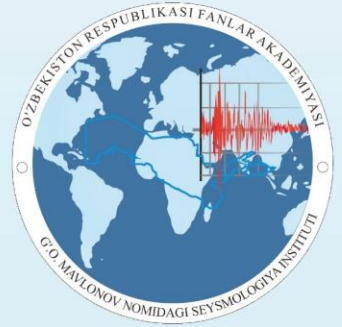




O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
FANLAR AKADEMIYASI

**G'.O. Mavlonov nomidagi  
Seysmologiya instituti**



**“MUHANDISLIK SEYSMOLOGIYASI  
VA SEYSMIK XAVFNI BAHOLASHNING  
DOLZARB MUAMMOLARI”  
mavzusidagi  
RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI ILMIIY VA  
ILMIY-TEXNIK ANJUMAN MATERIALLARI TO‘PLAMI**

**2025 YIL 10–11 IYUN**

**Toshkent**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
G‘.O.MAVLONOV NOMIDAGI SEYSMOLOGIYA INSTITUTI**

**“Muhandislik seysmologiyasi va seysmik  
xavfni baholashning dolzarb muammolari”  
mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy  
va ilmiy-texnik anjuman materiallari  
to‘plami**

**2025-yil 10–11-iyun**

**Toshkent-2025**

## **UO‘K 550.34**

Muhandislik seysmologiyasi va seysmik xavfni baholashning dolzarb muammolari // Respublika miqyosidagi ilmiy va ilmiy texnik anjuman. 10 – 11-iyun 2025-yil. Toshkent shahri. Toshkent: O‘zR FA SI, 2025- 224 bet.

To‘plamda seysmologiya va yer haqidagi fanlarning dolzarb yo‘nalishlari-muhandislik seysmologiyasi, seysmik xavfni baholash, zilzilalarni prognoz qilish, zamonaviy geodinamika muammolari, muhandislik geologiyasi hamda seysmik riskni kamaytirish muammolari yo‘nalishlarida taqdim etilgan ilmiy maqolalar jamlangan.

To‘plamdagi barcha maqolalar mualliflar tahririda nashr etilgan. To‘plamda seysmologiya, geofizika, muxandislik geologiyasi, gidrogeologiya muammolari bilan shug‘ullanuvchi mutaxassislar, hamda oliy o‘quv yurtlarida yer haqidagi fanlar yo‘nalishida tahsil olayotgan bakalavr va magistrlar uchun foydali ma’lumotlar jamlangan.

### **Tashkiliy qo‘mita tarkibi:**

Tashkiliy qo‘mita raisi: V.A Ismailov

Tashkiliy qo‘mita raisi o‘rinbosari: I.M. Alimuxamedov

Anjuman mas’ul kotibi: B.U. Aktamov

Tashkiliy qo‘mita a’zolari: I.M. Alimuxamedov, B.U. Aktamov, E.M. Yadigarov, T.U. Mamarozikov, V.R. Yusupov, Z. Shukurov, J.Sh. Bozorov.

### **Tahririyat tarkibi:**

Tuychiev A.I., f.-m.f.d.

Alimuhamedov I.M., g.-m.f.n.

Yodgorov Sh.I., g.-m.f.f.d (PhD).

Aktamov B.U., t.f.f.d., (PhD).

Bozorov J.Sh., t.f.f.d., (PhD).

O‘zR FA Seysmologiya institutining Ilmiy kengash majlisida tasdiqlangan (2025-yil 22-yanvardagi 2-sonli Bayonnoma).

## **SO‘Z BOSHI**

Insoniyat uchun xavf tug‘diradigan turli xil tabiiy jarayonlar va hodisalar orasida zilzilalar eng katta halokatli potensialga ega bo‘lib, har yili dunyo hamjamiyatiga ulkan iqtisodiy zarar etkazadi va minglab odamlarning hayotiga zomin bo‘ladi. Zilzila natijasida bir martalik yo‘qotishlar ba‘zi mamlakatlarning yalpi mahsulotidan oshib ketganligi tarixda ma‘lum. Masalan, 1995-yil 17-yanvarda Kobe (Yaponiya) zilzilasida yetkazilgan zararning umumiy miqdori 110 milliard dollarni tashkil etdi va Tinch okeanidagi Sendai (Yaponiya) shahridan 130 km sharqda 2011-yil 11-martda sodir bo‘lgan zilzila Yaponiya iqtisodiyotiga 186-235 milliard dollar zarar yetkazdi. Xalqaro tibbiyot korpusining 8-martdagi hisobotiga ko‘ra, 2023-yil 6-fevraldagi Gaziantep va Kahramanmarash (Turkiya) zilzilalar oqibatida halok bo‘lganlar soni 50 ming kishidan oshgan. Jumladan, Turkiyada 45 968 va Suriyada 7 259 nafar kishi qurbon bo‘lgan. Minglab odamlar jabr ko‘rdi va 160 mingdan ortiq binolar qulab tushdi yoki jiddiy zarar ko‘rdi. Faqatgina Turkiyaning o‘zida umumiy zarar 103,6 milliard AQSh dollarni tashkil etdi.

Dunyoda kuchli zilzilalarning ijtimoiy-iqtisodiy oqibatlarini baholash va talafot darajasini prognoz qilish muammolariga alohida e‘tibor berilmoqda. Ilmiy va amaliy tadqiqotlar mintaqaviy va mahalliy hududlarning seysmik xavfini va ta‘sirini, ehtimoli yuqori bo‘lgan zilzilalarning seysmik jadallik parametrlarini va bino va inshootlarga seysmik ta‘sirlarda shikastlanishini va talafotlanish darajasini baholashga qaratilgan. Turli darajadagi seysmik ta‘sirlar natijasida bino va inshootlarni zaiflikni baholash va ehtimoli yuqori bo‘lgan zararlarning va seysmik riskini prognoz qilishga qaratilgan. Bunday prognozlar, o‘z navbatida, zilzila oqibatlarini yumshatish uchun chora-tadbirlarni ishlab chiqish, shuningdek, seysmik faol hududlarda shaharsozlik rejalarini qabul qilishga asos hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi aholisi va hududini seysmik xavfsizligini ta‘minlash va zilzila sodir bo‘lish ehtimoli yuqori bo‘lgan seysmik faol zonalarda zilzila talafotlarini kamaytirish ko‘p jihatdan respublikaning strategik rivojlanishini belgilaydi. So‘nggi yillarda O‘zbekiston olimlari muhandislik seysmologiyasi sohasida fundamental g‘oyalarni va amaliy ilmiy izlanishlarni aholi va hududlarni seysmik xavfdan himoya qilish yo‘lida aniq maqsadli chora-tadbirlarni ishlab chiqish va ularni amalga oshirishga qaratganlar. Bu ilmiy tadqiqotlar O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 9-avgustdagi PQ-№3190-sonli “Seysmologiya, seysmik chidamli qurilish va O‘zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligi sohasida ilmiy tadqiqotlar olib borishni takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori, 2020-yil 30-iyuldagi PQ-4794-sonli “O‘zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta‘milash tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-maydagi PQ-158-sonli “O‘zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta‘minlash tizimini yanada takomillashtirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori hamda 2024-yil 17-apreldagi PQ-161-sonli “Bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirish hamda seysmik xavfni monitoring qilish faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori bilan belgilangan.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 30-maydagi PF-144-sonli “O‘zbekiston Respublikasining seysmik xavfsizligini ta‘minlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmonida seysmologiya yo‘nalishida olib boriladigan ilmiy-amaliy tadqiqotlar respublikaning ijtimoiy va iqtisodiy rivojlanishi

uchun strategik ahamiyatga ega muammolar qatorida 2030-yilgacha hal qilinishi nazarda tutilgan.

Hozirgi kundagi muhandislik seymologiya sohasidagi dolzarb muammolar turkimiga quyidagilarni kiritish mumkin:

- mintaqaviy, mahalliy va qurilish maydoni darajalarda seysmik xavf, seysmik ta'sir va seysmik riskni baholashning nazariy va amaliy asoslarini ishlab chiqish;
- faol tektonik yer yoriqlari tadqiq qilish va ularni seysmologik pasportlarini yaratish hamda seysmofaol qatlamning kuchlangan-deformatsiyalangan holatining tadqiq qilish asosida ularni zamonaviy modelini ishlab chiqish;
- zamonoviy yer qobig'ini harakatlarini qobig'ining harakatlarini GNSS tizim orqali kuzatish va seysmik faol hududlarni aniqlash;
- kuchli va halokatli zilzilalar vaqtida grunt qatlamlar harakatining mintaqaviy modellarini ishlab chiqish;
- bino va inshootlar zamin poydevorlarining seysmik mustahkamligidagi kamchiliklarni tezkor baholash usulini ishlab chiqish;
- loyiha tashkilotlari talablaridan kelib chiqqan holda qurilish maydoni uchun sun'iy akselerogrammlar ishlab chiqish va bankini yaratish bo'yicha ishlarni amalga oshirish;
- turli darajada seysmik hududlashtirish vazifalarini yechish uchun mintaqaviy muhandis-geologik sharoitlarni hisobga olgan holda seysmik tebranishlar so'nishining yangi uslubiyatini ishlab chiqish;
- kuchli zilzilalar davrida dispers gruntlarda suyuqlanish jarayonining rivojlanish xususiyatini laboratoriya va dala sharoitida tadqiq qilish va gruntlarni kuchli zilzilalarda suyuqlanish darajasi bo'yicha tasnifini yaratish;
- qurilish maydonlarining seysmik darajasini (makroseysmik ballda va muhandis ko'rsatkichlarda) aniqlash uchun grunt sharoitlarining seysmik modellarini ishlab chiqish va ularni seysmik ta'sir ko'rsatkichlarini aniqlashda qo'llash;
- ikkilamchi geologik jarayonlarni hisobga olgan holda GAT texnologiyalari asosida seysmik riskni mintaqaviy baholash usullarini ishlab chiqish.

Bularni barchasi kelajakdagi muhandislik seysmologiya yo'nalishida olib borilishi muhim bo'lgan ilmiy tadqiqotlardir. Albatta bu yo'nalishda nafaqat Fanlar akademiyasining Seysmologiya instituti va Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti, balki yurtimizdagi oliy ta'lim muassasalari: Toshkent arxitektura va qurilish universiteti, Toshkent transport universiteti, Samarqand arxitektura va qurilish instituti, Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti, Farg'ona politexnika instituti, Namangan muhandislik qurilish institutidan tashqari boshqa institut va tashkilotlar ham faoliyat olib borishi lozim bo'ladi.

Maskur "Muhandislik seysmologiyasi va seysmik xavfni baholashning dolzarb muammolari" mavzusidagi Respublika miqyosidagi ilmiy va ilmiy texnik anjuman mamlakatimizda muhandislik seysmologiyasi va seysmik xavfni baholash bo'yicha yechilayotgan masalalarni keng yoritishga, olingan natijalarni muhokama qilishga va kelajakdagi global muammolarni hal qilishda olimlar o'rtasida hamkorlik munosabatlarni o'rnatishga qaratilgan.

**Vaxitxan Ismailov**  
**O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi**  
**Seysmologiya instituti direktori**

## **I-BO‘LIM**

### **SEYSMIK XAVFNI VA SEYSMIK XATARNI BAHOLASHNING NAZARIY VA AMALIY JIHATLARI**

#### **ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ КАК НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ**

**Исмаилов В.А.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [Vakhitkhan\\_Ismailov@seismos.uz](mailto:Vakhitkhan_Ismailov@seismos.uz)

В настоящее время нет возможности предсказать точное время землетрясения, хотя научные исследования в этой области ведутся. Но место и силу землетрясения можно предсказать заранее. Поэтому оценка сейсмической опасности и их воздействия на здания и сооружения, а также сейсмическое районирование региональных территории и локальных участков, прогнозирование последствий сильных землетрясения являются актуальными проблемами сейсмологии, в.ч. и инженерной сейсмологии. Проживая в сейсмически активных районах, необходимо понимать, что будущие сильные землетрясения неминуемы и поскольку человечество не может их предотвратить, это означает, что сейсмический риск неизбежен.

Известно, что более 78% территории нашей республики составляют сейсмоактивные зоны. В этих районах происходят землетрясения силой 7 и выше баллов. Сильнейшими землетрясениями, произошедшими в Узбекистане и его окрестностях за последние сто лет, являются: Андижанское (1902 г.), Чаткальское (1946 г.), Бричмуллинское (1959 г.), Ташкентское (1966 г.), Газлинские (1976, 1984 гг.), Исфара-Боткентское и Таваксайское (1977 г.), Назарбекское (1980 г.), Папское (1984 г.), Канское (2011 г.), Маржанбулакское (2013 г.), а также недавние сильные землетрясения Бакмалское (2017 г.) и Байсунское-3 (Чиланзор) (2022 г.). Оценка последствий этих сильных землетрясения и фундаментальные и практические выводы основываются на многолетних исследованиях, проведенных в Институте сейсмологии Академии наук Республики Узбекистан.

Каждое землетрясение характеризуется своим особенностями проявления и нанесенным ущербом. Степень ущерба зависит не только от энергии, выделяющейся в очаге землетрясений, то есть от магнитуды землетрясения, глубины очага и удаленности от населенных пунктов, среды распространения волн, но и от инженерно-геологических условий изучаемой территории. Это, в свою очередь, свидетельствует о том, что грунтовые условия имеют важное значение при оценке сейсмической опасности на строительной площадке. Исходя из этого создано и развивается одно из основных направления сейсмологии “инженерная сейсмология”, то есть оценка сейсмической опасности и воздействия с учетом локальных грунтовых условий.

Инженерная сейсмология — раздел сейсмологии, занимающийся разработкой и представлением сейсмологических данных, необходимых для обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений.

Основной задачей инженерной сейсмологии являются выявление зон повышенной сейсмической опасности, прогнозирование параметров сейсмического воздействия на здания и сооружения при сильных землетрясениях, создание карт сейсмического микрорайонирования с учетом вероятности возникновения сильных землетрясения и грунтовых условий, оценка макросейсмического эффекта на поверхности земли и изменение параметров сейсмического воздействия на разных инженерно-геологических условиях и др. Одно из современных направлений инженерной сейсмологии является оценка сейсмического риска различных территориальных уровнях: от строительной площадки объекта до региональных территории.

Впервые в 1935 году в издательстве «Экономическая жизнь» вышла в свет книга японского ученого, профессора Киоджи Сюэхиро «Инженерная сейсмология». В предисловии к русскому переводу профессор В.О. Цшохер и инженер В.А. Быховский писали: «Появление книги в русском переводе должно рассматриваться как явление чрезвычайной важности в области изучения сейсмических сил и можно только пожалеть, что она не выпущена раньше».

С.В. Медведевым в 1962 г. была опубликована научная работа под названием «Инженерная сейсмология». Эта монография предназначена для сейсмологов, геофизиков, инженер-геологов и специалистов по проектированию инженерных сооружений и посвящена методам определения сейсмической опасности с учетом грунтовых условий и применение результатов инженерно-сейсмологических исследований при проектировании и строительстве инженерных сооружений. Ценность данной книги определял представленные новые научные подходы и методы к решению проблемы оценки сейсмической интенсивности на территории городов, а также в пределах строительной площадки.

Инженерная сейсмология — очень молодая наука по сравнению с другими геологическими науками. Если сейсмология – это наука о причинах, характере и последствиях землетрясений, то инженерная сейсмология – одно из ее направлений, изучающая сейсмическое воздействие на здания и сооружения с учетом грунтовых условий строительной площадки. Методы инженерной сейсмологии - сейсмическое микрорайонирование, неразрушающий сейсмометрический контроль за зданиями и сооружениями - позволяют в значительной мере уменьшить приносимый землетрясениями ущерб и снизить сейсмический риск.

Первая научная работа в области инженерной сейсмологии в Узбекистане, в частности посвящённая сейсмического микрорайонирования территории г.Ташкента проводилась в 1962 году В.И. Уломовым и В.М. Мирзаевым.

Со дня образования Института сейсмологии достигнуты следующие научные, методические и практические результаты в области инженерной сейсмологии:

- создана инженерно-сейсмогеологическая основа детального сейсмического районирования и руководство по детальному сейсмическому районирования;

- усовершенствована методика и разработано руководство по сейсмическому микрорайонированию территории городов с учетом влияний особенностей регионально-геологических, структурно-тектонических и инженерно-геологических факторов на сейсмическую интенсивность;

- детально изучены последствия разрушительных Ташкентского 1966г, Назарбекского 1980г, Газлийских 1976-1984 гг., Папского 1984г, Кайраккумского 1985 г.(Республика Таджикистан), Канского (2011 г.), Маржанбулакского (2013 г.), а также сильные землетрясения Бакмалского (2017 г.) и Байсунского-3 (Чиланзор) (2022 г.) и других сильных землетрясений, результаты которых легли в основу разработку республиканской макросейсмической шкалы РТС Уз 836-97 и UMS-22.

- установлены зависимости сейсмических свойств дисперсных грунтов от их водных и физико-механических свойств. На основе полученных результатов разработана усовершенствованная классификация грунтов по сейсмическим свойствам, которая включена нормативный документ КМК 2.01.03-19.

- разработана методика количественная оценка сейсмических воздействий на строительных площадках, основанные на учете особенностей сейсмического излучения, как произошедших, так и сценарных землетрясений, геологической среды распространения сейсмических колебаний, а также более детальном учете геометрических размеров очагов, их расположения и ориентацией по отношению к расчетной точке.

- на основе комплексных инженерно-геологических и сейсмологических исследований на строительных котлованах установлены количественные параметры сейсмических колебаний, вызывающих сейсмопросадочные процессы в лессовых толщах.

- инструментально выявлены особенности изменения сейсмических колебаний грунтовых массивов с глубиной в подземных выработках. Установлены снижение амплитуды и смещение с глубиной высокочастотных характеристик колебаний на низкочастотные.

- изучены и количественно оценены влияния техногенных изменений грунтовых условий на параметры сейсмических колебаний, которые обусловлены изменениями амплитудно-частотных характеристик колебаний грунта до и после техногенных воздействий.

- проведены комплексные инженерно-сейсмологические исследования территории расположения исторических памятников, таких как город -заповедник Ичан Кала (Хива), площадей Регистан (Самарканд), Арк (Бухара), Части Имам (Ташкент) и других исторических памятников, даны практические рекомендации по сохранению и укреплению их оснований.

- в рамках международного проекта "RADIUS" (Международное десятилетие по уменьшению опасности стихийных бедствий - 1990-2000 гг.), проведенного под эгидой ООН, разработана инженерно-сейсмологическая основа прогноза сейсмического эффекта от сценарного землетрясения на территории крупного города.

- усовершенствован типологическое районирование территорий по изменению сейсмического эффекта на поверхности, разработаны программные комплексы .

- разработана инженерно-сейсмологические основы оценки сейсмического риска на различных территориальных уровнях (административного региона, городской застройки и строительной площадки) на основе выявленных региональных и локальных закономерностей изменения интенсивности сейсмических воздействия и оценке сейсмической уязвимости различных конструктивных типов зданий и застройки.

- для оперативной оценки последствий сильных землетрясений разработана программа "SeismicRiskAssessment\_1» и "SeismicRiskAssessment\_2», а также усовершенствованная программа "SeismicRiskAssessment\_2", которые опробированы при оценке сейсмического риска городов. Джизак, Самарканд, Ташкент и др. .

Весомый вклад в научно-практические достижения инженерной сейсмологии в республике внесли следующие сотрудники института: Г.А.Мавлянов, В.И.Уломов, В.М.Мирзаев, С.М.Касымов, Т.У.Артыков, Б.М.Мардонов, Ю.К.Чернов, А.М.Худайбергенов, М.Ш.Шерматов, Т.С.Валиев, С.А.Абдурахманов, М.А.Туйчиева, Н.М.Джураев, А.Джураев, М.С.Закиров, Р.А.Тиллябаев, Г.Х.Умарова, К.Ш.Нурмухамедов, М.У.Менглибаев, В.А.Исмаилов, Д.Б.Зайнутдинова, С.А.Тягунов, Р.С.Ибрагимов, В.Ю.Соколов, Р.Ш.Инагамов, М.Н.Кенесарин, Х.Л.Рахматуллаев, Н.Г.Мавлянова, А.Х.Ибрагимов, Р.Т.Юнусходжиев, Ш.И.Ёдгоров и другие [3].

Изначально, С.В.Медведев, В.В.Попов, В.Шебалин, В.П.Солоненко и др. в основу инженерной сейсмологии положили макросейсмические принципы, то есть уровень сильных землетрясений, наблюдаемых в эпицентральной зоне, заключается в оценке сейсмического эффекта. Поэтому на протяжении многих лет устоялась методика оценки сейсмичности территории с помощью макросейсмического балла. На картах сейсмического районирования всех уровней (общее и детальное сейсмическое районирование, а также сейсмическое микрорайонирование) за эталон оценки уровня сейсмичности принята сейсмическая шкала MSK-64. В результате Н.В.Шебалин ввел формулу для определения напряженности макросейсмического поля путем связи параметров очага землетрясения - магнитуды, глубины и эпицентрального расстояния с макросейсмическим баллом [1].

В дальнейшем для определения сейсмической опасности территории в зависимости от грунтовых условий было введено понятие сейсмической интенсивности, а в качестве значения было определено изменение скорости прохождения волны в грунтах, которая в зависимости от ее свойств оценивается +1, 0 -1 балла. На основе этого подхода была обеспечена сейсмостойкость всех зданий и сооружений и в настоящее время эта концепция внедрена в нормативных документах, например КМК 2.01.03-19 [3].



В передовых индустриальных странах с развитой наукой и технологией, например, США, Японии, Италии, Мексико, Турция и др., метод определения сейсмического уровня местности поднялся до новых качественных показателей. В данном случае это не только оценка макросейсмическим баллом, но и показателей сейсмических колебаний, таких как пиковое ускорение, спектры амплитуд колебаний, спектров реакции грунтов и акселерограммы реальных землетрясений или синтетических [2].

При оценке степени возможного повреждения сооружений при сейсмических воздействиях целесообразно использовать такой интегральный показатель как уязвимость сооружения, которой учитывает совокупность факторов (тип сооружения, уровень антисейсмических мероприятий, сложность конфигурации, степень структурной неоднородности, состояние сооружения, соотношение параметров системы «грунт-сооружение» и др.) влияющих на сейсмический эффект.

Необходимо отметить, что современные методы прогноза интенсивности сейсмического воздействия остаются традиционными, основанными на чрезвычайно сильных упрощениях. В связи с этим исключительно важное значение при оценке сейсмических воздействиях имеют исследования механизма очага землетрясений, сейсмических волн в различных геологических средах с учетом нелинейности верхних толщ, выбор сценарного землетрясения на основе детерминистического подхода, предоставление проектировщикам данные о расчетной сейсмичности строительных площадок в инженерных параметрах (спектр амплитуды, спектр реакции, пиковое ускорения, длительность, и частотный состав колебания и др.).

Актуальной проблемой инженерной сейсмологии также являются исследования динамических поведений слабых грунтовых толщ при сильных землетрясениях, с целью повышения их устойчивости в основаниях зданий, разработка способов сейсмоизоляции грунтовых толщ, на основе создание упругих грунтовых материалов.

Другим актуальным направлением науки инженерной сейсмологии является оценка сейсмического риска местности, т. е. потерь, которые могут возникнуть на определенной территории при сильных землетрясениях с высокой вероятностью, опережающей экономические значения.

#### **Список литературы:**

1. Алешин А.С. Сейсмическое микрорайонирование особо ответственных объектов. - М.: Светоч Плюс, 2010. - 304 с.
2. Алешин А.С. Континуальная теория сейсмического микрорайонирования. - М.: Научный мир, 2017. -302 с.
3. Исмаилов В.А. Основы инженерной сейсмологии. Т.: Изд. «UMID DESIGN». 2022.- 332с.

## **СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА**

**Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А., Ашуров С.Х.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [ibrroma@yandex.ru](mailto:ibrroma@yandex.ru)

**Актуальность.** На территории Центрального и Южного Узбекистана, включающего Сырдарьинскую, Самаркандскую, Джизакскую, Сурхандарьинскую и Кашкадарьинскую области проживает свыше 12 миллионов человек. Здесь размещены ключевые объекты промышленного и сельскохозяйственного назначения, энергетической инфраструктуры, ведётся интенсивное освоение природных ресурсов. Огромную значимость имеют

архитектурные памятники, расположенные на данной территории, составляющие культурное наследие страны.

За период инструментальных и исторических наблюдений на территории Центрального и Южного Узбекистана произошло значительное число разрушительных землетрясений, среди которых можно отметить Уратюбинские (1897 г.), Каратагские (1907 г.), Байсунские (1935, 1968, 2022 гг.), Камашинские (1999, 2000, 2001 гг.), а также Марджанбулакское землетрясение (2013 г.). Ряд сейсмических событий имел магнитуду  $M \geq 7.0$  и интенсивность сотрясений в эпицентре  $I_0 \geq 9$  баллов по шкале MSK-64. Кроме того, существенное влияние на сейсмическую обстановку региона оказывают землетрясения, эпицентры которых расположены в сопредельных государствах — Афганистане, Туркменистане, Казахстане и Таджикистане. В связи с этим необходимость проведения комплексной оценки сейсмической опасности и уточнённого районирования становится всё более актуальной задачей для обеспечения сейсмической безопасности рассматриваемой территории.

**Целью** настоящей работы является получение детальных оценок сейсмической опасности Центрального и Южного Узбекистана с использованием современных вероятностных методов, предусматривающих учёт алеаторной и эпистемической неопределённости в параметрах сейсмического режима источников и сейсмических воздействий.

**Методы исследования.** Использован подход вероятностного анализа сейсмической опасности (ВАСО) [1, 2], который позволяет оценить вероятность превышения заданных уровней сейсмического воздействия в конкретной точке территории за установленный расчётный интервал времени. Данный метод базируется на построении двух взаимосвязанных моделей: модели сейсмических источников, характеризующих геодинамическую обстановку региона, и модели сейсмического эффекта, описывающей ожидаемое сейсмическое воздействие в расчётной точке от потенциальных сейсмических событий.

При построении **модели сейсмических источников** были учтены три типа источников:

- **активные разломы** как локализованные линейные структуры с установленной кинематикой;
- **сейсмогенные зоны**, представляющие буферные области вокруг разломов, где наблюдается сконцентрированная сейсмичность;
- **площадные источники**, моделирующие фоновые землетрясения в пределах квазиоднородных сейсмологических провинций.

