для зоны влияния. Оценка уровня повторяемости произведена за период с 2011 по 2022 года, кластеризацией зон высокой плотности эпицентров и используя классический закон Гутенберга-Рихтера. В результате выявлено уравнение повторяемости землетрясений по кластерам для ближней зоны Зааминского водохранилища.

Ключевые слова: Повторяемость землетрясений, зона влияния водохранилища, каталог, кластеризация, интенсивность, плотности эпицентров.

ZOMIN SUV OMBORINING YAQIN HUDUDIDA ZILZILALARNING JOYLASHISH ZICHLIGI BO'YICHA KLASTERLANISHI

Annotatsiya

O'zbekistondagi Zomin suv omboriga yaqin zonada zilzilalar chastotasini aniqlash ular atrofidagi seysmik faollikning o'zgarishini baholash uchun zarur. Zomin suv ombori hududidagi mahalliy seysmiklik masalasining asosiy jihati u keltirib chiqaradigan seysmiklikni aniqlashdan iborat. U suv omborining intensiv ishlashidan, ya'ni qisqa vaqt ichida suv hajmining tez o'zgarishidan hosil bo'lishi mumkin. Ushbu maqolada zilzilalar chastotasini aniqlash ta'sir zonasi uchun zilzilalar (shu jumladan kuchsizlar)ning mahalliy katalogini oldindan tuzish orqali amalga oshiriladi. Qaytalanish darajasini baholash 2011 yildan 2022 yilgacha bo'lgan davrda epitsentrlarning yuqori zichligi zonalarini klasterlash va klassik Gutenberg-Rixter qonunidan foydalangan holda amalga oshirildi. Natijada Zomin suv omborining yaqin zonasi uchun klasterlar bo'yicha zilzilalar chastotasi tenglamasi aniqlandi.

Kalit so'zlar: Zilzila chastotasi, rezervuar ta'sir zonasi, katalogi, klasterlashuvi, intensivligi, epitsentrlarning zichligi.

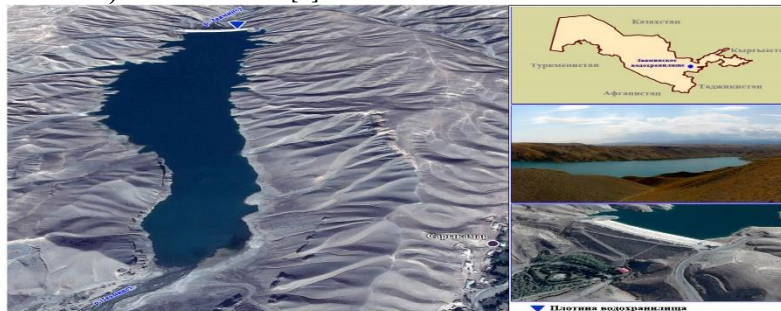
Kirish. Ob'ektning ekspluatatsiyasi bilan bog'liq holda seysmiklikning namoyon bo'lish xususiyatlarini o'rganish nafaqat kuchli, balki $K \leq 10$ energiya sinfidan kam bo'lgan kuchsiz zilzilalar bo'yicha statistik ma'lumotlarni to'plash bilan uzoq muddatli doimiy kuzatishni talab qiladi. Asosiy vazifa Zomin suv omborining mumkin bo'lgan faol ta'sir zonasi bo'yicha zilzilalar lokal katalogini tuzishdan iborat.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. ShNK 2.06.11-04 ga muvofiq ushbu zonaning radiusi: 1.12-band: 0 dan 100 km gacha bo'lgan yaqin zona uchun; 100 dan 200 km gacha bo'lgan o'rta zona uchun; uzoq zona uchun 200–350 km [1]. Zomin suv ombori geologik jihatdan bir qancha strukturaviy birliklar va tektonik shakllanishlarga tutash zonada joylashgan (1-rasm va 2-rasm) [1].

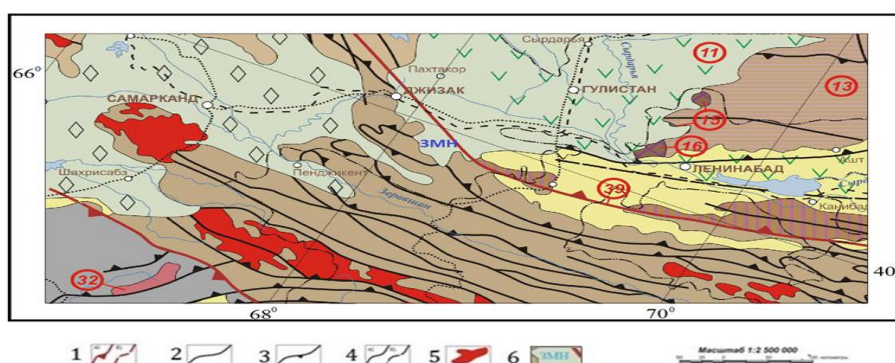
Murakkab tektonik burmalanish davrlarida hosil bo'lgan yer osti yoriqlari hozirgi zamon geodinamik harakatlar ta'sirida suv omboriga ta'sir etuvchi zilzilalar keltirib chiqaradi. Bu yer silkinishlarining energiyasi (magnitudasi) o'z navbatida hududning geologik tuzilishiga bog'liq [3]. Zomin suv ombori yaqinidagi hududlar tektonik jihatdan murakkab bo'lib, sharqiy

qismidan At-Bashin geosuturasi (litosferaning okeanik tuzilmalaridan tashkil topgan yopiq okean choki) o'tadi, harakatlar surish va kesish siljishlar bilan xarakterlanadi [4].

Ular suv omborining shimoliy va janubiy qismlarida gorizontal tektonik harakatlar natijasida paydo bo'ladi. Geologik jihatdan mezo-kaynozoy (MZ-KZ) cho'kindi qatlami Shimoliy Turon plitasining gerts burmalarini o'z ichiga oladi [5]. Bu shakllanishlar hududda uzoq masofaga chetga surilib, qoplovchi tuzilmani tashkil etuvchi alloxtionlar (ust-boshlangan konstruksiyalardagi surish bloklari) bilan ifodalanadi [3].



1-rasm. Zomin suv omborining ko'rinishi va joylashuvi [2]



Belgilar: 1- katta nosozliklar; 2- konstruktiv elementlar orasidagi chegaralar; 3 siljish; 4 – surilish; 5- granitoidlar; 6 - Zomin suv omborining joylashgan joyi.

2-rasm. Zomin suv omborining ta'sir zonasi va "O'zbekiston va unga tutash hududlar [6] tektonik xaritasi" xaritasidan qirg'ishdagi tuzilmalar bilan taqqoslash

Tadqiqot metodologiyasi. Zomin suv ombori joylashgan joydan $R \leq 100$ km radiusda 2011-2022-yillar davomida $7 \leq K \leq 13$ energiya sinfi diapazonida 491 ta zilzila sodir bo'lgan. 1-jadvalda har bir yil uchun belgilangan chegaralar doirasidagi zilzilalar soni ko'rsatilgan.

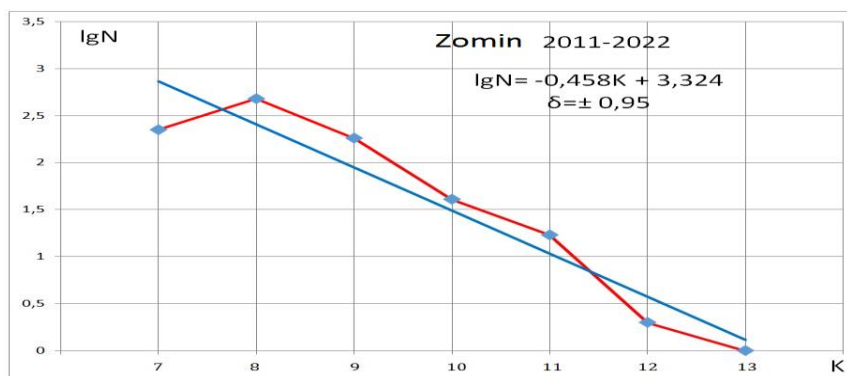
1-jadval – Zomin suv omborining tebranish zonasida 2011-yildan 2022-yil avgustigacha bo'lgan zilzilalar soni