Такой подход позволяет учитывать, как рассеянную сейсмическую активность в пределах блоков и микроплит, так и очаги наиболее сильных землетрясений, приуроченных к линейным геологическим структурам. Параметризация сейсмических источников включала определение их пространственных границ, глубинного распределения, расчёт сейсмического потенциала, характеристик повторяемости событий разной магнитуды, а также доминирующих механизмов очаговых подвижек.

Для прогнозирования уровней сейсмических воздействий в расчётных точках применялись уравнения затухания (Ground Motion Prediction Equations, GMPE) [3, 4], отражающие зависимость параметров сейсмического колебания (пикового ускорения PGA и их спектральных амплитуд SA) от магнитуды землетрясения, расстояния до очага, условий локального грунта и характеристик механизма землетрясения. Выбор конкретных уравнений проводился с учётом региональной адаптации, совместимости с параметрами сейсмических источников и наличием калибровочных данных.

Для учёта эпистемической неопределённости в выборе модели сейсмического отклика применялся метод логарифмического взвешивания нескольких GMPE, каждая из которых имеет определённую априорную вероятность. Такое решение позволяет отразить

возможные вариации в предсказании интенсивности колебаний, обусловленные различиями в калибровочных выборках и подходах к построению уравнений затухания.

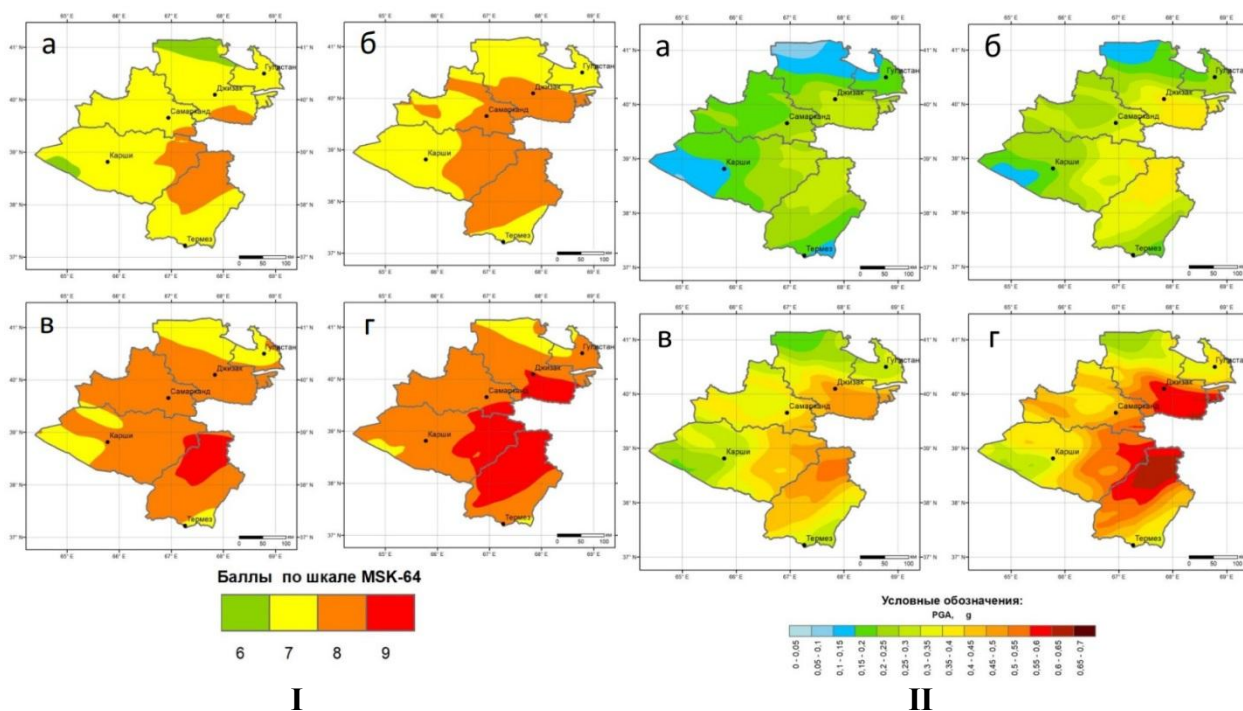
Согласно исследованиям, проведенным нами ранее [5, 6], преобладающим кинематическим типом подвижки в очагах землетрясений исследуемой территории является взброс.

Расчеты сейсмической опасности проводились с использованием программного комплекса CRISIS [7]. Шаг сетки, по которой производился расчет, составлял  $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ .

Учет эпистемических неопределенностей в выборе сейсмических источников проводился путем построения логического дерева. При этом каждой из рассмотренных моделей были приданы следующие веса ( $w$ ):

- модель площадных источников –  $w=1/3$ ;
- модель сейсмогенных зон -  $w=1/3$ ;

**Результаты.** Результатом проведенного вероятностного анализа стал комплект карт детального сейсмического районирования Центрального и Южного Узбекистана, в которых для различных вероятностей ( $P=0.90, 0.95, 0.98$  и  $0.99$ ) не превышения уровня сейсмических воздействий в течение 50 лет сейсмическая опасность выражается в баллах макросейсмической шкалы и в значениях максимальных ускорений колебаний грунта (PGA, g) (рис. 1).



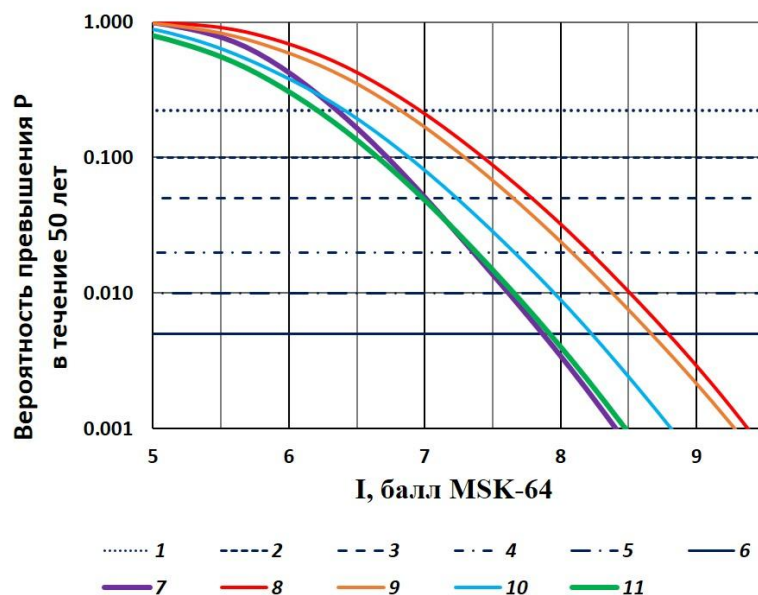
**Рис.1. Карты-схемы детального сейсмического районирования территории Центрального и Южного Узбекистана для различных вероятностей не превышения уровня сейсмических воздействий в течение 50 лет**

I – в баллах макросейсмической шкалы MSK-64;

II – в значениях максимальных ускорений колебаний грунта (PGA, g).

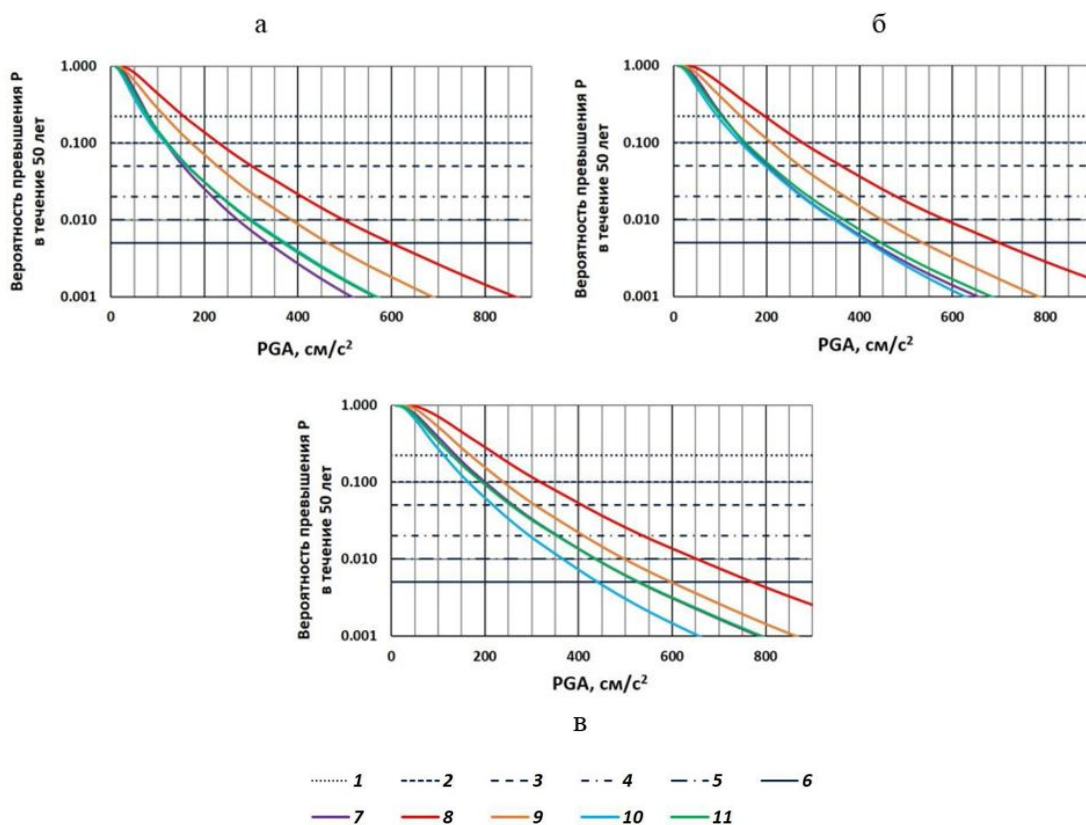
(а) –  $P=0.90$ ; (б) –  $P=0.95$ ; (в) –  $P=0.98$ ; (г) –  $P=0.99$

Карты сейсмической опасности в шкале макросейсмической интенсивности построены для средних грунтовых условий исследуемого региона, а карты значений PGA были рассчитаны для различных значений параметра  $V_{s30}$ , характеризующего скорость распространения поперечных волн в верхней 30-ти метровой толщ. Эти значения  $V_{s30}$  подбирались как средние для каждой из трех грунтовых категорий, закрепленных в строительных нормах Узбекистана.



**Рис.2. Кривые сейсмической опасности в показателях макросейсмической интенсивности для городов в Центральном и Южном Узбекистане:**

1-6 периоды повторения сотрясений, отвечающие различным вероятностям превышения уровня сейсмических воздействий в течение 50 лет: 1 – 200 лет; 2 – 475 лет; 3 – 975 лет; 4 – 2475 лет; 5 – 4975 лет; 6 – 10000 лет; 7-11 кривые опасности: 7 - Гулистан; 8 - Джизак; 9 - Самарканд; 10 - Карши; 11 - Термез



**Рис. 3. Кривые опасности городов Центрального и Южного Узбекистана в значениях величин максимальных ускорений колебаний грунта на грунтах различных категорий по сейсмическим свойствам**

(Условные обозначение см. рис. 2). Категории грунта: (а) – I; (б) – II; (в) – III

Для административных центров исследуемого региона — городов Гулистан, Джизак, Самарканд, Карши и Термез построены кривые сейсмической опасности в терминах макросейсмической интенсивности (рис. 2) и пикового ускорения (рис. 3).

**Заключение.** Для территории Центрального и Южного Узбекистана разработан комплекс вероятностных карт детального сейсмического районирования, в которых для различных вероятностей  $P$  ( $P = 0.90, 0.95, 0.98$  и  $0.99$ ) не превышения уровня сейсмических воздействий в течение 50 лет сейсмическая опасность выражается в баллах макросейсмической шкалы и в значениях максимальных ускорений колебаний грунта ( $PGA, g$ ). Для ряда крупных городов исследуемого региона построены кривые сейсмической опасности в терминах макросейсмической интенсивности и пикового ускорения.

#### **Список литературы:**

1. Cornell C.A. Engineering seismic risk analysis // Bulletin of the Seismological Society of America. 1968. V. 58. PP. 1583-1606.
2. McGuire, R. K. Seismic Hazard and Risk Analysis. - EERI Publications: Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California, 2004. 240 p.
3. GMPE <https://docs.gempa.de/sigma/current/base/sigma-gmpes.html> (Accessed may 1, 2024).
4. GMPE <http://www.gmpe.org.uk/> (Accessed may 1, 2024).
5. Ibragimova T.L., Ibragimov R.S., Mirzaev M.A., Rebetsky Yu.L. The current stress of Earth's crust in the territory of Uzbekistan according to focal earthquake mechanisms // Geodynamics & Tectonophysics. 2021. 12 (3), 435–454. doi:10.5800/GT-2021-12-3-0532.
6. Rebetsky, Yu.L., Ibragimova, T.L., Ibragimov, R.S., Mirzaev M.A. Stress State of Uzbekistan's Seismically Active Areas // Seismic Instruments. 2020. V. 56. P. 679–700, <https://doi.org/10.3103/S0747923920060079>.
7. Ordaz M., Aguilar A., Arboleda J. CRISIS2007. Program for Computing Seismic Hazard. Institute of Engineering UNAM, Mexico, 2007. URL: [www.iingen.unam.mx](http://www.iingen.unam.mx) [Access date: March 2025].

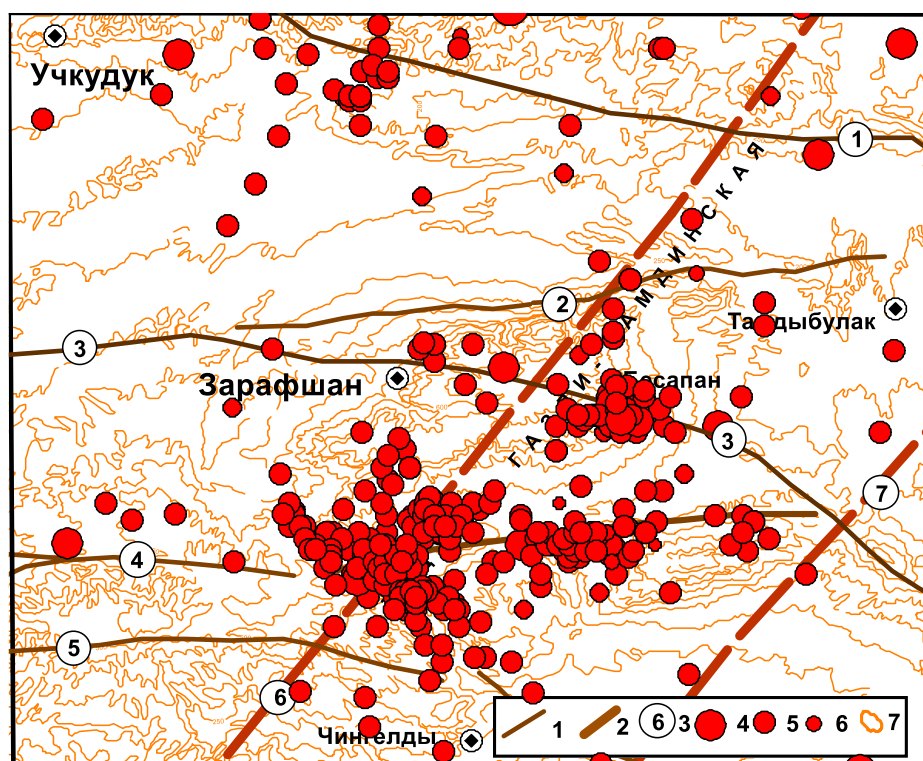
## **СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКАЯ И СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗИЛКУМОВ**

**Нурматов У.А., Садыков Ю. М., Юсупджанова У. А.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент  
e-mail: [ulfat.nurmatov@mail.ru](mailto:ulfat.nurmatov@mail.ru)

В сейсмическом отношении территория Западного Узбекистана относится к числу умеренной сейсмичности. Хотя в последние годы в ее пределах возник ряд сильных землетрясений таких как: Газлийские 1976 и 1984 г. с  $M \geq 7.0$ , Маржанбулакское 2013 г. с  $M=6.4$ , тем не менее по количеству землетрясений средних магнитуд территория намного уступала Восточному Узбекистану. Однако в последние годы (начиная с 2000 г.) в пределах территории наблюдается заметное увеличение количество слабых и умеренных землетрясений. На первый взгляд кажется, что это рост может быть связано увеличением представительности слабых землетрясений, которое связано с открытием ряда новых сейсмических станций и привлечением новых методов обработки результатов мониторинга. Тем не менее продолжение процесса увеличения количество землетрясений и в последние годы, в течение которых значимых изменений в системе регистрации и обработки не происходило, свидетельствует о том, что на самом деле повышается уровень сейсмичности Западного Узбекистана. Особенно это увеличение ярко проявляется в пределах Центральных Кызылкумов и прилегающих территориях.

В геолого-тектоническом отношении территория Центрального Кызылкума характеризуется наличием группы поднятий и прогибов, которые в ряде случаев разделены разломами земной коры. Самым крупным из них является Тамдытауское поднятие состоящее из двух антиклинальных складок северной и южной. Общая вытянутость поднятия с юго-запада на северо-восток. На севере поднятие оборвано Северо-Тамдынским сбросом. В восточной части выделяются две переклинали между которыми прослеживаются Бесапанский разлом. Тамдынское поднятие является узловым участком Центрально-Кызылкумской группы. На этом участке наблюдается сочленение северо-восточного, северо-западного и широтного структурных направлений. Широтное и северо-западное направления унаследованы от нижележащих палеозойских структур. Северо-восточные «анти Тяньшаньские» направления обусловлены новейшими тектоническими движениями. В сейсмическом отношении наиболее активными разрывными нарушениями, являющиеся вероятными источниками землетрясений северо-западной части Узбекистана являются следующие разломы и флексурно-разрывные нарушения (рис.1).



**Рис.1. Активные разломы и эпицентры землетрясений возникшие за период 2003-2023 гг. [Фонды ИС АН РУз и РЦСМ МЧС РУз].**

1-разломы земной коры: по [Ибрагимов и др., 2002]); 2-поперечные ФРЗ выделенные геофизическими методами [Бабаджанов и др., 2013]: (6-Тежден-Газли-Тамдытауская ФРЗ; промежуточная между Тежден-Газли-Тамдытауской и Мары-Бухара-Бетпақдалинской ФРЗ); 3-номер разлома (1-Букантауский; 2-Северо-Тамдынский; 3-Бесапанский; 4-Северо-Ауминзатау-Аристантауский; 5-Южно-Ауминзатау-Актауский); Эпицентры землетрясений с: 4- $M \leq 4.0$ ; 5-  $M \leq 3.0$ ; 6- $M \leq 2.0$ ; 7-изолинии современного рельефа.

**Система Букантауского разлома (1).** Разлом в субширотном направлении пересекает горы Букантау и Тубаберген, далее плавно изгибаясь в северо-западном направлении, продолжается до Султануиздага, где сливается в единый пучок с остальными системами разломов региона. На востоке разлом проходит по южной окраине положительных морфоструктур Джетимтау и Токтыниктау, далее приобретая северо-

западную ориентировку, появляется на дневной поверхности в районе Дарвазтау. Юго-восточнее он сливается с Бесапано-Северо-Нуратинским разломом.

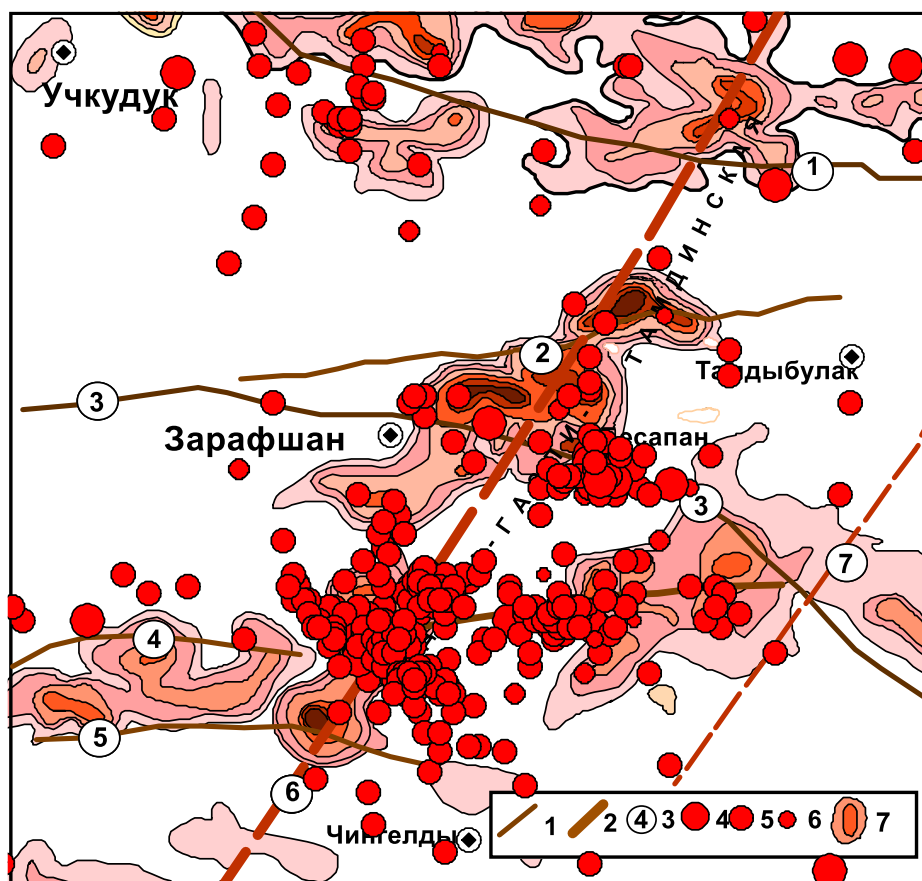
В закрытой части территории разлом хорошо выражен в геофизических полях. В магнитном поле разлом характеризуется зоной сочленения двух резко различных участков поля. В гравитационном поле фиксируется зоной высокого горизонтального градиента (до 35 Е), а также границей, вдоль которой происходит резкая смена характера поля и знака аномалий [Ахмеджанов и др., 1967]. В пределах Букантау палеозойский фундамент зоной разлома разбит на три блока: северный, центральный и южный. Центральный блок подвергался наиболее значительному дроблению. Северный блок взброшен относительно южного на 100 м. На этом участке ширина зоны разлома достигает до 4 км. К востоку (горы Джетымтау) падение смесителя меняется с северного на южное. Время заложения разлома ранний палеозой. Активно развивался в геосинклинальной стадии развития региона, являясь границей двух различных структурно-фациальных подзон [Пятков и др., 1967]. В течении мезозоя и палеогена зона разлома не проявилась.

**Северо-Тамдинский разлом (2).** Имеет северо-восточное простирание. На юго-западе сливается с системой Бесапано-Южно-Ферганского разлома. Ее северо-восточное продолжение прослеживается далеко за пределы описываемой территории. На дневной поверхности наблюдается лишь небольшой отрезок системы, именуемый Актауским разломом [Пятков и др., 1967]. Остальная часть системы фиксируется на геофизических материалах. К северо-востоку от складки Актау (Тамдытауское поднятие) происходит сочленение и Х-образное пересечение Букантауской и Северо-Тамдынской системы разломов. К узлу их пересечения приурочиваются многочисленные эпицентры землетрясений с  $K \leq 12$ .

**Бесапанский разлом (3)** (прослеживается южнее пос.Тамдыбулак, севернее Мурунтауской складки и поворачивая на юго-восток через Сангрунтау, переходит в Северо-Нуратинский разлом. Южнее антиклинального поднятия Тамдытау он имеет широтную ориентировку. На закрытой части территории (Эргашкудукский прогиб) разлом можно проследить по цепочке небольших возвышенностей рельефа. В магнитном поле ему соответствует сгущение изодинам. В гравитационном поле зона характеризуется высокими горизонтальными градиентами [Ахмеджанов и др., 1967]. По данным ГСЗ, разлом фиксируется по поверхности Конрада и Мохо [Зуннунов и др., 1974]. Возник в раннем палеозое и активно развивался в течение всего геосинклинального цикла. Дальнейшая активизация наступила в позднем плиоцене. Современная активность зоны разлома подтверждается землетрясениями до 12-го энергетического класса и процессом современного трещинообразования в г.Зарафшан.

**Система Южно-Ауминзатау- Актауского разлома (5).** Протягивается в северо-западном направлении по южному склону Ауминзатауской горст-антиклинали. Он является тектонической границей между Ауминзатауской горст-антиклинали и Окузкакской грабень-синклинали. Западнее она сочленяется с Кульджуктауским разломом, а юго-восточнее проходит, ограничивая с северо-востока Южно-Нуратинскую грабен - антиклинали, и в этой части его называют Актауским разломом. Далее к востоку совместно с системой Северо-Кульджуктау-Каратауского разлома образует единую систему Туркестанского разлома. Разлом в закрытой части территории, в районе Каракатинской впадины под мезозойско-кайнозойских образований, четко прослеживается по геофизическим материалам. В магнитном поле на всем протяжении ему соответствует зоны повышенного горизонтального градиента и вытянутые положительные аномалии, а в гравитационном поле характеризуется серией вытянутых по разлому полос горизонтального градиента [Ахмеджанов и др., 1967]. Заложение разлома среднепалеозойское и активно развивался в течение позднего палеозоя [Якубов и др., 1976]. В дальнейшем разлом активизировался в позднем плиоцене и четвертичное время. Смеситель разлома падает на север под углом  $60-70^{\circ}$ . Амплитуда новейших тектонических перемещений в центральной части разлома достигает до 300 м, постепенно уменьшаясь к флангам доходя до 30 м [Зияудинов, Садыков, 1987].