Yillar	N	lgN	K=7	K=8	K=9	K=10	K=11	K=12	K=13
2011	12	2,4849	0	6	6	0	0	0	0
2012	22	3,091	0	9	8	5	0	0	0
2013	38	3,6376	0	30	8	0	0	0	0
2014	28	3,3322	0	21	4	3	0	0	0
2015	23	3,1355	1	15	6	1	0	0	0
2016	34	3,5264	7	17	4	3	2	1	0
2017	60	4,0943	12	23	14	7	3	0	1
2018	124	4,8203	3	59	47	11	4	0	0
2019	157	5,0562	14	98	41	3	1	0	0
2020	161	5,0814	53	89	12	4	2	1	0
2021	179	5,1874	97	58	21	2	1	0	0
2022	103	4,6347	37	49	11	2	4	0	0

Bloklarning harakati gorizontal tektonik harakatlarga bog'liq. Ikki o'zgaruvchi o'rtasidagi bog'liqlikni batafsil o'rganish uchun biz dastlab F.Waldhauser, W.L. Ellsworthlar tomonidan taklif qilingan usul yordamida avval Zomin suv ombori zonasida zilzilaning fazoviy-vaqt taqsimotini tuzdik [7]. Zilzilalarning xususiyatlarini keyingi tahlil qilish uchun klasterlash uchun eng yaqin qo'shni usuli qo'llanildi [8]. Bu usulda o'xshashlik Evklid masofasining kvadrati bilan aniqlanadi. Eng yaxshi natijalarni [8] ga ko'ra olish mumkin, agar kvadrat Evklid masofasining $d=d02$ chegara qiymati $(x2-x1)^2+(y2-y1)^2$ tenglikligi $1 \times M2$ dan $1,2 \times M2$ km gacha oraliqda qabul qilinadi (M-magnituda kattaligi). Klasterlarga bo'lingandan so'ng zilzilalar vaqt bo'yicha bir xil bo'lmagan taqsimlanishini hisobga olgan holda epitsentrlning zichlashishi bo'yicha bo'limlar sifatida ajratiladi. Ushbu mahalliy katalogni instrumental monitoring yordamida olingan ma'lumotlar namunasi sifatida ko'rib chiqish mumkin.

Tahlil va natijalar. Tuzilgan katalogda zilzila kuchining ko'rsatkichi sifatida joulda ifodalanagan zilzila energiyasining o'nlik logarifmi sifatida "K" qiymati (zilzila energiya klassi) qo'llaniladi. Bu ko'rsatkich O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Seysmologiya institutining sobiq seysmik kuzatuv tarmog'ida keng qo'llanilgan. 2018-yildan beri sodir bo'lgan zilzilalar uchun magnituda ko'rsatkichi ham ko'rsatilgan.

Kataloglarda keltirilgan kattalik qiymatlari klassik formulalar asosida K energiya sinfining qiymatiga qayta hisoblab chiqiladi. Zomin suv ombori to'g'onlaridan $R \leq 100$ km radiusda Gutenberg-Rixter qonuni [10] bo'yicha zilzilalar chastotasi 3-rasmda ko'rsatilgan. 2-jadvalda Zomin suv omborining ta'sir zonasidagi faol tuzilmalar doirasidagi zilzilalar chastotasining empirik formulalari keltirilgan (Jizzax suv ombori zonasida bilan solishtirganda [4]).

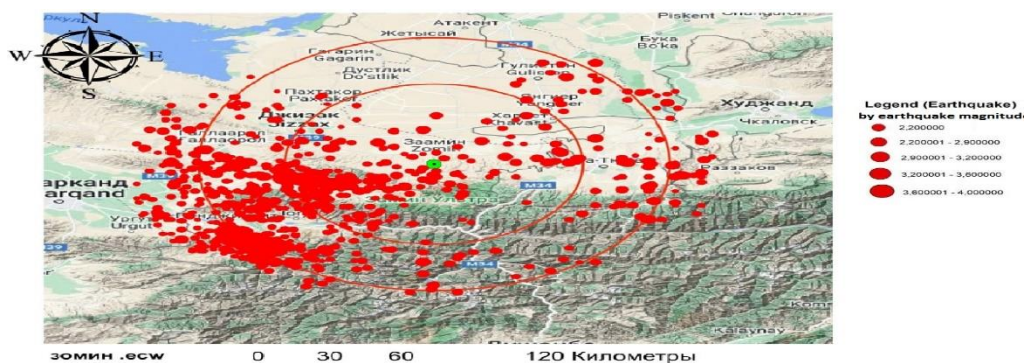


3-rasm. Zomin suv ombori to'g'onlaridan $R \leq 100$ km radiusda zilzilaning takrorlanishi