Кроме разломов широтного и северо-западного простирания наличие разрывных нарушений юго-запад-северо-восточного простирания в пределах Западного Узбекистана отмечается в работах М.А.Ахмеджанова с соавторами [Ахмеджанов и др., 1967]. По оценкам авторов разломы северо-восточного простирания выявлены на восточной части Западного Узбекистана и заложены в альпийском периоде и являются относительно молодыми. В пределах Западного Узбекистана поперечные флексурно-разрывные зоны более высокого порядка выявлены Т.Л.Бабаджановым и О.П.Мордвинцевым [2013]. Эти зоны разлома огромной протяженности выявлены геофизическими методами и имеют древнее заложение. Осевые линии некоторых из этих структур приведены на рис.2. **Теджен-Газли-Бетпақдалинская флексурно-разрывная зона (6)** является одним из этих зон разломов, которая расположена на расстоянии 17-20 км от г.Зарафшан. Эта поперечная зона в будущем может играть значимую роль в процессе формирования очагов землетрясений в зонах разломов северо-западного простирания. С целью оценки параметров разломной зоны, их пространственного положения и современной активности было изучено особенности распределения мегатрещин изучаемой территории и проявления сейсмичности. Для этого было изучено особенности распределения плотности мегатрещин (мельких разрывов в зоне динамического влияния крупных разломов) в зонах крупных разломов территории. Для этого было подсчитано количество мегатрещин пределах элементарных площадках размером 15x15 км. Далее был проведен сопоставительный анализ плотности мегатрещин и пространственного положения зон разломов изучаемой территории. Полученные результаты приведены на рис.2.



**Рис.2.** Карта плотности мегатрещин, схема разломов и эпицентры землетрясений происшедшие за последний 20-летний период [Фонды ИС АН РУз и РЦСМ МЧС РУз].

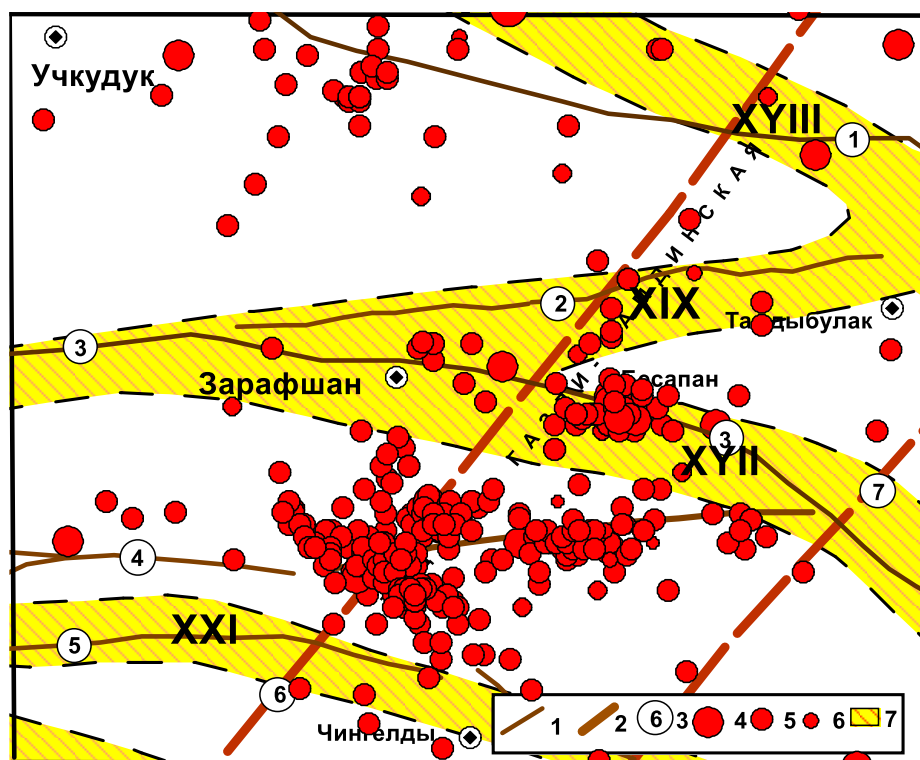
1-2 – разломы земной коры; 3-номер разлома (см.рис.1); Эпицентры землетрясений с: 4- $M \leq 4.0$ ; 5-  $M \leq 3.0$ ; 6- $M \leq 2.0$ ; 7-изолинии плотности мегатрещин.



Как видно из рисунка зоны высоких плотностей мегатрещин, как по ширине, так и по направлению, хорошо отбивает основные разломные зоны территории. Явно прослеживается тенденция направленности плотности мегатрещин по линии Теджен-Газли-Бетпакалинская флексурно-разрывной зоны. Это свидетельствует о том, что поперечные зоны ФРЗ играют определенную роль в современной геодинамической активности структур земной коры изучаемой территории.

**Сейсмогенные зоны и особенности проявления сейсмичности.** Следует отметить, что в пределах изучаемой, как с исторических времен, так и в современном этапе возникновения сильных ( $M \geq 5.0$ ) землетрясений не отмечены. За последний 20-летний период отмечены возникновение многочисленных землетрясений слабой и умеренной силы ( $M \leq 4.0$ ). Как видно из рис.2 не все выделенные разломы отличается высокой плотностью эпицентров землетрясений. Обращает внимание, высокая плотность эпицентров слабых землетрясений зоны Северо-Ауминзатау-Аристантауского разлома.

В существующей карте сейсмогенных зон изучаемой территории зона этого разлома не было выделено как сейсмогенная (рис.3) [Ибрагимов и др., 2002]. Необходимо отметить, по определению сейсмогенная зона-это разлом или система разрывов земной коры, которая на определенной стадии тектонической активизации региона эпизодически генерирует сильные землетрясения вследствие резких движений по ним активных геологических структур (блоков) [Губин, 1960, 1986, Ибрагимов, 1978, Ибрагимова и др., 2002]. Поскольку за сильным землетрясением принято считать землетрясения с  $M \geq 5.0$  то минимальный сейсмический потенциал сейсмогенных зон не превышает эту величину. При этом, слабые землетрясения могут возникать везде [Ибрагимов, 1978]. На основе анализа сеймотектонических особенностей изучаемой территории в ее пределах выявлен ряд сейсмогенных зон способных генерировать землетрясения с максимальной силой  $M \leq 5.9$ .



**Рис.3. Сейсмогенные зоны изучаемой территории и эпицентры землетрясений.**

1-2-разломы земной коры; 3-номер разлома; эпицентры землетрясений с: 4- $M \leq 4.0$ ; 5-  $M \leq 3.0$ ; 6- $M \leq 2.0$ ; 7-сейсмогенные зоны, в пределах которых могут возникнуть землетрясения с  $M \leq 5.9$  (XVII – Бесапано-Северо-Нуратинская; XVIII-Букантауская; XIX-Северо-Тамдинская; XXI-Южно-Ауминзатау-Актауская).

До настоящего времени эти части сейсмогенных зон изучаемой территории еще проявили себя возникновением сильных землетрясений. Зоны были выделены, в основном, на основе геологических критериев сейсмичности. Если учесть тот факт, что территория Западного Узбекистана постепенно вовлекается к современную тектоническую активизацию, то можно предположить, что приведенные сейсмогенные зоны изучаемой территории могут активизироваться в будущем. Необходимо отметить, что интенсивная активизация слабой сейсмичности в зоне Северо-Ауминзатау-Аристантауского разлома проявляется начиная с 2020 года и постепенно увеличивается. Природа такой активизации пока не установлена. Кажется, что с одной стороны это может быть связано с техногенными процессами связанные с разработкой золоторудного месторождения Мурунтау. Однако, в последнее время наблюдается значимое усиление слабой сейсмичности в очаговой зоне Газлийских землетрясений 1976 и 1984 с  $M > 7.0$ , которая приурочено к юго-западной части Теджен-Газли-Тамдытауской ФРЗ. Это свидетельствует о том, что зоны поперечных тектонических структур в пределах Западного Узбекистана стало более активно участвовать современных геодинамических процессах, что привело к активизации межразломных пространств, вовлекая зоны второстепенных разломов в процесс современной активизации. Наблюдается некоторое расхождение между пространственным положением Букантауской сейсмогенной зоны и Букантауским разломом (рис.1). Пространственное распределение эпицентров землетрясений, положения зон повышенной плотности мегатрецин свидетельствует о том, что необходимо уточнить положения сейсмогенной зоны.

**Закключение.** Таким образом из приведенных результатов можно заключить, что в последние годы уровень сейсмичности Западного Узбекистана начало повышаться. Это повышение проявляется увеличением количества землетрясений умеренных и средних магнитуд ( $1.5 < M \leq 4.0$ ). Большая часть происшедших землетрясений приурочены к зонам второстепенных разломов расположенных в межсейсмогенном пространстве. Пространственное распределение эпицентров землетрясений свидетельствует о том, что в пределах Западного Узбекистана поперечные разломы стали более активно участвовать современных геодинамических процессах, что привело к активизации межразломных пространств, вовлекая зоны второстепенных разломов в процесс современной активизации.

#### **Список литературы:**

1. Ахмеджанов М.А., Борисов О. М., Фузайлов И.А. Строение и состав палеозойского фундамента Узбекистана. Т.1 (Зап. Узбекистан). Ташкент, Изд-во ФАН УзССР, 1967.
2. Ахмеджанов М.А., Борисов О.М., Фузайлов И.А. Строение и состав палеозойского фундамента Узбекистана. Ташкент: Фан, 1967, 162 с.
3. Бабаджанов Т.Л., Мордвинцев О.П. Особенности строения земной коры Узбекистана по геофизическим данным. Вестник НУУЗ, Ташкент, 2013, С.18-25.
4. Губин И.Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. М. Изд-во АН СССР, 1960.
5. Зуннунов Ф.Х., Ахмеджанов М.А., Борисов О.М. и др. Геолого-геофизическая модель земной коры Западного Узбекистана. – Геотектоника, 1974, №1. с.59-68.
6. Зияудинов Ф.Ф., Садыков Ю.М. Количественная оценка сейсмической опасности Западного Узбекистана по геологическим и геофизическим данным. Ташкент, Фан, 1987. 152 с.
7. Ибрагимов Р.Н. Сейсмогенные зоны Среднего Тянь-Шаня. Ташкент, ФАН, 1978. 144 с.
8. Ибрагимов Р.Н., Нурматов У.А., Хусанбаев Д.Ж. Сейсмическое районирование Узбекистана (гл.1,5,6) // Сейсмическое районирование и прогноз землетрясений в Узбекистане. Ташкент, Гидроингео, 2002. 132 с.
9. Пятков К.К. и др. Геологическое строение Центральных Кызылкумов. Ташкент, Фан, 1967. 178 с.
10. Якубов Д.Х., Ахмеджанов А.М., Борисов О.М. Региональные разломы Среднего и Южного Тянь-Шаня. Ташкент, Фан, 1976, 146 с.

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ДЕТАЛЬНОГО КАРТИРОВАНИЯ АКТИВНЫХ («ЖИВЫХ») РАЗЛОМОВ (1:200 000) КАК СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СЕЙСМООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ**

**Умурзаков Р.А.<sup>1</sup>, Ходжаев А.К.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ташкенский государственный технический университет им. Ислама Каримова

<sup>2</sup>Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека

e-mail: [umrah@mail.ru](mailto:umrah@mail.ru)

**Актуальность** исследований определяется тем, что оценка уровня сейсмоопасности территории является важнейшей задачей в обеспечении безопасности населения, инфраструктуры и стратегических объектов. Землетрясения, обусловленные разломной тектоникой, способны вызывать катастрофические разрушения и значительные человеческие потери. В этой связи особое значение приобретает детальное картографирование активных («живых») разломов, в масштабах 1:200 000 и крупнее, позволяющее установить близкое к реальному пространственное положение разрывных нарушений – как потенциальных очаговых зон, оценить степень их активности и вероятный энергетический потенциал и, как следствие, повысить точность оценки сейсмической опасности территории.

Прежде всего, определимся с понятием «активный разлом» и его роли в сейсмогенезе. Активные, или «живые», разломы — это геологические тела, в пределах которых в течение плейстоцена (последние ~700 тыс. лет) происходили движения и деформации земной коры, и продолжают в современный период. Их активность проявляется в виде смещений отдельных блоков горных пород относительно друг друга, морфологических изменений в рельефе, локализации эпицентров землетрясений и обвально-оползневых явлений. Как показывает мировая и отечественная практика, подавляющее большинство разрушительных землетрясений связано именно с зонами активного разломообразования. Что и определяет использование данных о активных разломах для районирования сейсмической опасности. Изучение и использование этих геологических структур является обязательным элементом при построении карт сейсмотектоники, сейсмического районирования и оценке риска возникновения сильных землетрясений.

Однако, в последние десятилетия наблюдается существенное отставание в получении новых более достоверных (детальных) данных об активных («живых») разрывных нарушениях, обусловленное использованием материалов мелкомасштабных исследований (чаще 1:1 млн, реже 1:500 000).

Региональные карты (даже масштаба 1:500 000) позволяют определить лишь общее тектоническое строение территории, но не дают возможности требуемой достоверности (точности) локализации разломных зон, их пространственной конфигурации, оценить текущее состояние их активности. Масштаб 1:200 000 является оптимальным, сочетающим достаточную детализацию с возможностью охвата обширных территорий при приемлемых материальных и временных затратах на полевые и камеральные работы. Картирование в таком масштабе позволяет достоверно выделять и трассировать линейные тектонические структуры длиной от 5–10 км и более, определять морфологические признаки недавних тектонических и сейсмотектонических подвижек, учитывать связь с сейсмическими событиями и современными геофизическими аномалиями. Именно на этом уровне можно дифференцировать активные и неактивные (реликтовые) разломы.

Во многих странах с высокой сейсмической активностью (США, Япония, Италия, Турция, Китай) детальное картографирование активных разломов давно стало неотъемлемой частью государственной политики в сфере пространственного планирования и инженерной геологии. Например, в США действует программа Алкуист-Приоло

Эартхкуаке Фаулт Зонинг Аст, обязывающая учитывать активные разломы при проектировании зданий и сооружений в сейсмоопасных районах. Подобные программы основаны на данных, полученных в результате картографирования разломов в масштабах 1:24 000–1:100 000, что позволяет с высокой точностью учитывать их при территориальном планировании.

В России и странах СНГ также накапливается опыт в этом направлении, однако систематическое выполнение подобных работ ограничено как методологическими, так и финансовыми трудностями. Тем не менее, действующие нормы и правила (например, СП 14.13330.2018 — актуализированная редакция СНиП ИИ-7-81\* России) предусматривают необходимость учета активных тектонических нарушений при оценке сейсмической опасности и выборе площадок под важные инженерные сооружения.

Результаты картирования активных разломов используются в широком спектре практических задач:

- оценка сейсмической опасности: определение возможных источников землетрясений, построение сценариев развития событий;
- территориальное планирование: выбор безопасных зон для размещения жилой и промышленной застройки;
- проектирование инфраструктуры: трассировка линейных объектов (трубопроводы, ЛЭП, дороги) с учетом потенциальных зон разломных смещений;
- инженерно-геологическое обоснование: определение необходимости специальных конструктивных решений при строительстве вблизи активных разломов.
- мониторинг и прогнозирование: формирование баз данных, интегрируемых с системами сейсмического мониторинга и дистанционного зондирования.

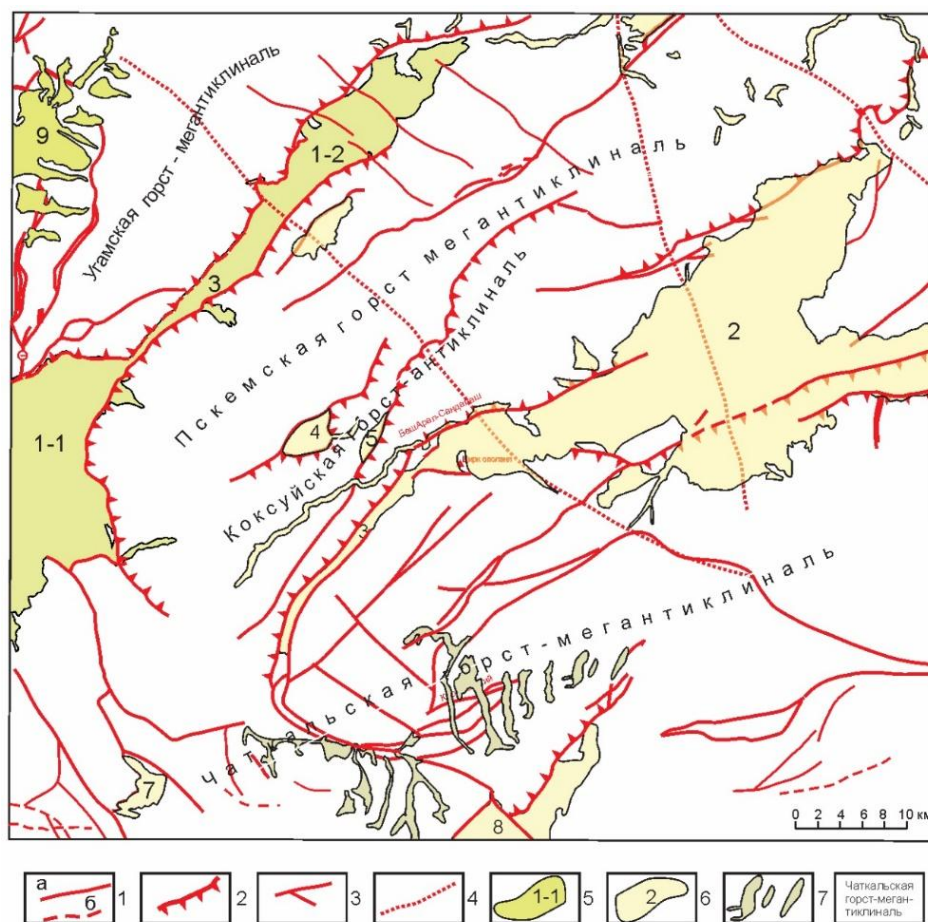
Особое значение это имеет при строительстве особо важных и технически сложных объектов: атомных и гидроэлектростанций, плотин, мостов, подземных хранилищ и др. Игнорирование близости активных разломов может привести к катастрофическим последствиям, как это показали, например, землетрясения в Узбекистане (Газлийское, 1976, 1984), Японии (Фукусима, 2011), Турции (2023), Армении (Спитак, 1988).

Учитывая важность детальных данных об активных разломах нами начаты исследования по геологическому картированию зон активных разломов сейсмоактивных территорий Узбекистана. Они включают выполнение комплекса геофизических, сейсмогеологических (в том числе палеосейсмологических), с обязательным использованием дистанционных и полевых методов исследований.

На рисунке приводится предварительная карта выделенных активных (живых) разломов юго-западной части Чаткало-Кураминского орогена. Здесь показан характер проявления, северо-восточной части Каржантауской зоны разломом. Кроме этой активной зоны, выделяется целый ряд продольных и поперечных разрывных нарушений, определяющих зонно-блоковое строение исследуемого района.

Последние определяют поперечную зональность тектонического развития района, причём она накладывается на продольные, осложняя их. Время проявления этих движений и деформаций соответствуют, по меньшей мере, четвертичному времени, и естественно полагать, проявляются и в современный период.

Следует отметить, что данная территория, на геологической карте, характеризуется высокой плотностью разрывных нарушений. Но активность проявляется не по всем из них. Поэтому необходимо тщательное использование геологических, геоморфологических, дистанционных и других критериев проявления активности разломов, требующих огромных трудовых затрат. Однако, несмотря на наличие высоких технологий получения и обработки дистанционной информации, разрешающая способность последних не позволяет получить требуемую детальную картину строения сейсмогенно обновленных участков активных разломов.



**Рис.1. Карта активных разрывных нарушений района юго-западного окончания Чаткало-Кураминской горной области (предварительная, масштаб 1:200 000, составили Р.А.Умурзаков, А.К.Ходжаев, 2025)**

1 -разрывные нарушения (а-достоверные, б- предполагаемые; 2 - взбросо-надвиги; 3 - прочие разрывные нарушения; 4 - линейно-разрывные зоны; 5 - мезозойско-кайнозойские прогибы (Цифрами на карте обозначены: 1-Пскем-Чарвакская грабен-мегасинклиналь: 1-1- Чарвакская впадина, 1-2 - Пскемский грабен); 6 -кайнозойские прогибы (Цифрами на карте обозначены: 2- Сандалашская грабен-мегасинклиналь. Грабены: 3- Найзинский, 4- Айрыкский, 5- Мингтукумский, 7- Майданталъский. Грабен-синклинали: 6- Чаткальская, 8- Ангренская, 9-Угамская); 7 - фрагменты четвертичных отложений в пределах новейших поднятий; 8 - новейшие горст-мегаантиклинальные и горст -антиклинальные поднятия.

Данный пробел должен быть дополнен участием высококвалифицированных геологов-тектонистов, тектонофизиков, с обязательным проведением полевых исследований. В настоящее время уже назрела необходимость детального площадного картирования активных разломных зон сейсмоопасных областей территории Узбекистана в масштабе 1:200 000 и составления Государственного каталога активных разломов Узбекистана, как это давно практикуется в США, Японии и других странах.

Результаты таких исследований имеют важное значение для составления более детальных и достоверных карт сеймотектоники, сейсмического районирования, а также достоверной оценки сейсмической опасности территорий.

## MARKAZIY QIZILQUM GEODINAMIK POLIGONIDA SODIR BO‘LGAN ZILZILALAR O‘CHOG‘I MEXANIZMI VA KUCHLANGANLIK HOLATI

**Kuchkarov Q.I., Karimov J.J.**

FVV Seysmoprognoztik monitoring Respublika markazi, Toshkent shahri.

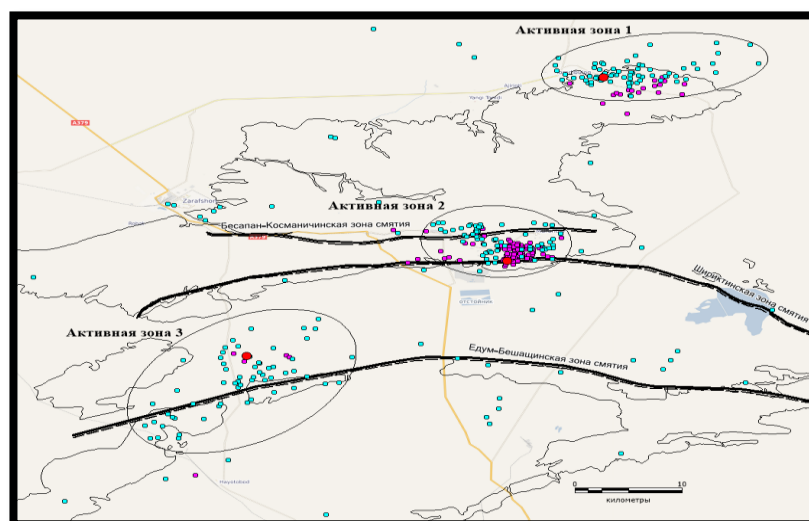
e-mail: [rcsfm@smrm.uz](mailto:rcsfm@smrm.uz)

**Tadqiqotning dolbzarligi.** Zilzila fokal mexanizmlari geodezik va boshqa ma’lumotlar bilan bir qatorda er qobig‘ining kuchlanganlik-deformatsion holati to‘g‘risida ma’lumot manbai bo‘lib xizmat qiladi. Tektonik rejim va deformatsiya tezligini baholash seysmik faol belbog‘larda joylashgan mintaqalar uchun dolzarb hisoblanadi. Zilzila o‘chog‘i mexanizmlarini o‘rganish tadqiqot hududidagi seysmotektonik deformatsiyalarning kattaligi va fazoviy yo‘nalishini dastlabki baholash, siqilish va cho‘zilish o‘qlarining maydon va azimutal taqsimotini zonalash va er qobig‘i harakati yo‘nalishlarini aniqlash imkonini beradi.

**Tadqiqotning maqsadi.** Markaziy Qizilqum geodinamik poligonining kuchlanganlik-deformatsion holatini o‘rganish er yuzining o‘lchangan deformatsiyalari va siljishlarining inversiyasi asosida zilzila o‘choqlarining mexanizmlarini modellashtirish imkonini beradi.

**Usul va uslublar.** Zilzila manbasining yangi nazariy modelini ishlab chiqish bilan bir vaqtda, A. V. Vvedenskaya ushbu model yordamida seysmogrammalarni qayta ishlashni hamda azimutal xarita proyeksiyalarining turlaridan biri - stereografik proyeksiyadan (Vulf panjarasi) foydalanishni taklif qildi [1]. Markaziy Qizilqum geodinamik poligonida sodir bo‘lgan zilzilalar o‘choq mexanizmlari ushbu metodologiyaga asoslangan Newmech dasturiy ta’minoti yordamida qayta ishlandi.

**Natijalar.** 2024-yilda, o‘rganilayotgan hududda uchta seysmik faol zona ajratildi (1-rasm). Eng katta, birinchi zona shimoli-sharqiy yoriqning janubi-g‘arbiy qismida, buklangan strukturaning qanotlarida joylashgan. Bu yerda magnitudasi 2 dan 3 gacha bo‘lgan 40 ta seysmik hodisa qayd etilgan [2].

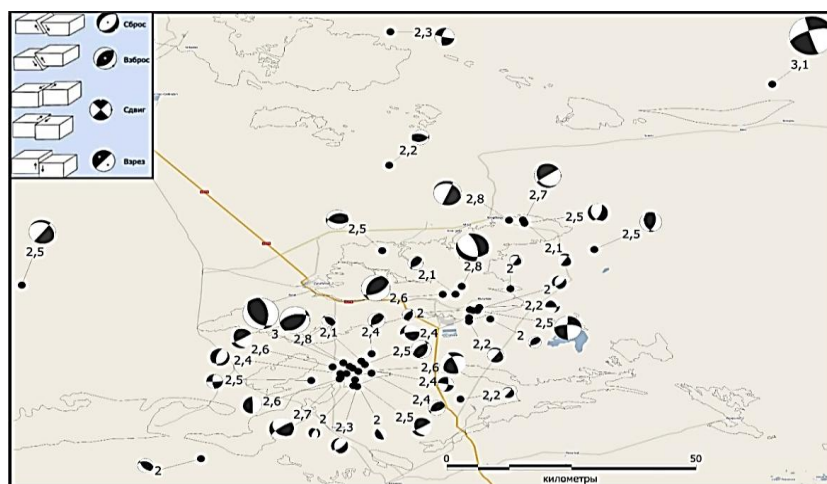


**1-rasm. 2024-yilda sodir bo‘lgan zilzilalar joylashuvining sxematik xaritasi.**

Ularning aksariyati turli yo‘nalishdagi aks uzilma (2-rasm). Kengaytish o‘qi shimoliy-shimoli-g‘arbiy (janubiy-sharqiy) tomonga yo‘naltirilgan. Siqilish o‘qi sharqiy-janubiy-sharqiy (g‘arbiy-shimoli-g‘arbiy) yo‘nalishiga ega. Ikkinchi, zona bukilish zonasining markaziy qismida joylashgan bo‘lib, bir qator tektonik yoriqlar bilan chegaralangan. Bu joyda 17 ta seysmik hodisa qayd etilgan. Ularning magnitudasi ham 2 dan 3 gacha o‘zgarib turadi. Taqdim etilgan seysmik hodisalarning ko‘pchiligi aks uzilma va bittasi uzilma. Kengaytma o‘qi shimolga (janubiy-sharqqa) yo‘naltirilgan. Siqilish o‘qi sharq-janub (g‘arbiy) yo‘nalishiga ega. Uchinchi zona

markaziy zonadan shimolda joylashgan bo‘lib, unda er yoriqlari siljishining ustuvor mexanizmlari bilan 6 ta seysmik hodisa qayd etilgan.

2024-yilda  $M=2,5$  va  $3,1$  magnitudali Besapan-Kosmanachin er yorig‘iga tushgan 4 ta zilzila qayd etilgan. Kengayish o‘qi shimolga (janubiy-sharqqa) yo‘naltirilgan. Siqish o‘qi g‘arbiy (janubiy-sharqiy) yo‘nalishga ega.



**2-rasm. 2024-yilda qayd etilgan zilzilalar fokal mexanizmi sxematik xaritasi [2]**

Barcha uchta zonada nisbiy siqish o‘qlari gorizontaal (kichik og‘ishlar  $15^{\circ}$ - $25^{\circ}$ ) va nisbiy kengaytma o‘qlari subvertikal ( $25^{\circ}$ - $50^{\circ}$  oraliq‘ida og‘ishlar bilan). Shimoli-sharqiy strukturaviy elementlarning shakllanishi ikki turdagi kuchlanish maydonlarining superpozitsiyasi bilan izohlanadi. Birinchisi shimoli-g‘arbiy siqilish va janubi-g‘arbiy kengaytma bilan tavsiflanadi. Ikkinchi kuchlanish maydoni siqilish o‘qi yo‘nalishi bo‘yicha davriy o‘zgarishlar submeridionaldan shimoli-sharqqa, kengaytma o‘qining kenglik (va shimoli-g‘arbiy) yo‘nalishi bilan belgilanadi.

Tanlangan zilzilalar seysmogrammalarining vertikal komponenti bo‘ylama to‘lqinlarining birinchi siljish ishorasi to‘g‘risidagi ma‘lumotlardan foydalangan holda NewMech kompyuter dasturida zilzila o‘choqlarining mexanizmlari qurildi. Zilzila o‘choqlari mexanizmlarini qayta ishlash va qurish jarayonida er qobig‘ining kuchlanganlik-deformatsion holati haqida bir nechta ma‘lumotlar olindi. O‘rganilayotgan hududdagi zilzila fokal mexanizmlarining asosiy turlarini tahlil qilishda vertikal mexanizmlar aniqlanmagan.

Markaziy Qizilqum geodinamik poligonida 2024-yilda sodir bo‘lgan zilzilalar mexanizmlariga ko‘ra  $M=2,5$  va  $3,1$  magnitudali Besapan-Kosmanachin yorig‘iga tushgan 4 ta zilzila bu Besapan-Kosmanachin zonasi faolligi oshganini ko‘rsatadi. Besapan-Kosmanachin siqilish zonasi hududida hamda Shiriktin siqilish zonalari hududlarida nisbatan kuchlanishlar oshgani aniqlandi.

**Xulosa.** Yuqoridagi barcha ma‘lumotlardan xulosa qilish mumkinki, 2024-yilda o‘rganilayotgan hududda vertikal mexanizmlari bo‘lgan zilzilalar aniqlanmagan; tabiiy zilzilalarning fokus chuqurligi 20 km dan oshmaydi; tahlil qilingan zilzila fokal mexanizmlarining ko‘pchiligi er qobig‘ining yuqori kuchlanish holatini tasdiqlovchi siljish mexanizmiga ega. Umuman olganda, Markaziy Qizilqum hududida zilzilalar fokal mexanizmlarini tahlil qilish shimoliy va janubi-sharqiy yo‘nalishda chap tomonlama surilish va o‘ng tomonlama surilish tuzilmalari shakllanishini ko‘rsatadi. Ta‘riflangan ma‘lumotlarga ko‘ra, boshqa muhim seysmik hodisalarga olib kelishi mumkin bo‘lgan yuqori kuchlanishlarning to‘planishini taxmin qilish mumkin.

#### **Adabiyotlar ro‘yxati:**

1. А.В. Введенская – Создатель модели очага землетрясения., История наук о Земле 2008. Т. 1. №2. стр.35 – 50.
2. Каталог очагов землетрясения 2024 г.

## СБРОС НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ТУПАЛАНГСКОГО И ГИССАРАКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

Хамидов Л.А.

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [hamidov\\_l@mail.ru](mailto:hamidov_l@mail.ru)

**Введение.** Проблема возбужденной (или наведённой) сейсмичности вызванное водохранилищами представляется самой актуальной задачей, так как резкое изменение объема воды и фоновой сейсмичности в зонах их влияния могут сопровождаться более опасными геодинамическими процессами с провоцированием возникновения чрезвычайных ситуаций. На сегодняшний день в мире зарегистрировано более сотни случаев водохранилищной сейсмичности, связанной с изменением уровня воды в искусственных озерах. Как отмечено исследователями Н.К.Gupta и В.К.Rastogi большинство из них, которые касались событий большой магнитуды, таких как Койна-Варненское землетрясение 10 декабря 1967 г. силой 6,3 балла, произошли после затопления крупного водохранилища [1].

**Цель исследований** является построение поля оценки сброса напряжений в зонах нескольких очагов землетрясений, происходивших в ближних зонах водохранилищ с магнитудой  $M \geq 4,9$  за период 2011-2022 годы пользуясь выражением (1) [2].

**Метод и методология.** Исследуемые напряжения и деформации, сброшенные при сильных землетрясениях в области влияния Гиссаракского и Тупалангского водохранилищ, приурочены соответственно зонам разломов Южного Узбекистана согласно [2].

$$\sigma_{xy} = \sum_{m=1}^2 \left\{ -\frac{3V_i \Delta \sigma_i}{2\pi^3} \left[ \frac{3r^2 - H^2}{2r^2} - \frac{15x^2 y^2}{r^4} + \frac{1-2\nu}{2(r+H)^2} \left( 6r^2 + 4H^2 + \frac{4x^2 y (5r+2H)^2}{r(r+H)^2} + \frac{4x^2 y (5r+2H)^2}{r(r+H)^2} \right) \right] \right\} \quad (1)$$

Для оценки сбросов напряжений, возникающих в разломах в зоне влияния Гиссаракского и Тупалангского водохранилищ нами выделено несколько возможных наиболее сейсмоактивных тектонических структур. Они были следующие: Южно-Тяньшаньский, Южно-Кызылкум-Гиссарский, Бухара-Гиссарский, Дехканабадский, Шурчинский и Амударьинские зоны тектонических разломов [3]. Для расчетов предварительно сформировано выборки каталогов локальных землетрясений, происходящих в разломах вокруг Гиссаракского и Тупалангского водохранилищ [4]. Произведен анализ численных решений моделей для расчета напряжений и деформаций под действием техногенных факторов [5].

Решая краевую задачу для плоско-деформированного состояния методом «источников» и «стоков» согласно [6,7] и применив расчет смещений от интенсивных кратковременных нагрузок на основании согласно [7], получили формулу представляющую зависимость между вариацией давления воды и очаговой деформацией. Решение задачи методом разложения в общем случае находится в виде линейной комбинации первых  $N$  функций фундаментальной системы. Коэффициенты линейной комбинации определяются из системы алгебраических уравнений, составленных из граничных условий. Основа метода состоит в том, что исходя из матрицы фундаментальных решений уравнений равновесия Ламе, определяют плотности их распределения согласно заданным граничным условиям.

**Результаты и обсуждение.** Анализ расчетов по модели [6,7] при интенсивном изменении амплитуд пригибания деформации остаются соответствующим предельным тектоническим очаговым деформациям. В таблице 1 показаны результаты расчетов амплитуд возможных пригибаний по исследуемым водохранилищам. Деформация при этом для основания Гиссаракского водохранилища  $\varepsilon_{гиссарак} \approx 1,58 \times 10^{-5}$ , для основания Тупалангского водохранилища  $\varepsilon_{тупаланг} \approx 1,58 \times 10^{-5}$ . Например, деформация Ташкентского-



1966 года землетрясений с магнитудой  $M=5,2$  по данным В.И.Уломова  $\varepsilon_{\text{маик}} \approx 1,9 \times 10^{-4}$  [8].

**Таблица 1.**

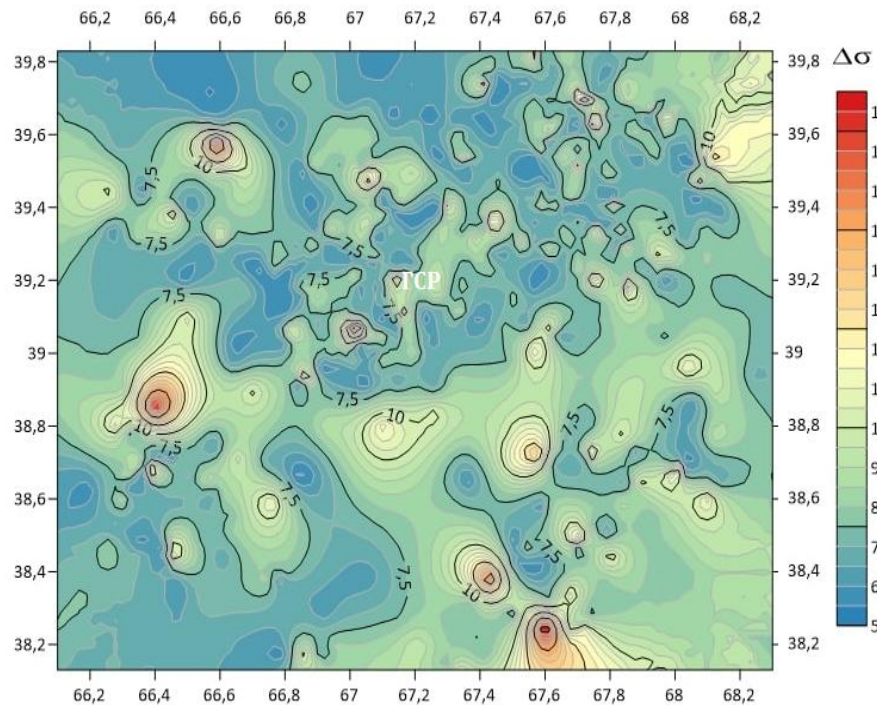
**Изменения параметров давления, пригибания и возможных деформаций Земной коры зон влияния крупных водохранилищ Узбекистана**

№	Водохранилища	$\Delta P_i$	$\Delta h_i$	$u_i$ $\Delta u_{2i}$	$\varepsilon_{ij} \times 10^{-5}$
1	Гиссарак (Кашкадарьинский вилоят)	0,405	140	9,85	1,58
2	Тупаланг (Сурхандарьинский вилоят)	0,614	160	22,37	2,34

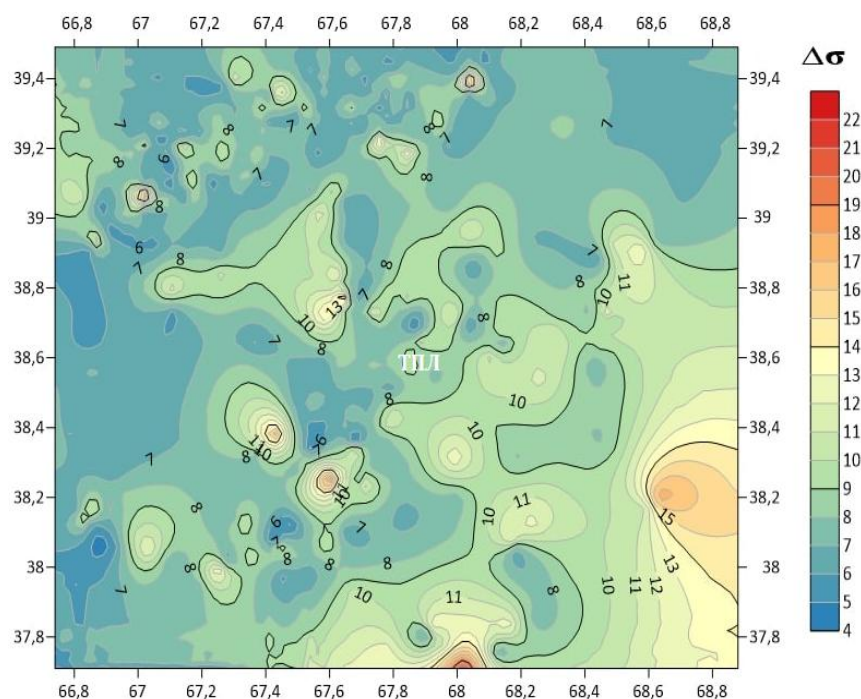
В рисунках 1 и 2 показаны распределения сбросов напряжений по территории зоны влияния Гиссаракского и Тупалангского водохранилищ за период 2011 по 2022 годы.

Анализ данных о землетрясениях ( $2,5 < M < 6,0$ ), зарегистрированных в период 2011–2022 гг. показывает, что в регионе возникают малонапряженные перепадные землетрясения. Анализ выбранных 763 землетрясений показывает значения падения напряжения (возможный начальный избыток напряжений до разгрузки) от  $\sim 0,04$  до 63,12 бар. Землетрясения с низким перепадом напряжения имеют большое значение для понимания локального сейсмотехногенеза.

Землетрясения с низким перепадом напряжения имеют большое значение для понимания локального сейсмотехногенеза. Низкая эффективная сила разломов из-за механизмов ослабления разломов в исследуемом сегменте зоны разломов может способствовать образованию асейсмических ползучих пятен, вызывающих землетрясения с низким падением напряжения за счет генерации сильных землетрясений.



**Рис. 1** Распределение сбросов напряжений по зоне влияния Гиссаракского водохранилища за период 2011 по 2022 годы



**Рис. 2** Распределение сбросов напряжений по зоне влияния Тупалангского водохранилища за период 2011 по 2022 годы

Определяя снятие напряжений, возникающих в выделенных разломах вокруг водохранилищ в Южно-Узбекистанском регионе представлены отношения масштабирования между основными параметрами источника, которые в последующем могут служить полезными данными для оценки опасности землетрясений при техногенных дополнительных напряжениях.

#### Список литературы:

1. Gupta, H. K., and B. K. Rastogi (1976). Dams and Earthquakes, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 229 pp.
2. Хамидов Л.А., Анварова С.Г., Артиков Ф.Р., Ганиева Б.Р. Напряжения сброшенные землетрясениями в разломах вокруг водохранилищ // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии – XI Казахстанско-Китайский Международный симпозиум., 26-28 сентября, 2023.- Алматы, Казахстан.- С.515-521.
3. Михайлов В.В., Чирикин В.В., Саидова Н.Г., Пинхасов Б.И. Геологическая карта территории Узбекистана масштаб 1:1000000 - ГК РУз по геологии и минеральных ресурсов.- Ташкент.-2010.
4. Хамидов Л.А., Ганиева Б.Р., Анварова С.Г., Бахриддинова Д.Х. Кластеризация распределения землетрясений в зонах влияния низконапорных водохранилищ Узбекистана // Seysmologiya muammolari- Toshkent.- №2, т.5., 2023., С.51-60.
5. Хамидов Л.А., Адиллов К.А. Определение смещения земной коры, вызванной водохранилищем. // Международная научно-практическая конференция «Рахматулиевские чтения», 26-27 мая, 2023 год, Ташкент, Национальный университет им.А.Р.Беруни. –С. 34-35. <http://conf.mech-2023.nuu.uz/>
6. Хамидов Л.А., Адиллов К.А., Кадиров А. Оценка НДС зон разрыва-образования вблизи водохранилищ при докритических деформациях. // Проблемы сейсмологии в Узбекистане - Ташкент: ИС АН РУз,2016.-№13.-С.100-107.
7. Хамидов Л.А., Адиллов К.А. Конструкция краевых условий для внутренних концентраторов при реализации метода «источников» и «стоков»// Проблемы механики и волновой динамики. – Международная конференция. - Ташкент, 2009.- С.64-71.
8. Ташкентское землетрясение 1966 года. - Ташкент: Фан. - 1970.- 370с.

## FARG‘ONA SHAHRI HUDUDIDA SEYSMIK TA’SIRNI BAHOLASH

**Islamov X.A., Yuldashev E.Sh.**

O‘zRFA G‘.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [kh.islamov@gmail.com](mailto:kh.islamov@gmail.com), tel. (+998)71-241-74-98

**Dolzarbli.** O‘zbekiston Respublikasida joylashgan Janubiy Farg‘ona seysmogen zonasi mamlakatimizning tektonik va seysmik faol hududlaridan biri hisoblanadi. Farg‘ona shahri aholi zich joylashgan, iqtisodiy va infratuzilmaviy jihatdan muhim markazlardan biri sifatida seysmik xavf tahlilini o‘ta dolzarb masalaga aylantiradi.

So‘nggi yillarda shahar hududida yuz berishi mumkin bo‘lgan zilzilalarning ta’sir darajasini aniqlash, seysmik xavfni baholash va aholi hamda infratuzilmalar xavfsizligini ta’minlash maqsadida ilmiy asoslangan seysmik monitoring ishlarini olib borish zaruriyati tobora ortayapti.

Zilzilalar natijasida kelib chiqadigan texnogen va iqtisodiy yo‘qotishlarni kamaytirish, arxitektura va qurilish sohalarida samarali chora-tadbirlarni belgilash uchun mahalliy seysmik sharoitlarni chuqur o‘rganish talab etiladi. Shu maqsadda, zamonaviy yuqori sezgirlikka ega Guralp 6TD raqamli seysmometrlar yordamida olib borilgan kuzatuvlar Farg‘ona shahridagi turli tuproq-sharoitlarga qarab seysmik ta’sirlarning o‘zgarishini o‘rganish imkonini berdi.

**Tadqiqotning maqsadi.** Ushbu tadqiqot mahalliy seysmik faollikni chuqur tahlil qilish, xavfli hududlarni aniqlash va umumiy seysmik rayonlashtirish jarayonlariga aniq ilmiy asoslar yaratishi bilan ham alohida ahamiyatga ega.

Farg‘ona shahri hududida joylashgan turli geologik va grunt sharoitlarida seysmik ta’sirlarning intensivligini aniqlash, zamonaviy raqamli Guralp 6TD seysmometrlar yordamida mahalliy seysmik faollikni monitoring qilish va hududdagi zilzilalarning tarqalish xususiyatlarini tahlil qilishdan iborat.

Ushbu maqsad asosida quyidagilarga erishish ko‘zda tutiladi:

- Seysmik ta’sirlarning turli hududlardagi farqini aniqlash;
- Zilzilalarning amplitudasi va spektral xarakteristikalarini baholash;
- Hududni seysmik jihatdan rayonlashtirishda ilmiy asos yaratish;
- Yangi ma’lumotlar asosida xavfsiz qurilish ishlarini rejalashtirishga ko‘maklashish.

**Tadqiqotning uslubi.** Farg‘ona shahrining turli nuqtalaridan oltita joyda Guralp 6TD turdagi raqamli seysmometrlar o‘rnatildi:

№	Guralp 6TD seysmometr nomeri	Seysmometrlarni joylashuvi		
		Joylashuv manzili	kenglik	uzunlik
Stansiya №1	6Y92	Sadoqat ko‘chasi 36 uy	40.370978	71.835409
Stansiya №2	6Y93	Jo‘ydam qabristoni	40.417269	71.768706
Stansiya №3	6Y94	33-maktab	40.399750	71.843947
Stansiya №4	6Y96	Cheksho‘ra qabristoni	40.369805	71.76907
Stansiya №5	6Y97	Farg‘ona seysmik stansiyasi	40.374133	71.783574

Ushbu uskunalar orqali real vaqtda seysmik ma’lumotlar yig‘ildi va tahlil qilindi. Stansiya o‘rnatilishidan oldin har bir nuqtada mahalliy, texnogen va sun‘iy shovqinlar darajasi o‘lchandi, faqat shovqindan xoliroq joylar tanlandi. Yig‘ilgan seysmik ma’lumotlar asosida turli nuqtalarda grunt tebranishlarining spektral zichliklari aniqlandi. Bu orqali har bir stansiyaning sezgirligi va ta’sir ko‘rsatuvchi zilzilalarning xususiyatlari o‘rganildi. Seysmik ta’sirlar  $\Delta I = 3,3 * Lg (A_i/A_n)$  formulasi asosida hisoblandi. Bu erda  $A_i$  – tahlil qilayotgan nuqtadagi amplituda,  $A_n$  – asosiy (tayanch) nuqtadagi amplituda. Tadqiqotga oid magnitometriya, gravimetriya, elektrometriya va seysmik xaritalar tahlil qilinib, hududning tektonik va geologik xususiyatlari hisobga olindi.

**Natijalar.** Seysmik kuzatuvlar natijalariga ko‘ra, 2022 yilning iyul va avgust oylarida Farg‘ona shahrida joylashtirilgan beshta raqamli Guralp 6TD seysmometrilar orqali 100 km radiusda 25 ga yaqin magnitudasi ( $1.9 \leq M \leq 4.1$ ) bo‘lgan zilzilalar qayd etildi. Zilzilalarning asosiy qismi Janubiy Farg‘ona seysmogen zonasida, 4-20 km chuqurlikda ro‘y bergani aniqlandi. Seysmik ta‘sir intensivligi  $\Delta I = 3,3 \cdot Lg(A_i/A_n)$  formulasi asosida hisoblandi. Bu formula turli stansiyalarda qayd etilgan seysmik signallar amplitudasi asosida intensivlikdagi farqlarni aniqlashga imkon berdi. Stansiya №5 (Farg‘ona seysmik stansiyasi) tayanch nuqta sifatida qabul qilindi. Qolgan stansiyalar bilan taqqoslanganda:

- Eng past o‘zgarish  $dI = -0.04$  Stansiya №2 (Jo‘ydam qabristoni);
- Eng yuqori o‘zgarish  $dI = +0.32$  Stansiya №4 (Cheksho‘ra qabristoni) da aniqlandi.

Sana	Vaqt	To‘lqin amplitudasi (mm/s)				
		St№1_6Y92	St№2_6Y93	St№3_6Y94	St№4_6Y96	St№5_6Y97
18.07.22	14:28	2,02	1,11	1,51	1,24	1,11
23.07.22	20:47	2,03	0,62	3,09	4,21	2,58
24.07.22	23:54	1,90	2,50	1,80	3,50	2,10
26.07.22	20:37	1,19	1,37	2,01	0,75	1,07

Xususiy tahlillar natijasida Farg‘ona shahri hududi shimoliy va janubiy segmentlarga bo‘lindi:

- Shimoliy qism — asosan barqaror yoki manfiy (kamroq) intensivlik ko‘rsatkichlari;
- Janubiy qism — ijobiy va o‘shishga moyil intensivlik ko‘rsatkichlari bilan tavsiflandi.

Quyida, MSK-64 shkalasi bo‘yicha seysmik intensivlik o‘zgarishi yuqori tezlik bilan ajralib turuvchi mos yozuvlar stansiyasi sifatida qabul qilingan "Stansiya№5" tayanch punkti hisoblanadi. Stansiya №5 ga nisbatan  $dI$  (ball miqdorining o‘zgarishi) ning o‘rtacha qiymatlari quyidagi:

№	Nomi:	$dI$ (ball miqdorining o‘zgarishi)
1.	Stansiya№1	0,0
2.	Stansiya№2	-0,04
3.	Stansiya№3	+0,27
4.	Stansiya№4	+0,32
5.	Stansiya№5	

**Xulosa.** Janubiy Farg‘ona seysmogen zonasida 2022 yilning yozida 25 ga yaqin zilzila holatlari qayd etildi, ularning magnitudasi 1.9 dan 4.1 gacha bo‘lib, chuqurliklari 4–20 km oralig‘ida joylashgan. Tadqiqot davomida shaharning turli nuqtalarida seysmik ta‘sir darajasi aniqlandi va  $\Delta I$  ko‘rsatkichi orqali ularning intensivlikdagi farqlari hisoblab chiqildi. Eng yuqori intensivlik o‘zgarishi ( $dI = +0.32$ ) Cheksho‘ra qabristoni (Stansiya №4) da, eng past ( $dI = -0.04$ ) esa Jo‘ydam qabristoni (Stansiya №2) da kuzatildi. Farg‘ona shahri hududi seysmik jihatdan nisbiy barqaror ekanligi aniqlandi, chunki umumiy ta‘sir darajasi juda katta farqlarga ega emas. Tadqiqot natijalari shaharning seysmik rayonlashtirish xaritasini aniqroq va asosliroq shakllantirishda muhim ma‘lumotlar manbai bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Shuningdek, shaharning turli nuqtalarida seysmik ta‘sir darajasi juda katta farq qilmasligi, ya‘ni barqarorlik yuqori ekanligi aniqlandi. Ushbu natijalarni shaharning seysmik rayonlashtirish xaritasini yangilashda inobatga olish tavsiya etiladi.

#### **Adabiyotlar ro‘yxati:**

1. Turdukulov A.T., Kamchibekov M.P., Yegemberdieva K.A., Kamchibekov I.P. Teoreticheskie osnovi seysmicheskogo mikrorayonirovaniya na primere provedyonnix rabot v Kirgizistane. №2(2),2013.