Keltirilgan 2-jadvaldagi zilzila takrorlanishining empirik formulalaridan ko'rinib turibdiki, Zomin suv omborlari (At-Bashin choklari zonasi) ta'sir qilish hududining chekka subzonasidagi takrorlanish grafigining koeffitsienti nisbatan katta (0,456-0,458). Subzonada esa Jizzax suv omborlarining (Beltau-Kuramin vulqon zonasi) ta'sir qilish maydoni nisbatan past (0,390-0,392). Shunga ko'ra, ushbu koeffitsientlarning qiymatlariga ko'ra, yuqorida qayd etilgan zonalarda zilzilalar chastotasi ma'lum bir o'lchamga ega bo'lishi mumkinligini ta'kidlash mumkin. Har bir obyekt bo'yicha o'rganilayotgan davr uchun zilzilalar taqsimoti faol tektonik tuzilmalar zonalariga yaqinroq manbalarning zichligini ko'rsatadi. Har bir obyekt bo'yicha o'rganish davridagi zilzilalar taqsimoti 4-rasmda keltirilgan.

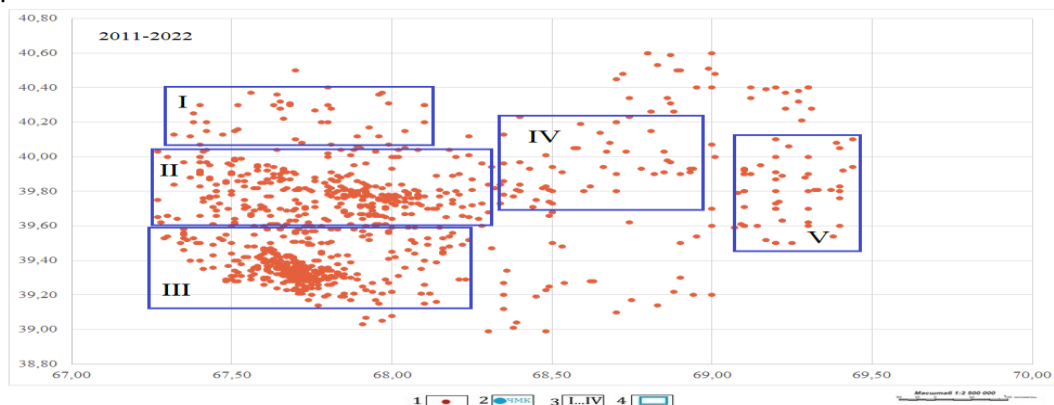
2-jadval – Zomin suv ombori ta'sir zonasidagi faol tuzilmalar doirasidagi zilzilalar chastotasining empirik formulalari

No	Suv ombori	Empirik formulalar	Ishonchga yaqinlashish
1	Zomin	$\lg N = -0,458K + 3,324$	$\delta = \pm 0,950$
2	Jizzax	$\lg N = -0,390K + 3,059$	$\delta = \pm 0,940$



4-rasm. Zomin suv ombori ta'sir zonasida 2011-2022-yillardagi zilzilalar taqsimoti.

Zomin suv ombori ta'sir zonasida zilzilaning fazoviy va vaqt bo'yicha taqsimlanishi tektonik tuzilmalarda, asosan, siljish va surilish zonalarida hamda strukturaviy elementlar orasidagi chegaralarda epitsentrlarning tarqalish zichligi ortganini ko'rsatdi. Zomin suv ombori zonasida zilzila namoyon bo'lish ketma-ketligi Tyan-Shan orogeni va Turon platformasining tutashish nuqtai nazaridan ko'rib chiqiladi. Zomin suv ombori zonasida $K \geq 7$ zilzilalar namoyon bo'lish ketma-ketligi har bir klaster uchun 6-rasmda ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki (3 va 4-rasmlar), ma'lum bir katta energiya sinfiga ega bo'lgan zilziladan keyin har bir klaster uchun seysmik sokinlik davrlari boshlanadi. Bu pastroq energiya sinflari yoki har bir klasterning o'rganilayotgan hududida zilzilalarning yo'qligi bilan ifodalanadi. Tanlangan klasterlar zonalarida $K \geq 8$ bo'lgan zilzilalar namoyon bo'lish ketma-ketligiga ko'ra, suv omborlariga yaqin bo'lgan tektonik tuzilmalar zonalarida zilzilalar zichligini oshirishini ta'kidlash mumkin (5-rasm).