2. Borman P., Baumbach M., Bock G., Grosser H., Choy G.L. Seismic sources and source parameters. // NMSOP. Potsdam 2009, pp 1-98.
3. Ibragimov A.X., Xamidov X.L., Yuldashev E.Sh., Majidov J.R. Otsenka kinematicheskix elementov seysmicheskix voln pri dinamicheskix vozdeystviyax promishlennimi vzrivami.- Seysmologiya muammolari №2, 2019
4. Yuldashev.E.Sh. Suv omborlarida uzluksiz seysmik kuzatuv olib borishning zamonaviy usullari. 2021.
5. Borman P (1994) Concept for a new “Manual o Seismological Observatory Pactice” European Seismological Commission Proceedings and Activity Report 1992-1994 published by University of Athens faculty of Science
6. Nakamura, Y.: A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface, Quarterly Report of RTRI, Vol.30, No.1, pp.25-33, 1989.
7. Nakamura Y. (2000), Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications, Proc. of the 12th World Congress on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand
8. Gorshkov G.A. Normativniy kaos v Rossiyskom mikrorayonirovanii Geoinfo.ru 2017.

## **KUCHLI ZILZILALAR JOYLARINI ANIQLASHDA MASHINALI O‘RGANISH ALGORITMLARINING QIYOSIY TAHLILI**

**Mamarahimov J.Q.**

O‘zRFA G‘O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri  
e-mail: [mjasur1996@mail.ru](mailto:mjasur1996@mail.ru), tel: (94) 536-16-73

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda sun‘iy intellekt asosidagi mashinali o‘rganish algoritmlarining kuchli zilzilalarni prognozlashdagi samaradorligi tahlil qilindi. Tadqiqot Toshkentoldi hududida  $M \geq 5.0$  magnitudali zilzilalar ehtimolini baholashga qaratilgan. Turli algoritmlar natijalari o‘zaro solishtirildi va ularning eng samarali modellarini aniqlashga harakat qilindi.

**Kirish.** Zilzilalarni prognozlash sohasida sun‘iy intellekt texnologiyalari qo‘llanilishi global miqyosda faol rivojlanmoqda [1–6]. Geodinamik jarayonlarning murakkabligi sababli, ishonchli prognoz modellarini ishlab chiqish dolzarb masala bo‘lib qolmoqda. Shu munosabat bilan, ushbu ishda Toshkentoldi hududida kuchli zilzilalar xavfini aniqlash uchun mashinali o‘rganish algoritmlarining imkoniyatlari o‘rganildi.

**Usul va uslublar.** Tahlil uchun morfologik, geofizik, tektonik va seysmologik parametrlarni o‘z ichiga olgan ma‘lumotlar to‘plami shakllantirildi. Bu ma‘lumotlar G‘arbiy Tyon-Shon er qobig‘ining matematik modellining kuchlangan holatiga asoslangan [7] va 1394 ta zona bo‘yicha tasniflangan. Zonalar ikkilik kodlash asosida raqamli ifodaga ega bo‘lib, 34 ta maqsadli zona uchun 30 ga yaqin parametr (relyef, tektonik faollik, seysmologik hodisalar statistikasi, zamonaviy vertikal harakatlar va boshqalar) tanlab olindi.

Tadqiqotda quyidagi mashinali o‘rganish algoritmlari sinovdan o‘tkazildi: Kora 4, Logistic Regression (LR), Decision Tree (DT), Random Forest (RF), Gradient Boosting (GB), Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbors (KNN), Neural Network (NN).

**Natijalar.** Algoritmlarning baholash ko‘rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan. Kora 4 algoritmi aniqlik (accuracy) bo‘yicha eng yuqori natijani – 85% ko‘rsatdi. Ushbu model “oq quti” tamoyiliga asoslangan bo‘lib, natijalarni tahlil qilish va tushuntirish imkoniyatini beradi.

**Algoritmning baholash natijalari.**

Algoritm	Accuracy	F1 (0)	F1 (1)
Kora 4	0.85	0.88	0.67
RF	0.82	0.89	0.57
DT	0.74	0.82	0.47
GB	0.74	0.82	0.47
LR	0.71	0.82	0.17
NN	0.65	0.76	0.33
SVM	0.74	0.85	0.00
KNN	0.65	0.79	0.00

Kora 4 algoritmi 152-zonada ilgari kuchli zilzilalar qayd etilmagan bo'lsa-da, yuqori faollik mavjudligini qayd etgan. Bu esa modelning sezgirligi va prognoz qobiliyatini ko'rsatadi. Shu bilan birga, Random Forest va Decision Tree algoritmlari ham barqaror natijalar ko'rsatdi, lekin ularning aniqligi va tushuntiriluvchanligi Kora 4 darajasiga etmadi.

Sun'iy neyron tarmoqlar va SVM algoritmlari esa o'zgaruvchilarning murakkab tuzilmasini o'rgana olgan bo'lsada, aniqlik past bo'ldi va ularning "qora quti" xususiyati natijalarni izohlashda qiyinchilik tug'dirdi.

**Xulosa.** Sun'iy intellekt asosidagi mashinali o'rganish algoritmlari, ayniqsa, Kora 4 algoritmi, kuchli zilzilalarni prognozlashda yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Kora 4 modeli o'zining tushunarli tuzilmasi, barqarorligi va prognoz qobiliyati bilan seysmik xavfni baholashda ishonchli vosita bo'la oladi. Ushbu yondashuvlar O'zbekistonda zamonaviy seysmik monitoring tizimlarini shakllantirishga ilmiy va amaliy asos yaratadi.

**Adabiyotlar ro'yxati:**

1. В. Г. Кособоков, П. Д. Щепалина. Времена повышенной вероятности возникновения сильнейших землетрясений мира: 30 лет проверки гипотезы в реальном времени // Физика земли, 2020, № 1, с. 43–52. DOI: 10.31857/S0002333720010068
2. Vladimir Keilis-Borok. Earthquake prediction: state-of-the-art and emerging possibilities // Annu Rev Earth Planet. Sci 2002 30:1–33.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.earth.30.100301.083856>
3. А. Д. Гвишиани, А. А. Соловьев, Б. А. Дзобоев. Проблема распознавания мест возможного возникновения сильных землетрясений: актуальный обзор // Физика земли, 2020, № 1, с. 5–29. DOI: 10.31857/S0002333720010044
4. Завьялов А. Д. Среднесрочный прогноз землетрясений по комплексу признаков: основы, методика, реализация // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Москва - 2003 г, 243 ст.
5. Ikram Atabekov, Aziz Atabekov, Rustam Lutfullaev, Azizbek Biimbetov, Jasur Mamarakhimov. Earthquake prediction using artificial intelligence in the Ferghana depression (Uzbekistan) // Earthquake (2024) Volume 2 Issue 1 doi: 10.59429/ear.v2i1.1879
6. Ikram Atabekov, Jasur Mamarakhimov. Possible locations of strong earthquakes in western Tan Shan // Earthquake (2024) Volume 2 Issue 2 doi: 10.59429/ear.v2i2.6731
7. И. У. Атабеков. Опыт моделирования сейсмостектонического течения земной коры центральной азии // Физика земли, 2021, № 1, с. 122–132. DOI: 10.31857/S0002333721010014

## **ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СТРУКТУР ПРИТАШКЕНТСКОГО РАЙОНА.**

**Усманова М. Т., Юсупджанова У. А.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [m.usmanova@mail.ru](mailto:m.usmanova@mail.ru)

### **Геолого-тектонические особенности Приташкентского района.**

Приташкентский район относится к числу сейсмоопасных областей Узбекистана. Изучены в 1:500 000 масштабе геолого-тектонические и сейсмологические особенности района и зон ряда активных разломов исследуемой территории. В северо-восточной части региона находится Чаравакское водохранилище, которое расположено в пределах Бурчмуллинской впадины, и является одним из крупных структурных элементов Чирчикской депрессии. Границами Бурчмуллинской впадины являются: на севере Угамский хребет, на востоке Пскемский и Коксуйский хребты, на юге Чимганский хребет, на западе Ализарское антиклинальное поднятие.

Исследованием геологических, геофизических, сейсмических, тектонических, сейсмотектонических особенностей изучаемой территории занимались А.С.Аделунг, М.А.Ахмеджанов В.А. О.М.Борисов Н.П.Василковский, В.И.Захаревич, А.И.Захарова, Р.Н.Ибрагимов, О.А.Рыжков, Д.Х.Якубов, А.Р.Ярмухамедов, Е.М.Бутовская, Х.А.Атабаев и мн. другие.

По результатам исследований структуры Бурчмуллинской впадины и прилегающих территорий формировались длительно и в сложных геологических условиях [1-3]. История развития структур этой части региона с прилегающими территориями достаточно хорошо изучены [1-6]. В каледонском цикле складчатости территория вступила в период геосинклинального развития. На этом периоде были заложены такие крупные разломы территории как Кумбельский, Кенкольский, Кызылторский и др, которые в дальнейшем играли решающую роль в тектоническом развитии района [6].

Формирование альпийских структур сопровождалось образованием на крыльях крупных разрывных нарушений того же простирания, представляющих собой взбросы, сбросы, надвиги (Каржантауский, Пскемский, Чимганский, Чаткальский и др.). На границе Ташкентского и Голодностепского веков в регионе наступает очередной этап тектонической активизации. Начали активизироваться древние разломы северо-западного и северо-восточного простирания и начали возникать новые разломы северо-западного простирания. За этот период активностью отличались Кенкольский и Кумбельские разломы, в зонах которых наблюдались интенсивные движения сбросово-сдвигового и взбросо-сдвигового характера. Система Кумбель-Угамской зоны разломов северо-западного простирания включает в себе Кенкольский, Кумбельский, Арашанский и Угамский разломы. Ширина зоны достигает 25 км, протяженность в обнаженной части разлома -150-160 км. По геофизическим данным, зона прослеживается в Ферганской впадине в виде флексуры в мезо-кайназойских отложениях. По [7] зона имеет региональный характер, и протягивается от Памира до северных границ Сырдарьинской впадины.

Если глубине заложения и периодичность активации глубинных разломов, ориентированных в С-СЗ и СВ направлениях определяется прямыми признаками – составом и временем проявления базитового и ультрабазитового магматизма, то для разломов более мелкого порядка сейсмоактивность их определяется по наиболее поздним проявлениям продуктов магматизма. Эти данные порой являются единственными в установлении глубины проникновения разломов [8]. Угам-Кумбельские разломы, это сбросо-сдвиги, имеющие падение сместителя на северо-восток под углами 50~90°. К этой зоне приурочены крупные тела адамеллитов, биотитовых гранитов, штоки и дайки гранодиорит, гранит-порфиоров, фельзитов, кварцевых порфиоров и диабазовых порфиритов, долеритов, сиенит, граносиенит-порфиоров позднего карбона и перми. Наиболее молодыми магматическими

образованиями являются гипабиссальные и субвулканические тела, относимые ранее к пермской липаритовой формации [6]. Полевыми и камеральными исследованиями неков и даек, прорывающих Бабайтагский лакколлит в среднем течении Ерташская, выявлены признаки, обосновывающие глубину залегания Угам-Кумбельских разломов как внутрикоровую, а время заложения отнести к континентальному этапу развития региона.

Крупные подвижки по разломам происходили, как было отмечено выше, в конечном этапе герцинского цикла. В это время по Кумбельскому, Кенкольскому и Арашанскому разломам произошли перемещения блоков в виде сдвига, сброса и сброса сдвига. По данным [8] амплитуда сдвига по Кумбельскому, Угамскому разломам достигает 13-15 км. Обновление их происходило так же в альпийской эпохе тектогенеза. Но амплитуды этих движений незначительны. Аналогичного рода движения наблюдались и в конце юры и в начале мела. В новейшем этапе значительные активизации по этим разломам не отмечены, что свидетельствует об отсутствии их роли в формировании альпийских структур.

К системе северо-восточных разломов, разграничивающие Бурчмуллинскую впадину с севера и с юга, и активно участвующие в современной сейсмической деятельности исследуемой территории, относятся: на севере и северо-востоке Каржантауские и Пскемские разломы, на юге Чимганский, Пальтау-Коксуйский разломы [9-10]. Вся сейсмическая деятельность исследуемой территории определяется деятельностью этих разломов. Кроме них существенную сейсмическую опасность для исследуемой территории представляет Чаткальская зона разлома, которая имеет большой сейсмотектонический потенциал, и транзитные землетрясения от них могут вызвать сотрясения намного сильнее, чем собственные [11].

**Зона Пскемских разломов** располагается вдоль долины рек Пскем. На востоке она смыкается с Таласо-Ферганским разломом, на западе переходит в Каржантауский. Зона Пскемских разломов представлена в виде крутых надвигов, взбросов. По этим разломам Угамский и Пскемский хребты, двигаясь навстречу друг-другу, местами перекрыли неоген-антропогеновые отложения р.Пскем. Амплитуда новейших подвижек по разломам велика. По данным [4] только за четвертичное время хребты поднялись более чем на 700-800 м.

**Каржантауский разлом** прослеживается по юго-восточному склону одноименного хребта. На всем протяжении разлом четко фиксируется на правом берегу р.Чирчик надвиганием палеозойских пород на отложения мезокайнозой. Вертикальная составляющая надвига превышает 2000 м., что указывает на активность разлома в четвертичное время. Амплитуда вертикального смещения, 2500-3000 м., Скорость движения по разлому, 0,5-3.0 мм/год. Возраст 25 млн. лет, неоген. Этот разлом, продолжаясь на юго-западе, приобретает форму флексурно-разрывной зоны.

Перестройка структурного плана в пределах **Бурчмуллинской впадины** привело к частичному обновлению разломов северо-западного направления. Это вызвано общим подъемом района, что сопровождается интенсивным нарушением поверхности выработанной в среднечетвертичное время. При этом плоская широкая долина расчленяется молодыми глубокими оврагами, в результате происходит омолаживание рельефа. Эти глубокие овраги в дальнейшем были превращены в долины рек Пскема, Коксу и Чаткала. Глубина вреза по долине р.Пскем достигает до 3 км. Разломы, проходящие по этой долине, контролируют развитие Угамского, Каржантауского и Пскемского поднятий. В этой части Бурчмуллинская впадина приобретает северо-восточное простирание, тогда как по долине р. Чаткал имеет северо-западное направление [11]. О позднечетвертичных тектонических движениях можно судить по смещению надвигами конгломератов террасы реки у села Нанай. Эти конгломераты по данным В.А.Захаревича были дважды смещены в юго-западном направлении.

Начатые орогенические движения в начале Четвертичного периода постепенно осложняли структуры и рельеф Бурчмуллинской впадины. За счет интенсивного роста и размыва палеозойских поднятий. Это приводит наполнению мощных толщ конгломератов и мергели, которые заполняли Чарвакскую депрессию. Выходы этих конгломератов мощ-



ностью до 300 м наблюдаются на склонах палеозойских поднятий окружающих Бурчмуллинскую впадину. Опускание впадины в четвертичное время сопровождалось, видимо, землетрясениями. Об этом свидетельствуют мощные оползни вида сейсмодислокаций в районе Аурахмата. Таким образом, системы северо-западных и северо-восточных разломов, разграничивающие крупные блоки земной коры и определяют современное геодинамическое состояние исследуемой территории, следовательно, их деятельность определяет и современную сейсмическую опасность территории Приташкентского района.

Основной структурный облик Приташкентского района формировался в новейшем этапе тектонического развития района в результате перестройки палеозойского структурного основания с развитием пликативных и разрывных дислокаций. Приташкентский район разделяется на два региона: 1) Ташкентско-Голодностепско олигоцен антропогенную впадину. 2) Чаткало- Кураминскую систему складчато-блоковых поднятий.

**Приташкентская флексурно-разрывная зона** была установлена Рыжков и др., 1961 [2,5]. Существование этой зоны было подтверждено при последующих геологических, геоморфологических и геофизических исследованиях. Протяженность зоны около 150 км, ширина – 10-15 км лежит на продолжении Каржантауского разлома. Юго—западное продолжение Каржантауского разлома в виде флексурно-разрывной зоны в мезозойско-кайнозойском чехле Приташкентской депрессии названо Приташкентской флексурно-разрывной зоной. В этой части разрыв представлен крутым надвигом палеогеновых пород на мезозойско-кайнозойские отложения. Таким образом Каржантауский разлом и его юго-западное продолжение в виде Приташкентской флексурно-разрывной зоны располагаются на границе Полторацко-Каржантауского поднятия и Ташкентско-Голодностепского прогиба.

Данные бурения и геологической съемки показали, что по отдельным участкам зоны на протяжении новейшего этапа тектонического развития происходили интенсивные, дифференцированные движения больших амплитуд (до 2000-2500 м), зафиксированные отложениями кайнозойских моласс на одном крыле зоны и размывом на другом. В районе санатории «Семашко» в г. Ташкенте по данным скважин пробуренных на расстоянии 200 м друг от друга установлены смещение палеогеновых отложений с разницей в 65 м. Разрывные нарушения выявленные геофизическими исследованиями в г. Ташкенте (Ташкентский, Каракамьшский, Чирчикский, Чинабадский и др.) являются составной частью Приташкентской флексурно-разрывной зоны [5,11]. К этой зоне относятся интенсивно развивающиеся молодые антиклинальные складки на продолжении Каржантауского поднятия на юго-западе. Важным элементом Приташкентской флексурно-разрывной зоны является Карачатауский разлом, который располагается вдоль южной границы одноименного поднятия. Разлом имеет субширотное простирание и рассекает местами мезозойские и кайнозойские отложения. Амплитуда перемещений по разлому в новейшее время 1000 м. В пределах разлома Н.П. Васильковским [11] выявлена деформация Q<sub>4</sub> аллювиальных конгломератов, которые образуют разорванную флексуру Ходжикентской террасы. Это указывает на активность современных тектонических движений и возможность новых передвижек по Каржантаускому разлому. Таким образом, Приташкентская флексурно-разрывная зона является наиболее тектонически активной структурой Ташкентского-Голодностепской впадины, где часто происходят землетрясения.

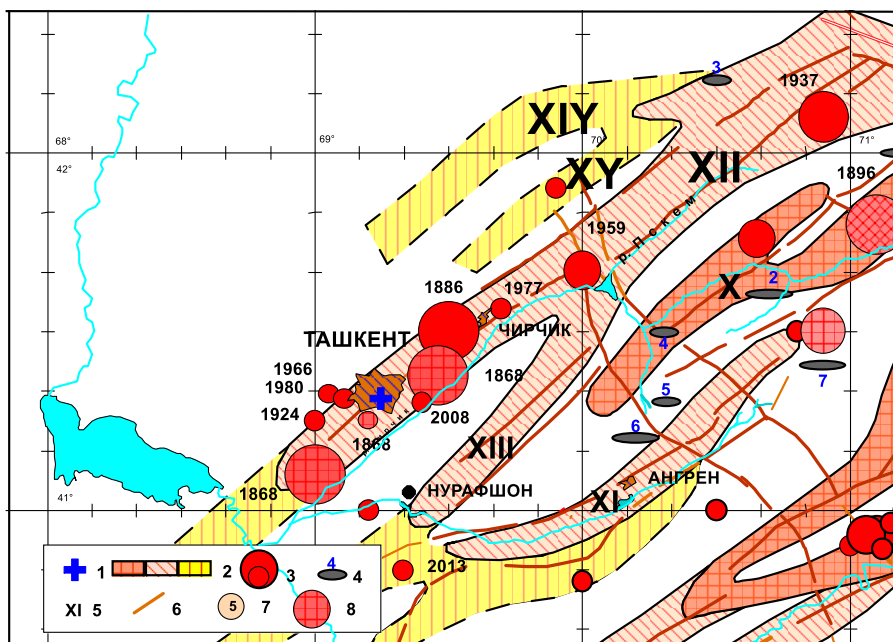
**Сейсмотектонические особенности Приташкентского района.** Следует отметить, что не все вышеуказанные разломы являются сейсмогенными. Наиболее сейсмоактивными среди них являются разломы северо-восточного простирания. В пределах Каржантау-Пскемских разломов возникали 8 балльное Пскемское (1937 г.) и 7-8 балльное Бурчмуллинское (1959 г.), 7 балльное Таваксайское (1977 г.) землетрясения. Плейстосейстовые области этих землетрясений вытянуты по зоне разломов. Кроме того, в пределах этой зоны установлены следы палеосейсмодислокаций, возникновение которых условно отнесены к позднему антропогену. В пределах Каржантауского разлома возникли

Ташкентские (1868,  $M=6,5$ ; 1886,  $M=6,0$ ; 1924,  $M=4,8$ ; 1966,  $M=5,3$  г.г.), Назарбекские 1980г. с  $M=5,1$ , Таваксайское 1977г, с  $M=5.0$  землетрясения и др.

Пространственное распределение очагов сильных землетрясений в зонах активных разломов свидетельствует о том, что основные источники сейсмических колебаний приурочены к определенным, ограниченным по размеру зонам, т.е. сейсмогенным зонам [12].

Следовательно, одним из основных задач при оценке сейсмической опасности того или иного участка земной коры является картирование зон, которые в будущем могут быть потенциальными очагами сильных землетрясений, оценить их энергетический потенциал и по мере возможности, оценить время очередной сейсмической активизации и их повторяемость.

На рис.1 приведена схема сейсмогенных зон исследуемой территории, составленная на основе сеймотектонических исследований с привлечением комплекса геолого-геофизических данных.



**Рис.1. Сейсмогенные зоны Приташкентского района и эпицентры сильных землетрясений.**

1-площад строительства; 2-сейсмогенные зоны, в пределах которых могут возникать землетрясения с  $M \leq 7.5$ ,  $M \leq 6.5$ ,  $M \geq 5.0$  [Ибрагимов и др., 2002]; 3-эпицентры землетрясений с  $M \geq 4.5$ ,  $M \geq 5.0$  и  $M \geq 6.0$ ; 4-палеосейсмодислокации и их порядковый номер; 5-номер сейсмогенной зоны (X-Сандалайская, XI-Ангренская, XII-Ташкентско-Пскемская, XIII-Нурекатинская, XIV-Лянгарская, XV-Угам-Каржантауская); 6-активные разломы; 7-порядковый номер разлома; 8-эпицентры исторических землетрясений.

Как видно из рис.1 сейсмическая опасность Бричмуллинской впадины сопредельными территориями определяется деятельностью двух сейсмогенных зон – Пскемско-Ташкентской (1) и Нурекатинской (2) сейсмогенных зон. Нурекатинская сейсмогенная зона ответвляется от Каржантауской сейсмогенной зоны в районе Чарвакского водохранилища. Сеймотектонический потенциал обеих зон одинаков, и в них могут возникать и распространяться землетрясения с  $M \leq 6,5$  и с интенсивностью до 8 баллов. Последние исследования, проведенные в пределах Ташкентской области, показали, что сеймотектонический потенциал северо-восточной части Пскемско-Ташкентской сейсмогенной зоны намного выше и равняется 9 баллам.

**Сейсмологические особенности Приташкентского района.** Как уже отмечено выше, Приташкентский район является одним из сейсмоактивных районов Западного Тянь-

Шаня, о чем свидетельствуют данные о сильных землетрясениях. На основе проведенных сеймотектонических, геологических исследований [13] на территории Приташкентского района была выделена Пскемско-Ташкентская сейсмогенная зона, которая является одной из сейсмоактивных зон Западного Тянь-Шаня. Эта зона протяженностью 220 км, шириной 10-15 км обусловлена Пскемским и Каржантаускими разломами.

Анализ времени происхождения сильных землетрясений в Пскемско-Ташкентской сейсмогенной зоне, показал, что среди 13-сильных землетрясений с магнитудой  $M \geq 5.0$  восемь - землетрясений происходят в среднем каждые  $T_{cp}=20,8$  лет. Сравнительный, статистический анализ показал, что этот цикл повторяемости землетрясений хорошо согласуется со временем «экспериментальных», т. е. уже произошедших землетрясений характерных для региона. Вместе с тем, остальные 4-сильных землетрясения происходят каждые  $T_{cp}=122$  года. Для таких сильных землетрясений период подготовки землетрясения  $T_{cp}=122$  года с магнитудами  $M=6.4$ ,  $M=6.7$  согласуется с оценками [Ризниченко, 1976; Мячкин, 1975]. Тем не менее, мы считаем, что на подготовку сильного землетрясения с  $M=6.4-6.7$  влияют множество геолого-тектонические и техногенных факторов.

**Выводы.** - Источниками сейсмичности в Приташкентском районе являются Каржантауские и Пскемские разломы.

- Приташкентский район относится сейсмоопасным областям Узбекистана. В целом, Приташкентский район состоит из двух крупных частей: это горная часть в центре с
- Каржантауским разломом, который плавно переходит в структуру Приташкентской флексурно-разрывной зоны.
- Сеймотектонический потенциал северо-восточной части Пскемско-Ташкентской сейсмогенной зоны вероятно равняется 9 баллам.

#### **Список использованной литературы:**

1. Ахмеджанов М.А., Борисов О.М. Основные черты строения и развития Срединного и Южного Тянь-Шаня. // Ташкент, Фан, Узб.геол.ж. 1972, №4, С. 26-29.
2. Ахмеджанов М.А., Борисов О.М., Ибрагимов Р.Н. и др. Основные структурные черты Приташкентского района, Разрывные нарушения. В кн.: Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 г. // Ташкент, Фан, 1971, С. 248-259.
3. Ахмеджанов М.А., Борисов О.М., Ибрагимов Р.Н. и др. Разрывные нарушения. В кн.: Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 г. // Ташкент, Фан, 1971, С. 258-268.
4. Скворцов Ю.А. Неотектоника гор Средней Азии. Материалы по четвертичному периоду СССР, вып. I, Москва, АН СССР, 1950.
5. Рыжков О.А., Ибрагимов Р.Н. и др. Тектоника Ташкентской Голодностепской предгорной олигоцен-антропогеновой впадины. Узб.геол.ж..1961, №5, С. 23-26.
6. Якубов Д.Х. Разломы юго-западной части Кураминского хребта. // Ташкент, Фан, 1970.
7. Якубов Д.Х., Борисов О.М. Каратау-Памирский глубинный разлом. Узб.геол.ж., 1963, №6, С. 17-21.
8. Ибрагимов Р.Н., Нурматов У.А. Критерии сеймотектонической опасности Бричмуллинской впадины. В кн.: Проблемы сейсмологии в Узбекистане. // Ташкент, Фан, 2005, № 2, С. 111-116.
9. Якубов Д.Х., Ахмеджанов М.А., Борисов О.М., Региональные разломы Срединного и Южного Тянь-Шаня. // Ташкент: Фан, 1976. 145 с.
10. Борисов О.М. Разломная тектоника Средней Азии/ Металлогенические проблемы Средней Азии. // Ташкент, Фан, 1982, С. 37-53.
11. Васильковский Н.П., Репников М.П. Тектоника и сейсмичность северо-восточной части Ташкентского района. // Ташкент, Изд-во Уз.Фан, 1940, С.
12. Ибрагимов, Сейсмогенные зоны Среднего Тянь-Шаня. // Ташкент, Фан, 1978, 143 с.
13. Ибрагимов и др. Сеймотектонический метод оценки сейсмической опасности и вопросы сейсмического районирования. В кн. Сейсмическое районирование и прогноз землетрясений в Узбекистане. Ташкент, Гидроингео, 2002. стр.59-75.

## **TOSHKENT VILOYATI HUDUDIDAN O‘TGAN SHIMOLIY ANGREN YER YORIG‘INING JOYLASHUVINI ANIQLASH**

**Shukurov Z.F., Isroilov X.B., Qultayev S.K.**

O‘zRFA G‘.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

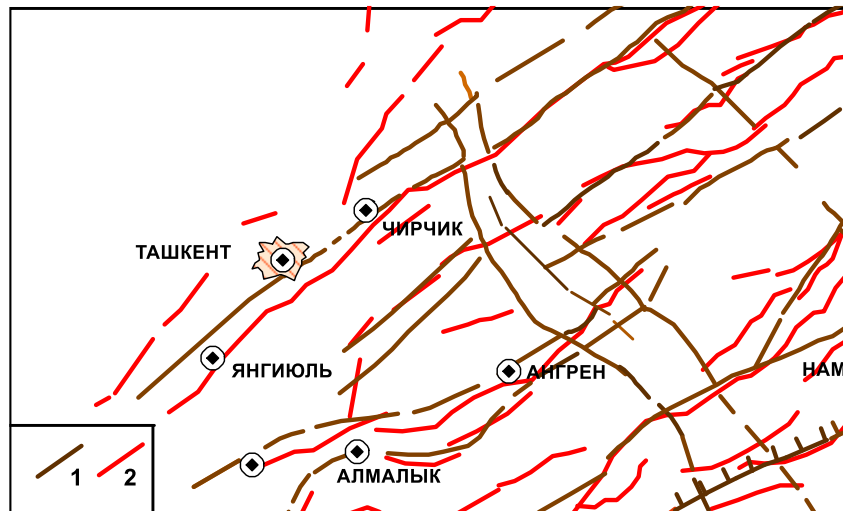
e-mail: [zukhriddin85@mail.ru](mailto:zukhriddin85@mail.ru)

**Dolzarbli** Maqolada Toshkent viloyati hududida olib borilgan instrumental geofizik tadqiqot natijalari keltirilgan. O‘tkazilgan magnitometrik va radiometrik kuzatuvlar orqali Toshkent viloyati hududidan o‘tgan Shimoliy Angren yer yorig‘ining makondagi joylashuvi va yo‘nalishi aniqlangan. Qo‘llanilgan instrumental geofizik usullar orqali faol tektonik yer yorig‘ining makondagi joylashuvlariga aniqliklar kiritilgan.

**Tadqiqotning maqsadi:** Hozirgi kunda kuchli zilzilalarning aksariyat qismi faol tektonik yer yoriqlari zonalarida vujudga kelishi tasdiqlangan. Hududlarni seysmik xavfni baholashda tektonik yer yoriqlari zilzilalarning chiziqli manbaalari sifatida qabul qilingan bo‘lib, ular yer qobig‘i bloklarida yig‘ilgan kuchlanishlarni sarf bo‘ladigan zonalarini aks ettiradi. Amaliyotda yer qobig‘ining faol tektonik yer yoriqlarini aniqlash, ularni ko‘rsatkichlarini (uzunliklari, makondagi joylashuvi, seysmik potentsiali, morfologiyasi va bosh.) baholash alohida ahamiyat kasb etadi. Bugungi kunda Respublika hududi uchun turli miqyosda tuzilgan xaritalar mavjud (Yakubov va bosh., 1976 [2]; Ibragimov va bosh., 1978 [3]; Bachmanov va bosh., 2017 [4]). Ta‘kidlash lozimki aksariyat xollarda tuzilgan xaritalar mayda masshtabli va sxematik (1:1000000; 1:2500000, 1:5000000) xaritalar bo‘lib, ulardagi ma‘lumotlar xar doim ham bir biriga mos kelmaydi. Misol tariqasida 1-rasmda G‘arbiy Tiyon-Shon (Sadikov va bosh., 2021 [5]) va Yevrosiyo [Bachmanov va bosh., 2017] uchun tuzilgan xaritalardan Toshkentoldi hududiga tegishli qismlari keltirilgan. Solishtirish natijasidan ko‘rinib turibdiki yer yoriqlarining makondagi joylashuvi ayrim hollarda bir-biridan keskin farq qiladi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 16 maydagi №PQ-158 “O‘zbekiston Respublikasi axolisi va hududining seysmik xavfsizligini ta‘minlash tizimini yanada takomillashtirishga oid qo‘shimcha chora tadbirlar to‘g‘risida” qarorining 11-bandida “Respublika hududlarida, shu jumladan suv omborlari va yirik tog‘-kon sanoati komplekslarida mavjud faol tektonik yer yoriqlarining ko‘rsatkichlarini o‘rganish, ularning elektron xaritalari va pasportini ishlab chiqish” vazifalari belgilangan. Tadqiqot ishi ushbu qarorning ijrosini ta‘minlash yuzasidan olib borilgan.

Ma‘lumki, Toshkentoldi hududining seysmik faolligi hududda mavjud bo‘lgan faol tektonik yer yoriqlari zonalarida kechayotgan jarayonlar bilan uzviy bog‘liq. Tadqiqot hududida seysmik jihatdan eng faol yer yoriqlari sarasiga Karjantog‘, Toshkentoldi fleksura yoriq zonasi va Piskom yer yoriqlari kiradi. Toshkent-Piskom seysmogen zonasi doirasida o‘tmishdan to shu kungacha ushbu yer yoriqlarining faolligi natijasida yuzaga kelgan 6 ta kuchli ( $M \geq 5.0$ ) zilzilalar qayd etilgan. Bular: Piskom, 1937 yil,  $M=6,5$ ; Burchmulla, 1959 yil,  $M=5,7$ ; Toshkent, 1966 yil,  $M=5,3$ ; Tovoqsoy, 1977 yil,  $M=5,3$ ; Nazarbek, 1980 yil,  $M=5,5$ ; Toshkent, 2008 yil,  $M=4,7$  [6]. Odatda seysmik xavfni hisoblashda seysmik ta‘sirilar seysmogen zonadan hisoblanadi. Vaholanki, seysmogen zonani ajratishda geologik asos sifatida yuqorida qayd etilgan yer yoriqlari qabul qilingan bo‘lsada, zonaning kengligi sodir bo‘lgan kuchli zilzilalarning o‘lchamiga qarab o‘tkazilgan va ularning kengligi 13-17 km, ayrim hollarda 20-25 km gacha o‘zgarib boradi. Bu hol seysmik ta‘sirni hisoblashda ta‘sir qiymatini oshirib baholashga olib kelgan bo‘lishi mumkin. Su o‘rinda seysmogen zonaga asos bo‘lgan yer yoriqlarini joylashuvini aniq baholash alohida ahamiyat kasb etadi. Yer yoriqlarini makondagi joylashuvini aniqlashda dala geologik izlanishlar, geodezik va kosmik suratlarni tahlil qilish usullaridan tashqari instrumental geofizik usullardan foydalash yaxshi natijalar olishga imkon beradi.



**1-rasm. Toshkent viloyati hududidan o'tgan faol tektonik yer yoriqlarining ko'chirma xaritasi**

*1 - G'arbiy Tiyon-Shon hududi faol tektonik yer yoriqlari xaritasidan ko'chirma [Sadikov va bosh., 2021], 2 - Yevrosiyo faol yer yoriqlari bazasidan ko'chirma [Bachmanov va bosh., 2017].*

MDX miqyosida tektonik yer yoriqlari ko'plab olimlar tomonidan o'rgangan, jumladan, Rossiya Fanlar akademiyasining Geosfera dinamikasi instituti professori A.A.Spivak tektonik yer yoriqlari ta'sirida bo'lgan zonalarda geofizik maydonlarni instrumental kuzatish natijalari orqali tahlil qilgan. Bunga ko'ra yer yorig'i zonalarda yer qobig'i bloklarining o'rta qismlariga nisbatan geofizik maydonlarning o'zgarishi sezilarli darajada yuqori bo'lganligini tavsiflagan. Ko'p hollarda yer yoriqlari zonalarda turli tabiatdagi geofizik maydonlar o'rtasida energiya almashinuvi kuzatilgan.

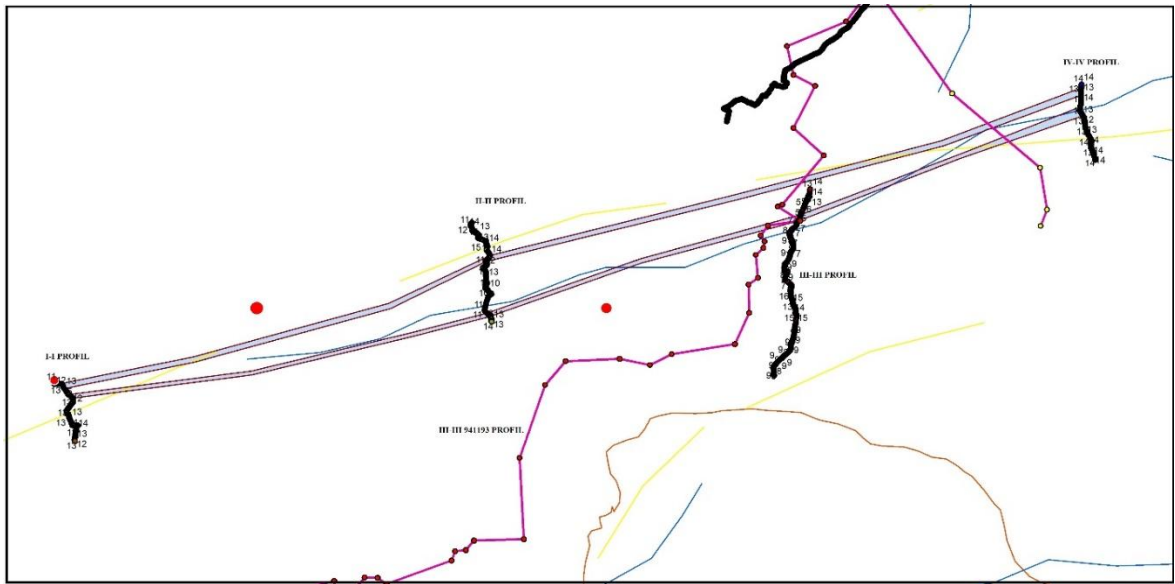
Rossiya Fanlar akademiyasining Ural filiali Komi ilmiy markazi Geologiya instituti yetakchi ilmiy xodimi V.V.Udoratin Vichegod botiqligida olib borgan batafsil magnit-qidiruv ishlarini tahlil qilib, G'arbiy Timan yer yorig'ini magnit maydonning maksimal va minimal qiymatli izochizirlari orqali aniq zona sifatida ajratish murakkabligini, ayrim hollarda uni faqat asos va o'ta asosli tog' jinslari tarqalgan hududlar bo'ylab kuzatish mumkinligini ta'kidlagan.

**Tadqiqot metodikasi.** Toshkent viloyati hududidan o'tgan Shimoliy Angren yer yorig'ining makondagi joylashuvi va yo'nalishini aniqlash maqsadida yer yorig'i zonasini perpendikulyar yo'nalishda kesib o'tadigan to'rtta profil bo'yicha magnitometrik va radiometrik kuzatuvlar o'tkazildi. Kuzatuv ishlari yuqori aniqlikdagi GEM GSM-19T protonli magnitometrlar va SRP-6801 radiometrlari yordamida o'tkazildi(1).

Birinchi - I-I profil (Bo'ka profili) bo'yicha 82 ta punktda hamda ikkinchi - II-II profil (Yangi turmush) bo'yicha 137 ta punktda, III-III profil (Pskent) bo'yicha 256 ta punktda va IV-IV profil (Oxangaron) bo'yicha 89 ta punktda, umumiy hisobda 4 ta profilda 29 km masofada o'lchov ishlari olib borildi. Punktlar orasidagi masofa 50 metrni tashkil qiladi. Ma'lumki, magnitometrik tadqiqotlarda geomagnit maydonning anomal variatsiyalarini aniqlash uchun statsionar stansiyalarda o'lchangan geomagnit maydon qiymatlaridan dalada kuzatilgan geomagnit maydonning bir vaqtdagi qiymatlari ayriladi hamda geomagnit maydonning lokal anomal variatsiyalari aniqlanadi. O'tkazilgan magnitometrik o'lchov natijalari asosida xar 4 ta profil bo'yicha o'zgarishlarni aks ettiruvchi grafiklar tuziladi.

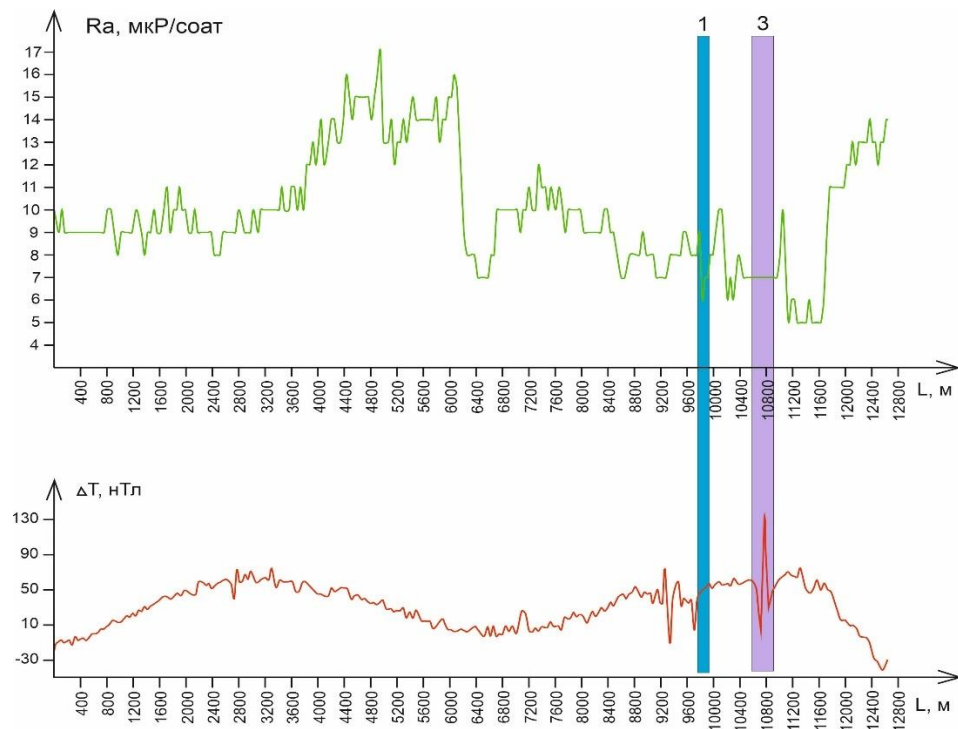
Radiometrik o'lchovlar har bir punktda uch martadan o'lchov o'tkazish natijasida amalga oshirilgan, bunda yakuniy qiyat o'lchangan qiymatlarni o'rtachalashtirish orqali olingan.

natijalar asosida radiometrik maydonning anomal o'zgarishlarining grafiklari tuzilib yer yoriqlari zonalari bilan qo'shma tahlil qilingan.



**2-rasm. I-I, II-II, III-III va IV-IV profillar orqali kesib o'tilgan Shimoliy Angren yer yorig'i zonasining sxematik xaritasi**

**Tadqiqot natijalari.** Har bir punktda o'lchangan magnitometrik va radiometrik ma'lumotlar GNSS ma'lumotlari bilan birgalikda umumlashtirib, exsel dasturida ma'lumotlar bazasi yaratildi. Yaratilgan ma'lumotlar bazasi asosida o'lchov ma'lumotlari uzoqlik va kenglik koordinatalari bo'yicha ArcGIS dasturiga joylandi. Aniqlangan geomagnit va radiometrik maydon variatsiyalari ArcGIS dasturi yordamida mavjud yer yoriqlari bilan taqqoslash orqali yer yoriqlarini geofizik maydonlarda namoyon bo'lishi kuzatildi.



**3-rasm. Piskent profilning grafigi**

Yuqorida keltirilgan 3-rasmdagi grafiklar Piskent profili bo'yicha tuzilgan. Ko'k rangli chiziq bilan V.G.Trifonov va boshqalar tomonidan ajratilgan Toshkent viloyati er yorig'ining xaritada mavjud o'rni keltirilgan. V.G.Trifonov va boshqalarning instrumental tadqiqot natijalariga ko'ra er yoriqlar 9847 metrdan 9897 (50 m) metrgacha.

Binafsha rang bilan esa instrumental o'lchovlarda geofizik maydonlarda namoyon bo'lgan er yorig'i bilan bog'liq anomal variatsiyalar keltirilgan. Grafikdan ko'rish mumkinki binafsha rang bilan ajratilgan zona faol er yorig'ining chegaralari bo'lib, anomal geomagnit va radioaktiv maydonlarda yaqqol ajralib turibdi, Olib borilgan dala tadqiqot kuzatuvlari Arcgis programmasi yordamida kordinata sistemasi asosi(GPS ma'lumotlari)da kuzativ maydoninig geomorfologik jixatlari ham solishtirildi, Kuzatuv maydoninig tarixiy o'rganilganligini ham inobatga olgan holda yer yorig'ining joylashuviga aniqlik kiritildi

Kuzatuv natijalariga ko'ra o'lchangan geofizik maydonlarda faol er yorig'ining namoyon bo'lishi radioaktiv maydonda 10562-10936 metr oraliqda, geomagnit maydonda 10608 metrdan 10985 metrgacha bo'lgan oraliqqa to'g'ri keldi.

Olingan bu natija kuzatilayotgan fizik maydonlarda er yorig'ining dinamik ta'sir zonasi nomoyon bo'lganligini va uning kengligi o'rtacha 374-377 metrni tashkil etishini ko'rsatdi. Grafikdan ko'rish mumkinki binafsha rang bilan ajratilgan zona faol er yorig'ining chegaralari bo'lib, anomal geomagnit va radioaktiv maydonlarda yaqqol ajralib turibdi, radiometrik ulchovlarda 5-6 mkr/soat va magnitometrik ulchovlarda 70-80 nanoteslagacha anomalya kuzatildi. Kuzatilgan anomal o'zgarishlar nuqtalari solishtirilganda, kuzatuv nuqtalari sinxron tarzda ko'tarilish va tishish yo'nalishlarida o'zgargan, Olib borilgan dala tadqiqot kuzatuvlari Arcgis programmasi yordamida kordinata sistemasi asosi(GPS ma'lumotlari)da tahlil qi lindi va kuzativ maydoninig geomorfologik jixatlari ham solishtirildi. Kuzatuv maydonining tarixiy o'rganilganligini ham inobatga olgan holda yer yorig'ining joylashuviga aniqlik kiritildi.

**Xulosa.** Tadqiqot hududida olib borilgan instrumental magnitometrik va radiometrik kuzatuv natijalariga asosan Shimoliy Angren yer yorig'ining chegarasi geomagnit va radioaktiv maydonlarda anomal variatsiya shaklida yaqqol aks etganligi kuzatildi.

Olingan natijalar asosida Shimoliy Angren yer yorig'ining makondagi joylashuviga aniqliklar kiritildi. O'tkazilgan geofizik tadqiqotlar: instrumental geofizik usullar yordamida tektonik yer yoriqlarini tadqiq etish, ularni faolligini baholash, fizik maydonlarda namoyon bo'lishini kuzatish, hududlarning zamonaviy tektonik holatini monitoring qilib borish mumkinligini ko'rsatdi

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Юсупов В.Р., Шукуров З.Ф., Ядигаров Э.М. Каржантоғ чуқур ер ёриғи сеймик фаоллигини геологик-геофизик усуллар мажмуаси билан баҳолаш // Горный вестник Узбекистана”. - 2016. - № 4. - С. 64-67.
2. Якубов Д.Х., Ахмеджанов М.А., Борисов О.М. Региональные разломы Срединного и Южного Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1976. - 148 с.
3. Ибрагимов Р.Н. Сейсмогенные зоны Среднего Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1978. - 144 с.
4. Бачманов Д.М., Кожурин А.И., Трифонов В.Г. База данных активных разломов Евразии // Геодинамика и текто-нофизика. 2017. Т. 8. № 4. С. 711-736.
5. Садыков Ю.М., Нурматов У.А. Сейсмотектоника Западного Тянь-Шаня // Проблемы сейсмологии. 2021. №2. С. 61-72.
6. Нурматов У.А., Шукуров З.Ф., Юсупов В.Р., Исроилов Х.Б. Кулжуктов худуди ер ёриқларининг жойлашувини мажмуавий геофизик усуллар орқали аниқлаш / “Ер ҳақидаги фанларнинг долзарб муаммолари” Республика илмий анжумани материаллари. - Тошкент: ЎзМУ, 2024. 87-89 б.

## **GNSS O'LCHOV MA'LUMOTLARINI QAYTA ISHLASHDA IONOSFERA VA TROPOSFERANING TA'SIRI**

**Abdurakhmonov B.G<sup>1</sup>., Kuchkarov K.I<sup>1</sup>., Alimuxamedov I.M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>FVV Seysmoprognozistik monitoring Respublika markazi, Toshkent shahri

<sup>2</sup>O'zRFA G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

E-mail: [rasm@fvv.uz](mailto:rasm@fvv.uz), tel.: (+99871) 231-96-80

**Dolzarbliqi.** Hozirgi vaqtda GNSS (Global Navigation Satellite System) texnologiyasidan turli sohalarda keng qo'llanilmoqda. Ma'lumki, xalqaro miqyosda seymik monitoring sohasida, yer qobig'ining tektonik harakatlarini o'rganishda ushbu usul alohida o'rin tutadi. Ushbu harakatlar sekin kechuvchi va ko'p hollarda kichik masofada bo'lgani sababli bu boradagi tadqiqotlar millimetr darajadagi aniqlikni talab qiladi. Lekin, GNSS qurilmalariga sun'iy yo'ldoshlardan kelayotgan signallarning aniqligi bir qancha omillar ta'sirida buziladi. Bu esa o'lchovlar sifatiga bevosita o'z ta'sirini ko'rsatadi. Bu omillarni o'rganish, tahlil qilish GNSS kuzatuvlari orqali olib borilayotgan tadqiqotlarning aniqligi uchun muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

**Tadqiqotning maqsadi.** Ushbu maqolaning maqsadi GNSS signal aniqligiga atmosfera ta'siri, xususan ionosfera va troposfera omillari ta'sirini chuqur o'rganish, ularning seysmik monitoring va yer qobig'i harakatlarini o'rganishdagi ta'sirini tahlil qilish hamda xatolarni minimallashtirish imkoniyatlarini ko'rib chiqishdan iboratdir. GNSS tadqiqotlarida o'lchovlar sifatini baholash, ularga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish xatoliklarni kamaytirib, ish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

**Usul va uslublar.** Ionosfera, 50-1000 km balandlikda joylashgan atmosfera qatlami bo'lib, quyosh radiatsiyasi ta'sirida ionlashgan zarralar ya'ni elektronlar va ionlarga ega. GNSS signallari ionosfera qatlamidan o'tayotganda, erkin elektronlar signalning tarqalish tezligini o'zgartiradi, bu esa kechikishni, dispersiyani hosil qiladi. Bu kechikish signal chastotasiga ham bog'liq bo'lib, GPSning L1 (1575.42 MHz) chastotasi L2 (1227.60 MHz) ga nisbatan kamroq kechikadi. Buni quyidagi formula orqali ham izohlash mumkin:

$$\Delta t = \frac{40,3}{c \cdot f^2} \cdot \text{TEC}$$

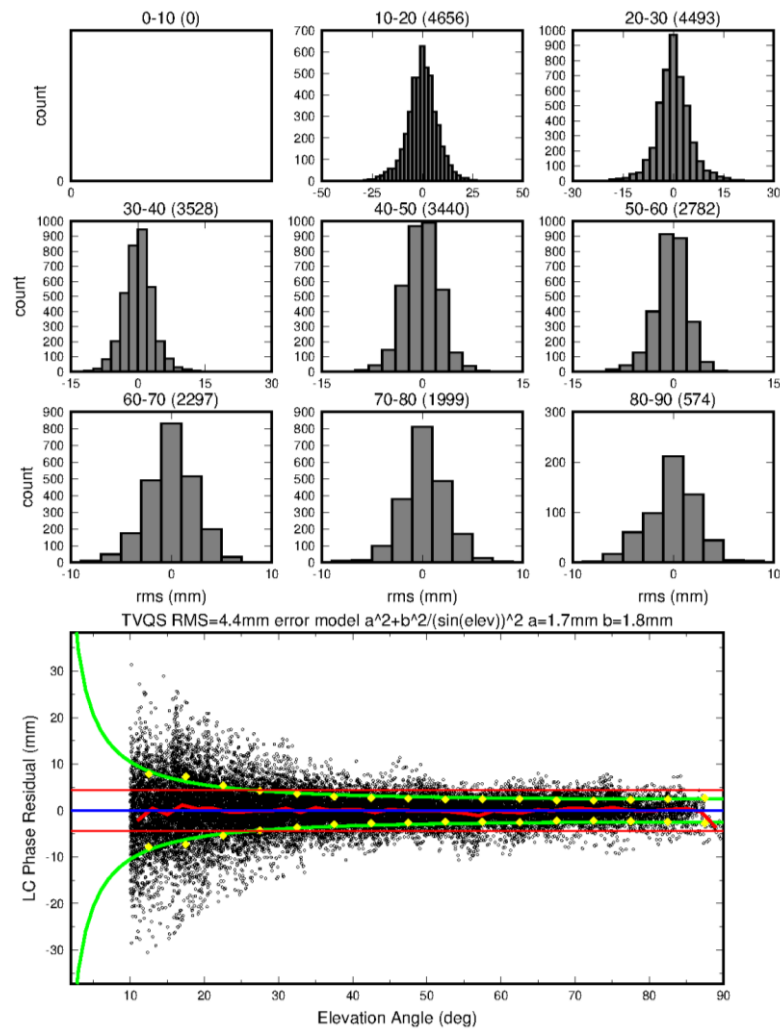
$\Delta t$ -signal kechikishi  
c-yorug'lik tezligi  
f-signal chastotasi (Hz)  
TEC-total Electr on Content (ionosferadagi elektron zichligi)  
40,3-ionosferik kechikish formulasida ishlatiladigan doimiy koeffitsient.