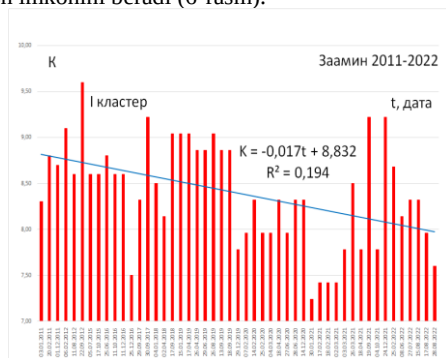
Belgilar: a: 1 - 2011-2022 yillar oralig'ida $K \geq 7$ bo'lgan zilzilalar epitsentrlari; 2- suv omborining joylashuvi; 3 - eng yaqin qo'shni usuli bilan aniqlangan klasterlar [17]; 4- tanlangan klasterlar;

b: 5 - tiqiluvlar; 6 siljish; 7 – surilish ; 8 – yirik yoriqlar; 9- granitoidlar; 10- konstruktiv elementlar orasidagi chegaralar

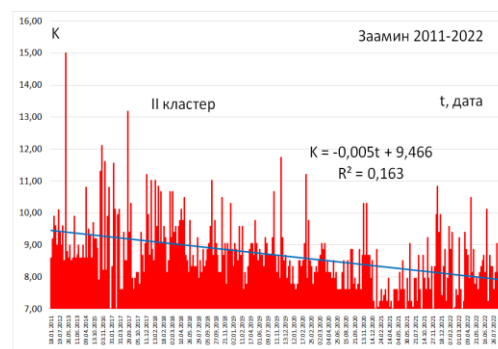
5-rasm. Zomin suv ombori zonasida klasterlar bo'yicha zilzilaning fazoviy-vaqt bo'yicha taqsimlanishi

Binobarin, Tyan-Shan orogeni va Turon platformasining tutashish zonasi tektonik tuzilmalariga yaqin joylashgan suv omborlarining ta'sir zonalarida kuchsiz zilzilalar namoyon bo'lish ketma-ketligida nisbatan chiziqli bo'lmagan davrlar bilan kuchlanishni chiqarish iyerarxiyasi qayd etilayapti.

J.Z.Murataliev va A.M.Omuraliev [11] ko'rsatgan Tyan-Shan litosferasi va Qozog'iston shiti tutashgan joyiga o'xshab, Zomin suv omborlari zonasida uchun belgilangan klasterlarda har bir siklda seysmik faollik davri: seysmik faollikning eng yuqori nuqtasi, va seysmik faollikning pasayish davri, seysmik sokinlik davri bilan kuzatilishi mumkin [12]. Bu Zomin suv omborining klasterlarida turli davrlardagi seysmik sikllarni bir vaqtning o'zida kuzatish, ularni gidrologik ish rejimidagi o'zgarishlar bilan birlashtirish imkonini beradi (6-rasm).



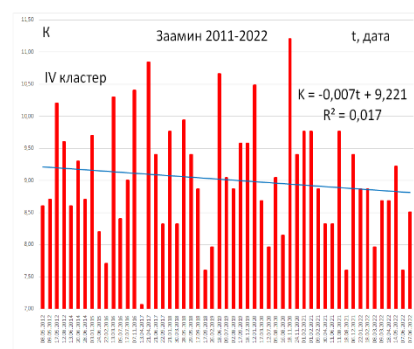
a



б



в



г

6-rasm. Zomin suv ombori zonasida har bir klaster bo'yicha $K \geq 7$ zilzilalar namoyon bo'lish ketma-ketligi

Bu ko'rib chiqilayotgan hududdagi suv omborlari tomonidan ma'lum vaqt oralig'ida yuzaga kelgan seysmiklik darajasini baholash imkonini yaratadi.