Formulada, kechikish -  $\Delta t$  chastotaning kvadratiga -  $f^2$  teskari proporsional, ya'ni chastota qanchalik yuqori bo'lsa, kechikish shuncha kam bo'ladi.

Ionosfera ta'siri quyosh faolligi, kun vaqti va geografik joylashuvga (masalan, ekvator yaqinida kuchliroq) bog'liq. Bu xatolar yuqori aniqlik talab qiladigan yer qobig'i harakatlarini o'rganishda yaxshigina muammo bo'lib, millimetr darajasidagi aniqlikni pasaytiradi. Troposfera esa yer yuzasidan 10-15 km balandlikgacha bo'lgan qatlam bo'lib, ob-havo sharoitlari, namlik, harorat, bosim tufayli GNSS signallariga ta'sir qiladi. Signal kechikishi ikkiga bo'linadi: quruq kechikish - quruq gazlar tufayli va nam kechikish - suv bug'i tufayli. Quruq kechikish barqaror bo'lib, modellar yordamida tuzatiladi, lekin nam kechikish mahalliy ob-havoga qarab o'zgaruvchan hisoblanadi.

Quyida TVQS (Tovoqsoy) GNSS stansiyasining LC-Phase Residual xatolarining elevation (balandlik) burchaklariga bog'liqligini tahlil qilamiz. TVQS stansiyasidan 31.03.2025 sanasida yuklab olingan fayl (24 soat davomida, 30 s interval bilan o'lchangan) GAMIT&GLOBK dasturida qayta ishlandi (1-rasm).





**1-rasm. TVQS GNSS stansiyasidagi LC-Phase Residual xatolarining elevation burchaklariga bog‘liqligi grafigi, GAMIT&GLOBK**

Rasmning yuqori qismidagi diagrammalar elevation burchaklariga ko‘ra ( $0^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  gacha),  $10^{\circ}$  lik diapazonlarda 9 ta diagrammaga ajratilgan va LC-Phase Residual (faza qoldiqlari) xatolarining taqsimlanishi ko‘rsatilgan. Har bir diapazon uchun gorizontaal yo‘nalish bo‘ylab RMS (Root Mean Square) xatosi millimetrdan berilgan. Vertikal yo‘nalish bo‘ylab esa o‘lchovlar soni keltirilgan. Pastki qism, vertikal yo‘nalishda LC-Phase Residual (mm) va gorizontaal yo‘nalishda elevation burchaklari ( $0^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  gacha) o‘rtasidagi bog‘liqlikni aks ettiradi.

**Natijalar.** Grafikdan ko‘rinib turibdiki, atmosfera ta’siri past elevation burchaklarida ( $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$  va  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ) sezilarli darajada yuqori bo‘ladi, chunki bu burchaklarda signal ionosfera va troposferadan uzunroq yo‘lni bosib o‘tadi.  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$  diapazonida RMS 25 mm bo‘lib, bu eng yuqori xatolikdir. Ionosfera GNSS signallariga eng katta ta’sir ko‘rsatuvchi atmosfera qatlami hisoblanadi. Ionosferadagi erkin elektronlar signalning chastotasiga bog‘liq ravishda kechikish (dispersiya) hosil qiladi, bu esa faza qoldiqlari xatolarini oshiradi. Yuqori elevation burchaklarida ( $70^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) ionosferaning ta’siri kamayadi, chunki signal qisqaroq yo‘lni bosadi, natijada RMS 7-10 mm gacha pasayadi. Umumiy RMS 4.4 mm bo‘lib ushbu xatolik qayta ishlashning birinchi bosqichiga ko‘ra bir kun uchun, joyning koordinatasida mumkin bo‘lgan o‘rtacha xatolik va bu sifatli ma’lumot hisoblanadi.

GNSS stansiyasi ma’lumotlarini qayta ishlashda, xatoliklarni kamaytirish darajasi tanlangan dasturiy ta’minotga, dasturda qo‘llanilayotgan uslub va modellarga ham bog‘liq. Tovoqsoy stansiyasi uchun hisoblangan kunlik RMS=4.4 mm xatolik GAMIT&GLOBK dasturida uzoq davrli kuzatuv ma’lumotlarini qayta ishlash to‘liq yakunlanganda (oylik, yillik vaqti qator

grafiklari yaratilganda, joyning yillik o'rtacha tezligi hisoblanganda) ushbu xatolik bir necha barobargacha kamayadi. GAMIT/GLOBK ionosfera va troposfera ta'sirini ikki chastotali kombinatsiya va modellar (masalan, VMF1), gradientlar yordamida tuzatadi. Double-Difference, Kalman filtrlash va tashqi ma'lumotlar qo'shilishi xatolarni yaxshigina kamaytiradi, bu esa yer qobig'i harakatlarini o'rganishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

**Xulosa.** TVQS stansiyasida Septentrio PolarX5 qurilmasi o'rnatilgan bo'lib, ushbu qurilma GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS, SBAS va NAVIC tizimlaridan signallarni qabul qiladi. Turli tizimlardan foydalanish usuli yo'ldoshlar sonini oshiradi va geometrik aniqlikni (PDOP – Position Dilution of Precision) yaxshilaydi. Shuningdek, yuqoridagi tizimlar orqali ko'psonli sun'iy yo'ldoshlarining turli chastotalari atmosfera ta'sirlarini kamaytirishda, ionosferik kechikishni hisoblashda muhim hisoblanadi. GNSS kuzatuvlarida qabul qiluvchi qurilmaning ko'proq tizimlarni qo'llab quvvatlashi va kengroq diapazondagi chastotalardan foydalanishi signal xatoliklarini kamaytirishga va bu orqali o'lchov sifatini yaxshilashga xizmat qiladi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. T. A. Herring, R. W. King, M. A. Floyd, S. C. McClusky, GAMIT Reference Manual GPS Analysis at MIT, Release 10.6, 2015.
2. T. A. Herring, R. W. King, M. A. Floyd, S. C. McClusky, GLOBK Global Kalman filter VLBI and GPS analysis program, Release 10.6, 2015.
3. <https://glonass-iac.ru/iono/>.

## **STUDY OF THE EARTHQUAKE SOURCE MECHANISM USING CMT METHOD**

**Yakubov A.M, Yakubova N.M, Karimova N.X.**

National university of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: [ahmadyakubov1710@gmail.com](mailto:ahmadyakubov1710@gmail.com) , tel: (88) 007-12-79

**Relevance:** Accurate analysis of earthquake sources parameters is critical for improving seismic hazard assessments and disaster preparedness. The polarity method currently used in Uzbekistan, although valuable, has limitations in complex fault environments. The Centroid Moment Tensor (CMT) method, globally recognized for its accuracy, offers an advanced tool for more detailed and reliable focal mechanism analysis.

**Objective:** The goal of the study is to investigate the focal mechanisms of earthquakes in the Pre-Tashkent region using the CMT method, compare the results with traditional polarity-based solutions [2–5], and evaluate its effectiveness for seismic analysis in Uzbekistan.

**Methods and Tools:** The Centroid Moment Tensor (CMT) method is a modern technique used to determine the focal mechanism and source parameters of the earthquakes. Unlike to the traditional polarity methods, the CMT method analyzes the full seismic waveform data recorded by several stations. It calculates the moment tensor, which represents the type of fault movement (normal, reverse, strike-slip) and the orientation of the fault plane.

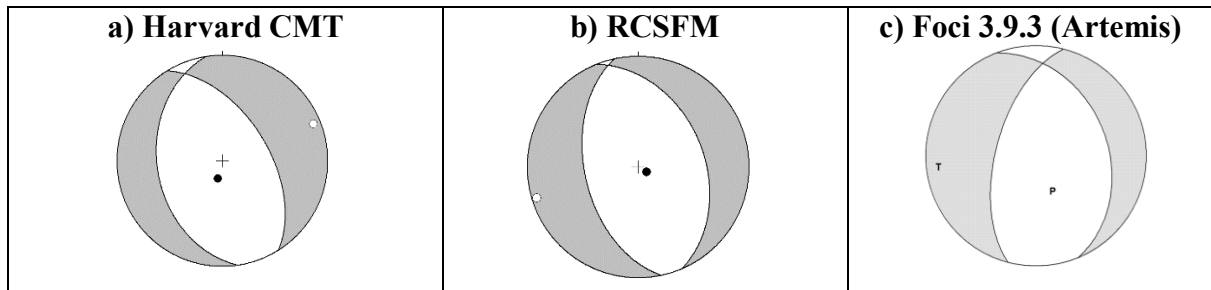
The "centroid" refers to the point inside the Earth where the total seismic energy release is centered, which may differ from the earthquake hypocenter. The CMT method [1] provides information about the fault type, slip direction, and the depth of energy release.

In this method, solutions are more accurate and detailed because they use waveform inversion rather than relying only on first-motion polarities. This method is widely used by global organizations such as GCMT, USGS, and ISC, and is highly effective even in the regions with complex tectonics, like the Pre-Tashkent area.

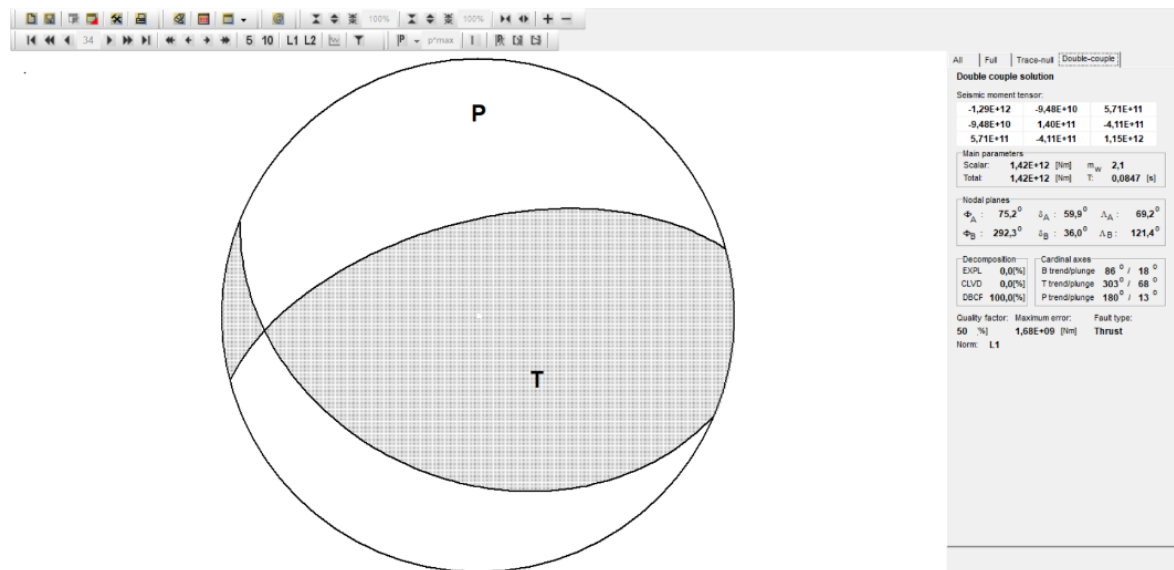
The CMT method employs waveform inversion programs such as Foci 3.9.3 (Artemis) [4]. We have performed the comparative analysis using data from the Harvard CMT catalog [3], RCSFM [5] first motion polarity solutions, and compared them with our results.

**Results:**

- CMT analysis of the earthquakes occurred on November 23, 2023 in Tajikistan [5] and March 12, 2025 in Tashkent region are confirmed consistently with Harvard [2] and RCSFM [5] solutions (Fig. 1).
- The focal mechanism of the March 12 earthquake [5] revealed predominantly reverse faulting, confirming the tectonic compression regime in the Pre-Tashkent region (Fig. 2).



**Fig. 1 Comparison of results obtained from three methods:**



**Fig. 2: The focal mechanism solution of the March 12, 2025, earthquake using the Foci 3.9.3 (Artemis) program.**

**Conclusions:** The study has confirmed the effectiveness and practical advantages of the CMT method for the focal mechanism analysis in Uzbekistan.

Its practical application provides more reliable data for seismic hazard assessments and can significantly improve the standards of seismological research in the country.

The CMT method proved reliable even with limited station coverage, outperforming first motion polarity based methods in both accuracy and completeness.

**References.**

1. International Seismological Centre (ISC). (2012). *NMSOP-2: New Manual of Seismological Observatory Practice*. GFZ German Research Centre for Geosciences.
2. Global Centroid Moment Tensor (GCMT) Project. <https://www.globalcmt.org>
3. Harvard CMT Catalog. <https://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
4. Foci Software. (n.d.). <https://www.induced.pl/software/foci>
5. RCSFM - Republican Center of seismic forecasting monitoring. <http://smrm.uz>

## **II-BO‘LIM**

### **SEYSMIK JADALLIKNI BAHOLASHDA GRUNT SHAROITINING O‘RNI**

#### **АСОСИ ЧЎКУВЧАН ГРУНТЛАРДАН ИБОРАТ БИНО ПОЙДЕВОРИНИНГ СЕЙСМИК КУЧЛАР ТАЪСИРИДА ГОРИЗОНТАЛ ВА ОҒМА ТЕБРАНИШЛАРИ**

**Мардонов Б.М.<sup>1</sup> Ахмадалиев А.Х.<sup>2</sup> Ядигаров Э.М.<sup>3</sup> Бозоров Ж.Ш.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ЎзРФА Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти, Тошкент шаҳри

<sup>2</sup> Фарғона Давлат техника университети

<sup>3</sup> ЎзРФА Ғ.О.Мавлонов номидаги Сейсмология институти, Тошкент шаҳри

e-mail: [abdulxafizahmadaliyev19@gmail.com](mailto:abdulxafizahmadaliyev19@gmail.com) , тел: +99890 4085359

Замонавий урбанизация жараёнларида аҳоли сонининг ўсиши билан бир қаторда инфратузилма объектларига бўлган талаб ҳам ортиб бормоқда. Шаҳарсозликнинг жадаллашуви, мавжуд ҳудудлардан максимал фойдаланиш эҳтиёжи, кўп қаватли биноларнинг қурилиш суръатларини оширишни тақозо этмоқда. Бироқ ушбу қурилишлар кўплаб ҳолатларда мураккаб геологик ва гидрогеологик шароитларда олиб борилмоқда. Айниқса, лёссимон, ёки сувга тўйин увчан грунтлар жойлашган ҳудудларда барпо этилаётган бинолар ва иншоотлар пойдеворларининг ишончилиги, уларнинг асос грунтлари билан ўзаро таъсир механизми ва бунинг натижасида юзага келадиган деформацион ҳолатлар долзарб муаммолардан бирига айланмоқда [1-18].

Биноларнинг нотекис чўкиш ва қийшайиши муаммоси халқаро миқёсда кенг кўламда ўрганилган бўлсада, айти жарраёнларнинг табиати, ривожланиш динамикаси ва хавфли чегаралари ҳар бир муайян лойиҳа учун алоҳида таҳлилни талаб қилади. Масалан, Канададаги Транскон элеваторининг 1913-йилда чўкиши, Россиянинг Мурманск вилоятидаги темир йўл кўприги кулаш ҳолати, Қозоғистоннинг “Бесоба” турар-жой биносининг бутунлай кулаб тушиши ёки Тошкентнинг Наққошлик кўчасида қурилган торт қаватлик турар-жой биносининг фойдаланишга топширилгандан сўнг кўп ўтмай бинода сезиларли даражада чўкишлар кузатилиб бинонинг конструктив элементлари ва деворларда ёриқлар пайдо бола бошлади ёриқларнинг ўлчамлари бир икки см га етиб борди бунинг натижасида қурилган бино фойдаланишга яроқсиз болиб қолди-барчаси геологик изланишлардаги камчиликлар, асос грунтларнинг нотўғри баҳоланиши ва нотўғри лойиҳалаштирилган пойдевор тизимлари натижаси сифатида юз берган. Бу каби мисоллар нафақат техник сабоқлар беради, балки инсон ҳаёти ва мол-мулк хавфсизлигини таъминлаш йўлида қандай чоралар зарурлигини кўрсатади [21-25].

Тизимнинг бирор компонентида юзага келадиган номутаносиблик бутун иншоотнинг издан чиқишига сабаб бўлиши мумкин. Айниқса, пойдеворларнинг нотекис чўкиши натижасида ҳосил бўладиган қийшайишлар-конструктив элементлар ўртасидаги боғланишларнинг бузилиши, деформацияларнинг қайта тақсимланиши, кучланишларнинг ортиши, ёриқлар ва ҳатто тўлик қулашлар билан яқунланади [23].

Муҳандислик-геологик шароитлар, айниқса, лёссимон, кам зичликдаги аллювиал ётқиқиқлар, ёки кўчишга мойил қатламларнинг мавжудлиги иншоот пойдеворларининг лойиҳалаш босқичида чуқур таҳлилни талаб қилади. Чунки бундай грунтларнинг физик-механик хоссалари ўзгарувчан бўлиб, улар ташқи юкламаларга сезгир жавоб қайтаради. Шу сабабли, геотехник изланишлар, мустаҳкамлаш технологиялари, мониторинг тизимлари ва соزلанувчи пойдевор тизимлари ҳозирги қурилиш муҳитида муҳим рол ўйнайди [23-24].

Биноларнинг нотекис чўкиши қуйидаги асосий омиллар билан изоҳланади:

- грунт зичлигининг чуқурлик бўйлаб нотекис тақсимланиши;
- ер ости сувларининг сатҳи ва уларнинг динамик ҳаракати;
- асос грунтларида юмшоқ қатламлар мавжудлиги;

• қурилиш технологияларининг бузилиши, айниқса, асоснинг зичлашиши ҳисобга олинмаганда;

- бинонинг турли қисмларида пайдо бўладиган юкламаларнинг фарқланиши;
- динамик юклар (транспорт, вибрациялар, зилзилалар) таъсири.

Чўқувчан грунтларда барпо этиладиган биноларни қуриш ва фойдаланиш даврида уларда сезиларли нотекис деформациялар юзага келиши сабабли пойдевор лойиҳалашни мураккаблаштиради, бу эса бинонинг авария ҳолатига ёки яроқлилигини йўқотишига олиб келиши мумкин. Шунинг учун чўқувчан грунтларда бино ва иншоотларни барпо этишда грунтнинг чўқувчанлиги бинога салбий таъсир қилиш оқибатларини олдини олиш ёки бартараф этишга ҳамда тузилмаларнинг шикастланишининг олдини олиш ва ушбу шароитларда бинолар ва иншоотларнинг нормал ишлашини таъминлаш учун ҳар хил чоралар қўлланилади [12-19].

Чўқувчан грунтларда бино ва иншоотларни лойиҳалаш, қуриш ва улардан фойдаланиш назариясини такомиллаштиришнинг аҳамияти қуйидагилар билан белгиланади:

– энг интенсив қурилиш жойларида чўқувчан грунтларнинг кенг тарқалиши;

– чўқиш деформацияларини ҳисобга олган ҳолда қурилиш харажатларининг муқаррар равишда ошиши;

– Баъзан чўқиш деформацияларини етарли даражада тўлиқ ҳисобга олмаган ҳолда бинолар ва иншоотларнинг конструкцияларида йўл қўйиб бўлмайдиган деформациялар ва шикастланишлар юзага келади. Пойдеворлардан тушадиган юк таъсирида унинг асосида сиқилиш деформацияси номаён бўлиб, иншоотни чўқишга олиб келади. Қуриладиган бино ва иншоотлар ҳам унинг ўқлари бўйича тушадиган юклар ҳар хил бўлганлиги сабабли пойдевор қурилмаларининг ўлчамлари ва у орқали заминга узатиладиган юк ҳар хил, шу сабабли улар таъсиридаги чўқишни абсолют қиймати ҳам ҳар хилдир. Бу ҳолат бино ва иншоотлар замини нотекис чўқишга сабаб бўлиб, асосий юк кўтарувчи қурилмаларнинг қўшимча деформацияланишга ва уларни бузилишига сабаб бўлади. Лекин қурилиш практикасида қуриладиган бино иншоотларнинг ишлаш жараёнидаги талабларига кўра, қўшимча ва нотекис деформацияланиши мумкин эмас [20-22].

Бинонинг пойдеворга нисбатан энг катта кўчиши бинони сейсмик изоляциясини таъминлашдаги асосий кўрсаткичи ҳисобланади. Бу йўналишда амалга ошириладиган тадқиқотларда асосий эътибор пойдевор атрофидаги грунтлар хоссагини ўрганишга қаратилган. Бу грунтлар одатда дисперсион хоссага эга бўлиб, динамик куч таъсирида механик характеристикасини ўзгартиради. Грунт бу кучлар таъсирида зичлигини ошириши (виброкомпрессия ҳолати) муддатли вибрация (титраш) таъсирида қайтмас силжиш ва ҳажмий деформацияни ҳолатлари юзага келади [23-25].

Бундай қурилмаларнинг кўрсаткичларини грунт хоссалари билан боғлаш орқали ҳимояланаётган бино ва иншоотнинг динамик кўрсаткичларини ўзгартириш имкони яратилади. Актив сейсмик ҳимоя қурилмаларини бино ва иншоотларда қўллаш уларнинг сейсмик таъсирларга қаршилигини сезиларли даражага оширади. Бинонинг чуқувчанлиги унинг оғиш бурчагига боғлиқ бўлиб, сейсмик куч зарбавий ҳолатда бўлса, бино пойдеворнинг оғиш бурчаги билан буровчи куч орасидаги боғланиши юкланиш ва юксиланиш давларида бир бирдан кескин фарқ қилалади. Бино пойдеворининг сейсмик кучлар таъсирида горизонтал ва оғма тебранишлари таҳлил этилган бўлиб бундай тебранишлар қуйидаги тенгламалар ёрдамида изоҳланади.

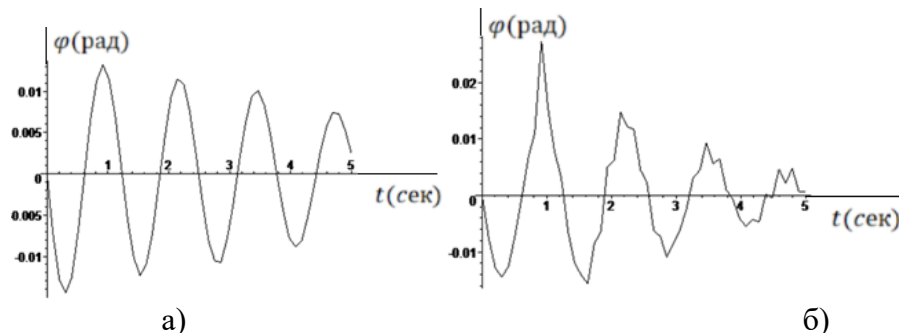
$$M\ddot{x} = F_x(x_0 - x - h_0\varphi) - \mu_x(\dot{x} - h_0\dot{\varphi})F_n, \quad (1)$$

$$J_y\ddot{\varphi} = Gh_0\varphi - F_\varphi(\varphi) + F_x h_0(x_0 - x - h_0\varphi) - \mu_\varphi J_n \dot{\varphi} + \mu_x(\dot{x} - h_0\dot{\varphi})h_0 F_n = A_0 \sin(\omega t) \quad (2)$$

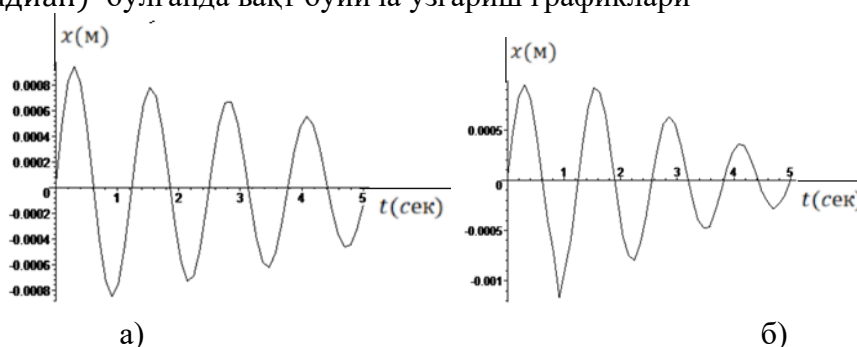
$$F_\varphi(z) = c_\varphi z \quad \text{при } z \leq z_{\varphi s}, F_\varphi(z) = c_\varphi(z_{\varphi s} + \gamma(z - z_{\varphi p})) \quad \text{агар } z \geq z_{\varphi s} \text{ и } \dot{z} > 0 \\ F_\varphi(z) = c_\varphi[z_{\varphi s} + \gamma(z_{\varphi p} - z_{\varphi s}) - z + z_{\varphi p}] \quad \text{агар } \dot{z} < 0 \quad (3)$$

(1) тенглама ёрдамида пойдеворнинг силжишдаги соф характани аниқлаш мумкин. (2) ва (3) лар эса пойдеворнинг оғиш жараёнини белгиловчи тенглама бўлиб, унинг оғиш бурчаги билан

бураш momenti орасида боғланиш иккита тўғри чизик орқали ифодаланади. 1 ва 2 расмларда оғиш бурчаги  $\varphi$  (радиан) ва горизонтал кўчишининг  $z_{x\varphi} = \varphi_{кр}$  иккита қийматида вақт бўйича ўзгариш графиклари келтирилган. Ҳисобларда қўйидаги қийматлар қабул қилинган  $M = M_i = 392100\text{кг}$  ( $i = 1.5$ ),  $h = 2\text{м}$ ,  $a = b = 2.83\text{м}$ ,  $c_x = \frac{3 \cdot 10^6\text{Н}}{\text{м}^3}$ ,  $c_\varphi = \frac{2 \cdot 10^6\text{Н}}{\text{м}^3}$ ,  $c_{ix} = \frac{8 \cdot 10^6\text{Н}}{\text{м}^3}$ ,  $\mu_x = 72080\text{Нс/м}$ ,  $\mu_\varphi = 91606\text{Нс/м}^3$ ,  $k = 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ ,  $A = 0.005\text{м}$ ,  $\omega = 5 \text{сек}^{-1}$



Расм.1. Пойдевор оғиш бурчагининг унинг чегаравий қийматлари  $\varphi_{кр} = 0.0006$  (а)  $\varphi_{кр} = 0.0005$  (б) (радиан) бўлганда вақт бўйича ўзгариш графиклари



Расм.2. Пойдеворнинг силжишдаги кўчишининг оғиш бурчагининг чегаравий қийматлари  $\varphi_{кр} = 0.0006$  (а)  $\varphi_{кр} = 0.0005$  (б) (радиан) бўлганда вақт бўйича ўзгариш графиклари

**Хулоса.** Замонавий шаҳарсозлик жараёнлари ва инфатузилма ривожланиши билан бирга, аҳоли сонининг ўсиши ва янги бинолар қурилиши талаби ортомқда. Бироқ, бу қурилишлар кўп ҳолларда мураккаб геологик ва гидрогеологик шароитларда амалга оширилмоқда. Айниқса, чўкувчан ва нам грунтларда биноларни қуриш пойдеворларнинг ишончлилиги ва иншоатларнинг хавфсизлиги учун катта муаммоларни келтириб чиқаради. Бундай муаммоларни олдини олиш учун геотехник тадқиқотлар, пойдевор тизимларини мустаҳкамлаш, мониторинг тизимларини жорий этиш ва сейсмик изоляция технологияларидан фойдаланиш зарур. Шунингдек, чўкувчан грунтларда пойдеворлар ва структураларни лойиҳалашда, геологик ва гидрогеологик шароитларни чуқур таҳлил қилиш ва қурилиш технологияларини тўғри танлаш муҳимдир. Бундан ташқари, бундай қурилишларда пойдевор ва тузилмалар орасидаги боғланишлар ва деформацияларни камайтириш, барқарорликни ошириш учун махсус техник ёндашувлар ва мустаҳкамлаш усуллари қўлланилиши керак.