Xulosa va takliflar. Shunday qilib, tanlangan klasterlar zonalarida $K \geq 8$ bo'lgan zilzilalar namoyon bo'lish ketma-ketligiga ko'ra, Zomin suv omboriga yaqin bo'lgan tektonik tuzilmalarda zilzilalar zichligi vaqt kesimida oshganini ko'rsatdi (3,4,5,6-rasmlar va 1,2-jadvallar). Zomin suv ombori Tyan-Shan orogeni Turon platformasi bilan tutashgan hududda joylashgan. Binobarin, Zomin suv omborining ta'sir hududida sodir bo'lgan kuchsiz zilzilalarning bunday ketma-ketligi, zilzila manbasidan uzoqdagi kuchlanish iyerarxiyasining nisbatan chiziqli bo'lmagan davrlarida ham kuzatilishi mumkin ekan.

ADABIYOTLAR

1. ШНК 2.06.11-04. Градостроительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. Гидротехнические сооружения. Издание официальное. Государственный Комитет Республики Узбекистан по архитектуре и строительству. – Ташкент, 2006. – 103 с. ШНК 2.06.11-04: пункт 1.12.
2. По сайту Министерства водного хозяйства РУз: <http://www.cawater-info.net/bk/1-1-1-3-uz.htm> (обращение 10.03.2023 г)
3. Анварова С.Г., Ганиева Б.Р., Хамидов Л.А. Локальный каталог землетрясений ближней зоны крупных водохранилищ Центрального и Южного Узбекистана// Тр. XXIV- Уральского молодежной научной школы по геофизике - УМШГ-2023, Пермь, 22-24 марта 2023 года.-Перм.-Россия.-2023.-С.3-7. http://pts.mi-perm.ru/conf/downloads/SbornikUYS_2023_final.pdf (обращение 12.05.2023 г).
4. Бахриддинова Д.Х., Хамидов Л.А. Пространственно-временное распределение землетрясений вблизи Джизакского водохранилища // Тр. XXIV- Уральского молодежной научной школы по геофизике - УМШГ-2023, Пермь, 22-24 марта 2023 года.-Перм.-Россия.-2023.-С.12-17.

5. Ходжаев А.К., Хамидов Л.А., Фахриддинов Ж.Ф. Палео- и современные сейсмодислокации в переходной зоне от Тянь-Шаньского орогена к Туранской платформе Центральной Азии.// Современная геодинамика Центральной Азии.- Сборник трудов Межд.конф. Иркутск, 23-29 сентября 2012.-С. 202-205.
6. Тектоническая карта Узбекистана и прилегающих территорий // Геологический институт РАН, лаб. Неотектоники и современное геодинамики. Москва. - 2004. http://neotec.ginras.ru/neomaps/M025_Uzbekistan_2004_Tectonics_Tektonicheskaya-karta-uzbekistana-i-prilegayuschikh-territoriy.html (обр.22.10.2022).
7. Waldhauser F., Ellsworth W.L., A double-difference earthquake location algorithm: method and application to the Northern Hayward Fault // California, Bull. Seism. Soc. Am. 90 (6) (2000) 1353-1368.
8. Han J.W., Micheline K., Pei J. Cluster analysis Data Mining, (Third ed.)// 2012, pp. 443-495.
9. Zhang L., G.Wei J.Li, Liao W., Wang Q., Xiang Ch. Analysis of the relationship between water level fluctuation and seismicity in the Three Gorges Reservoir (China) // Geodesy and Geodynamics.- vol.8.- (2017) P.96-102.
10. Gutenberg B., Richter C.F. Seismicity of the Earth and associated phenomena, 2nd edition. – Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1954. – 310 p.
11. Мураталиева Ж.З., Омуралиева А.М. Слежение за динамикой сейсмичности в пределах Кемино-Чиликской зоны, генерирующей землетрясения с $M \geq 8$ // Российский сейсмологический журнал.-2020.- Т 2, № 4.- С. 51–62.
12. Khamidov Lutfulla, Artikov Farkhod, Khamidov Khayrulla, Ganieva Barno and Anvarova Sadoqat Seismicity caused by the hydrological regime of large reservoirs.// J. E3S Web of Conferences 365, 03043 (2023).-P.1-11.