#### Адабиётлар рўйхати:

1. Абелев М.Ю. Анализ аварий сооружений из-за потери устойчивости и деформации фундаментов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1992. – №1. – С. 24-2
2. Гарагаш Б.А. Надежность пространственных регулируемых систем «сооружение-основание» при неравномерных деформациях основания. – М., 2004. – 56 с. 26.
3. Горбунов – Посадов М. И., Ильичев В.А. Основания, фундаменты и подземные сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.

4. Гендель Э.М. О предотвращении и устранении осадок зданий и сооружений, возведенных на грунтах второго типа по // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1986. – №6. – С.
5. Зарецкий, Ю.К. Расчеты сооружений и оснований по предельным состояниям//Основание и фундаменты. Механика грунтов. – М.–2003.–№3.–С. 2-9.
6. Клепиков С.Н. Расчет конструкций на неупругом основании при сложном нагружении / С.Н. Клепиков // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1983. – №5. – С. 15-17.
7. Клепиков С.Н. Методические рекомендации по определению коэффициентов жесткости оснований зданий и сооружений. – Киев: НИИСК, 1977. – 32 с. 61
8. Косаренко, Н.А. Казначевский, Г.Д. Яроцкий.–Строительство и архитектура Узбекистана, 1980. – №12. – С. 9-11.
9. Косицын Б.А. К учету нелинейно деформированных крупнопанельных стен при расчете зданий на неравномерные осадки / Б.А. Косицын // Исследования по теории и методам расчета строительных конструкций. – М.: Стройиздат. – 1979. – С. 75-83. 65.
10. Ломизе Г.М. Исследование закономерностей развития напряженно деформированного состояния песчаного основания при плоской деформации / Г.М.
11. Ломизе, А.Л. Крыжановский, В.Ф. Петряин // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1972. – №1. – С. 4-7. 69.
12. Медников И.А. Коэффициенты постели линейно – деформируемого многослойного основания /И.А. Медников // Основания фундаменты и механика грунтов. – 1967. – №4. – С. 10-12.
13. Метелюк Н.С. Фундаменты каркасных зданий на деформируемых основаниях / Н.С. Метелюк, А.Б. Коновалова. Промышленное строительство и инженерные сооружения. – 1990. – №1. – С. 26
14. Сорочан Е.А. Крупнопанельное здание гибкой конструкции на просадочных грунтах / Е.А. Сорочан, Д.Л. Шапиро, Н.Н. Сидорова, И.Д. Беспалый – М.: Стройиздат, 1964 – 112 с.
15. Шумовский В.П. Развитие методов выравнивания зданий и сооружений / В.П. Шумовский // Конструкции зданий и сооружений, возведенных в сложных инженерно-геологических условиях. – М. ЦНИИСК, 1984. – С. 86-92.
16. Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Взаимодействие здания и основания// Реконструкция городов и геотехническое строительство. – СПб: Стройиздат. –2002. – №2. – С. 7.
17. Wang Wenjing, Lin Zhao, Yuanzhen Liu, Zhu Li. Mechanical properties and stress–strain relationship in axial compression for concrete with added glazed hollow beads and construction waste // Construction and Building Materials. – 2014. – №71.–P. 425-434.Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. СП 24.13330.2011.–М.: Министерство регионального развития РФ, 2011. – 112 с.
18. Глушков Г. И. Расчет сооружений, заглубленных в грунт Москва. Стройиздат 1977 285 с.
19. Свод правил по проектированию и строительству. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП Н-7-81\*. СП 14.13330.2011. – М.: Министерство регионального развития РФ, 2011. – 167 с.
20. Свод правил по проектированию и строительству. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. СП 20.13330.2011. М.: Министерство регионального развития РФ, 2011.–86 с.
21. [bcrash.ru/p=3198](http://bcrash.ru/p=3198)
22. Х. З. Расулов, И. О. Одилов Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар. Тошкент-1986.
23. Х. З. Расулов, Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар. Ташкент-1993.
24. З. С. Бузруков, Грунтлар механикаси, замин ва пойдеворлар. Ташкент-2009.
25. Я. Д. Гилман Оснавания и фундаменты на лессовых просадочных грунтах. -1991

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ СДВИГУ И СЖИМАЕМОСТЬ СУГЛИНКОВ МУЙНАКСКОГО РАЙОНА КАРАКАЛПАКСТАНА

**Аимбетов К.Ш.**

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук  
Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г.Нукус  
e-mail: [aimbetovkamalatdiy@gmail.com](mailto:aimbetovkamalatdiy@gmail.com)

**Актуальность.** Для улучшения экологической обстановки в южном Приаралье, коллективом САНИИРИ было выработано предложение оградить от моря его южную часть протяженной плотиной, создав, как бы, авандельту на отметке 53 м. с тем, чтобы подпереть дельту восстановить, пусть и в усеченном виде естественный экологический профиль [1]. В рамках этого предложения Консорциум компаний в составе «Евроконсалт» и «Ветландгрупп» (Нидерланды) и сельскохозяйственный центр ЛТД из Ташкента представили исполкому МФСА и Мировому банку отчет по разработанному ими проекту «Восстановление увлажненных земель Аральского моря в Республике Узбекистан. [2-3] В этом проекте предложено создать в южном Приаралье систему озер и вэландов. Для повышения устойчивости плотины от воздействия волновых давлений часть плотины была покрыта бетонными блоками (в форме тетраэдра).

**Цель исследований.** В целях оценки состояния тела плотины Междуреченского водохранилища Муйнакского района в мае 2024 года были обследовано тело северной дамбы Междуреченского водохранилища, которые включали отбор проб грунтов и лабораторное определение физико-механических показателей грунтов тела плотины. Во время полевых исследований был открыт шурф глубиной 1,5 м и в целях установления изменения плотности по глубине через каждые 0,5 м при помощи стандартных колец объемом 50 см<sup>3</sup> были отобраны пробы грунтов естественной плотности. Исследования показали, что тело плотины сложена суглинками твердой консистенции .

**Метод и методологии.** Физико-механические свойства грунтов, слагающих площадку проектируемого строительства, изучались лабораторными. Лабораторные исследования грунтов включили в себя определение, плотности, влажности, пределов пластичности, прочностных и деформационных параметров. Компрессионные испытания и испытания глинистых грунтов на срез выполнялись на образцах природной влажности. Определение сопротивления грунтов срезу выполнялись по схеме быстрого консолидированного среза при уплотняющих нагрузках 0,1-0,2-0,3 МПа. Компрессионные и испытания грунта на срез проведена на приборе Литвинова.

**Результаты.** В таблице-1 представлены результаты лабораторных исследований физико-механических показателей грунтов естественного сложения, которые были взяты с глубины 1,0м.

### Физико-механические показатели суглинков естественной влажности и плотности

Таблица-1

Коэфф ициент порист ости, е	Приро дная влажн ость, W, %	Характерные влажности, %		Чис ло показ атель текуч ести, I <sub>L</sub> , %	Угол внутренн его трения в градусах	Удельн ое сцепле ние, КПа	Компрес. модуль деформации, E, МПа на ступени давления 0,1-0,2 МПа	
		влажнос ть на пределе текучест и, %	влажнос ть на пределе раскаты вания, %					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,622	11,8	24,2	19,3	12,6	-0,60	28,81	13,3	7,58



Известно, что прочность и сжимаемость глинистых грунтов зависит от их плотности. В целях оценки влияния плотности суглинка на механические показатели суглинка были проведены лабораторные испытания грунтов на компрессионном и сдвиговом приборах при значениях коэффициента пористости 0,55; 0,65 и 0,75. Для этого были сформированы образцы грунта близкой к оптимальной влажности уплотнения [3-4] которая составляет 20 процентов.

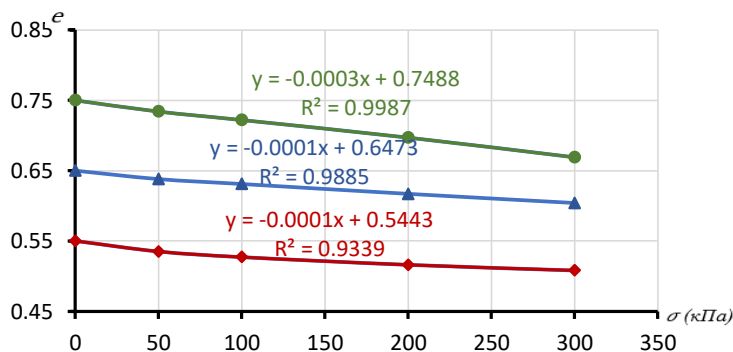
В таблице-2 представлены результаты определений физико-механических показателей грунта различными значениями коэффициента пористости, анализ, которой показывает, что с ростом плотности грунта увеличиваются их механические показатели.

**Физико-механические свойства искусственно сформированных грунтов.**

Таблица-2

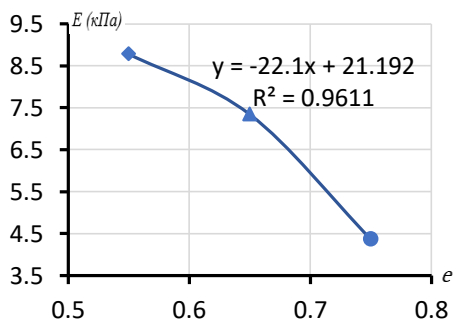
Коэфф ициент порист ости, e	Влажн ость, %	Характерные влажности, %		Чис ло пласт ичнос ти %	Показ атель тежес кости, I <sub>L</sub>	Угол внутреннег о трения в градусах, φ	Удель ное сцепл ение, КПа	Компрес. модуль деформации E, МПа на ступени давления 0,1-0,2 МПа
		влажнос ть на пределе тежес ти, %	влажнос ть на пределе раскаты вания, %					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,55	20,0	26,0	18,0	8,0	0,25	26,57	33,30	8,78
0,65	20,0	26,0	18,0	8,0	0,25	24,23	13,30	7,34
0,75	20,0	26,0	18,0	8,0	0,25	21,80	6,70	4,36

На рис. 1 представлены компрессионные кривые для различных значений начального коэффициента пористости, анализ которых показывает, что они аппроксимируются линейными функциями.

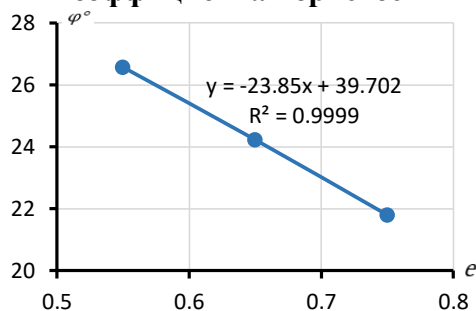


**Рис. 1 Компрессионная сжимаемость грунтов (e=0,55; e=0,65; e=0,75)**

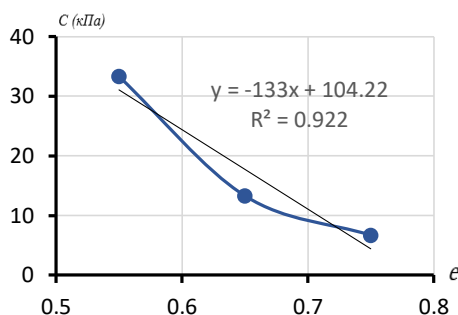
На рисунках 2-4 представлены графики, которые показывают изменение значений модуля деформации, угла внутреннего трения и удельного сцепления в зависимости от коэффициента пористости.



**Рис. 2. Зависимость модуля деформации от начального значения коэффициента пористости**



**Рис. 3. Зависимость значения угла внутреннего трения от начального коэффициента пористости**



**Рис. 4. Зависимость значения удельного сцепления от начального коэффициента пористости**

Анализ графиков, представленных на рисунках 2-4 показывает, что с ростом коэффициента пористости уменьшаются значения модуля деформации, угла внутреннего трения и удельного сцепления, причем все эти зависимости аппроксимируются линейными функциями.

**Заключение.** Установлены экспериментальные зависимости модуля деформации, угла внутреннего трения и удельного сцепления от коэффициента пористости. Все эти зависимости аппроксимируются линейными функциями. При укреплении и реконструкции тела плотины необходимо уплотнить грунт до коэффициента пористости  $e = 0,55$ , что позволит увеличить устойчивость плотины.

#### Список литературы:

1. Духовный В.А., Разаков Р.М., Косназаров К.А., Рузиев И.Б. Журнал «Вестник пустынь» №3 1983.
2. Духовный В.А., Юде Шуттер «Южное Приаралье - новые перспективы». Ташкент 2003, -153 с.
3. Аимбетов И.К., Изимбетов Е.Т., Искендеров Б.К Сапарниязов Б., Бекмуратова П., Аимбетова З. Оценка напряженно-деформированного состояния северной части плотины междуреченского водохранилища. Вестник Каракалпакского отделения АН РУз, №1, 2023 –с.19-22.
4. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Москва, Стройиздат: 1985, 480 с.
5. Гольдин АЛ., Рассказов Л.Н. Проектирование грунтовых плотин. Москва, «Энергоатом». -304 с.

## **ҚИЯЛИКЛАР ЯҚИНИДАГИ ГРУНТЛАРНИНГ СТАТИК ВА ДИНАМИК ЮКЛАМАЛАР ТАЪСИРИ**

**Тошмуқумов Бехзод Жуманазар ўғли**  
Самарқанд давлат архитектура қурилиш университети

**Долзарблиги.** Қияликлар яқинидаги қурилиш майдонларида грунтларнинг физик-механик хусусиятларининг статик ва динамик юкламалар таъсирида ўзгариши, қуриладиган иншоотларнинг барқарорлиги ва хавфсизлигига жиддий таъсир кўрсатади. Ўзбекистоннинг сейсмик фаол минтақаларида, жумладан, Самарқанд, Бухоро, Тошкент ва Фарғона каби шаҳарларда қиялик яқинидаги қурилишлар сони ортиб бормоқда. Бу эса иншоотларнинг барқарорлигига таҳдид солади ва сейсмик фаоллик натижасида юзага келиши мумкин бўлган зарарларнинг иқтисодий ва ижтимоий оқибатларини кучайтиради. Ҳозирги кунда мавжуд тадқиқотларда қиялик яқинидаги грунтларнинг динамик юкламаларга нисбатан узоқ муддатли барқарорлиги ва гидрогеологик омиллар таъсири етарлича ўрганилмаган. Шу боис, ушбу масаланинг илмий ва амалий жиҳатдан чуқур тадқиқ этилиши долзарб вазифа ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг мақсади.** Қияликлар яқинидаги грунтларнинг статик ва динамик юкламалар, шунингдек, гидрогеологик омиллар таъсиридаги физик-механик ўзгаришларини ўрганиш, уларнинг сейсмик барқарорлигини баҳолаш ва Ўзбекистоннинг сейсмик фаол минтақаларида қурилиш иншоотларининг хавфсизлигини таъминлаш учун самарали инженерлик ечимлар таклиф қилишдан иборат. Тадқиқот доирасида қиялик яқинидаги грунт намуналари лаборатория ва моделлаштирилган ясси лотокларда синовдан ўтказилиб, юкламалар таъсиридаги деформациялар ва барқарорлик хусусиятлари таҳлил қилинди.

**Усул ва услублар.** Тадқиқотда қуйидаги усуллар ва услублар қўлланилди:

- **Геотехник лаборатория тадқиқотлари:** Одометр синовлари грунтларнинг сиқилиш хусусиятларини аниқлаш, табиий қиялик бурчаги, ички ишқаланиш бурчаги, уч ўк бўйича сиқиш синовлар эса грунтнинг кесишга чидамлилиги ва деформация модулини баҳолаш учун ўтказилди.
- **Майдон тадқиқотлари:** моделлаштирилган ясси лотокларда грунт намуналаридан фойдаланган ҳолда грунтнинг турғунлик ва мустаҳкамлик хусусиятлари, статик ва динамик юкламалар таъсирида грунт параметрлари ўзгаришини кузатиш ишлари амалга оширилди..
- **Геофизик усуллар:** Сейсмик томография грунт қатламларининг тузилишини аниқлаш, грунтларда тебраниш тўлқинини тарқалиш тезлигини аниқлаш учун ишлатилди.
- **Математик моделлаш:** Plaxis 2D ва GeoStudio дастурлари ёрдамида грунтларнинг статик ва динамик юкламаларга реакцияси моделлаштирилди, шунингдек, гидродинамик хавфлар таҳлил қилинди.
- **Статистик таҳлил:** Натижалар регрессия таҳлили ва дисперсион таҳлил усуллари ёрдамида қайта ишланди, бу эса маълумотларнинг ишончлилигини оширди.

Тадқиқот объекти сифатида Самарқанд вилоятининг сейсмик фаол қиялик яқинидаги худудлардан олинган қум ва чақиқ тош (шебёнка) грунт намуналари танланди.

**Натижалар.** Тадқиқот натижалари қуйидаги хулосаларга олиб келди:

- Қиялик яқинидаги қум ва чақиқ тош (шебёнка) грунтларнинг структураси ва механик хусусиятлари юклама турига қараб ўзгарди: статик юкламаларда грунтнинг сиқилиш

модули 10-15% га пасайди, динамик юкламаларда эса заралар аро боғланиш кучи 20-25% га камайди.

- Статик юкламалар таъсирида грунтларда вертикал 3-5 см чўкиш ва горизонтал сурилиш кузатилди, айниқса, грунтларга кўшимча босим таъсир этганда бу кўрсаткич юқори бўлди.
- Динамик юкламалар, хусусан, сейсмик таъсирлар натижасида грунтларнинг барқарорлиги сезиларли даражада пасайди.
- Plaxis 2D ва GeoStudio дастурлари ёрдамида олиб борилган математик моделлаш натижалари моделлаштирилган ясси лоток синовлари билан 90% мослик кўрсатди, бу тадқиқотнинг илмий асосланганлигини тасдиқлади.

### **Хулосалар**

Қияликлар яқинидаги қурилиш майдонларида грунтларнинг барқарорлигини таъминлаш мақсадида қуйидаги тавсиялар ишлаб чиқилди:

- Қурилишдан олдин намуналар ва сейсмик томография усулларида фойдаланган ҳолда кенг қамровли геотехник тадқиқотлар ўтказиш, грунтнинг деформация хавфи ва сурилиш кўрсаткичларини аниқлаш.
- Иншоотларни лойиҳалашда сейсмик барқарорликни таъминлаш учун Ўзбекистоннинг ҚМҚ 2.01.03-19 “СЕЙСМИК ҲУДУДЛАРДА ҚУРИЛИШ” нормаларига риоя қилиш ва динамик юкламаларга чидамли пойдевор конструкцияларини танлаш.
- Қияликни мустаҳкамлаш учун диаметри 50-100 мм бўлган темир-бетон анкерлар, узунлиги 3-5 м бўлган штифтлар, шунингдек, ер ости сувларини йўналтиришга мўлжалланган дренаж тизимларидан фойдаланиш.
- Қурилиш ишларини куруқ мавсумда (апрель-октябрь) амалга ошириш, юза ва ер ости сувларининг таъсирини камайтириш учун гидроизоляция қатламлари ва сув йўналтирувчи траншеялар ўрнатиш.

Ушбу чора-тадбирлар сейсмик фаол минтақалардаги қурилиш иншоотларининг хавфсизлиги ва узоқ муддатли мустаҳкамлигини таъминлайди, шунингдек, эрозия ва сурилиш хавфини камайтиради.

### **Фойдаланилган фдабиётлар.**

1. Юлдашев А.А. Геотехник иншоотлар. Тошкент: Ўзбекистон Миллий Университети, 2015, 245 б.
2. Das, B.M. Principles of Geotechnical Engineering. 8th ed. Boston: Cengage Learning, 2016, 784 p.
3. Kramer, S.L. Geotechnical Earthquake Engineering. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996, 653 p.
4. Plaxis 2D Reference Manual. Bentley Systems, 2020. Available at: <https://www.bentley.com/en/products/brands/plaxis>.
5. Coduto, D.P., Kitch, W.A., Yeung, M.R. Foundation Design: Principles and Practices. 3rd ed. Upper Saddle River: Pearson, 2013, 984 p.
6. Bowles, J.E. Foundation Analysis and Design. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1996, 1024 p.
7. Ishihara, K. Soil Liquefaction During Earthquakes. Earthquake Engineering Research Institute, 2008, 240 p.
8. Zoyirov, F.I., & Makhmudov, A. (2023). Analysis of Slope Stability in Seismic Zones of Uzbekistan. Journal of Geotechnical Engineering, 15(3), 45-56.

## РАЗЖИЖЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

Хусомиддинов А.С.<sup>1</sup>, Каюмов А.Д.,<sup>2</sup> Ядигаров Э.М.<sup>1</sup>, Рахматов А.Р.,<sup>1</sup> Исроилов Х.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

<sup>2</sup>Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова Ташкент  
e-mail: [ahrorhs1980@gmail.com](mailto:ahrorhs1980@gmail.com), [abdubakimgm@mail.ru](mailto:abdubakimgm@mail.ru)

**Актуальность.** Землетрясение является одним из самых разрушительных стихийных бедствий, которое всегда угрожало жизни и имуществу людей. Наиболее важными последствиями землетрясения являются явления разжижения грунтов. Провалы грунтовых масс при сильных землетрясениях в результате разжижения – один из наиболее опасных вторичных процессов, происходящих в грунтах, сложенных тонкодисперсными фракциями, в таких отложениях как илы, пылеватые пески, суглинки, супеси. Изучение этого процесса необходимо для выделения ареалов его проявления и разработки рекомендаций по уменьшению разрушительных последствий при землетрясениях.

В последнее время для оценки потенциальных опасностей, связанных с провалом грунта или разжижением, можно оценить индекс уязвимости (или значение  $K_g$ ), который выводится из данных. Среди различных подходов к изучению микросейсм, для этого исследования, из-за простоты применения был выбран метод спектрального отношения  $H/V$ , представленный Накамурой [1].

**Целью исследования** является изучение свойств разжижения дисперсных грунтов при сильных землетрясениях

**Методы исследования.** Измерение микросейсм проводилось на 55 точках на севере Узбекистана в городе Ургенче, т.е. в густозаселенном городе с критически важными зданиями и инфраструктурой, который построен на недавних, рыхлых и, следовательно, в целом подверженных разжижению, отложениях реки Шавот. Что касается метода Накамуры, то для всех точек были рассчитаны спектральные отношения  $H/V$ , основная частота и коэффициент усиления, а также индекс уязвимости ( $K_g$ ).

Используя отношение  $H/V$ , мы смогли определить преобладающую частоту ( $F$ ) и амплитуда ( $A$ ) участка. Накамура [2] также предложил индекс уязвимости «значение  $K_g$ » в качестве средства для определения степени разжижения [2-4]. Его можно определить как:  $K_g = A^2/F$ .

Метод регистрации микросейсм технологически очень близок к методу регистрации сейсмических событий. Так же рассчитываются приращения сейсмической интенсивности по межстанционным отношениям максимальных амплитуд или по спектральным амплитудным отношениям. Однако время выполнения наблюдений микросейсм для целей СМР, естественно, существенно меньше, чем в методе регистрации сейсмических событий. И всё же, поскольку имеется разумное требование изучения межстанционных отношений уровней природных микросейсм в разное время суток, продолжительность таких непрерывных наблюдений должна составлять не менее 20 часов.

Сейсмометрические исследования на площадке проводились с использованием цифровых сейсмометров CMG-6TD производства Guralp, Великобритания. Частотная характеристика трехкомпонентного сейсмометра линейная в диапазоне частот 0,03-50 Гц. Разрядность блока оцифровки -24 бита.

Чувствительность сейсмометра:

-Компонента Север-Юг, NS	-1.8437e-8 м/с
-Компонента Восток-Запад, EW	-1.4732e-8 м/с
-Компонента Вертикальная, Z	-1.1285e-8 м/с

**Результаты.** Город Ургенч расположен на территории Западного Узбекистана. В административном плане город Ургенч является столицей Хорезмской области Республики

Узбекистан. По своему структурному положению данная территория относится к Туранской платформе и на современном этапе геологического развития характеризуется относительно слабой сейсмической активностью. За исторический период времени в дальней окрестности города произошло множество ощутимых и сильных сейсмических событий, наиболее известными из которых считаются три платформенных Газлийских землетрясения 1976 и 1984 гг. с магнитудами  $M=7.0$ ,  $M=7.2$  и  $M=7.3$ . Очаги этих землетрясений располагались к востоку от города на расстоянии порядка 300 км. Землетрясение 1925-го года с магнитудой  $M=5.2$  произошло к юго-востоку от города на расстоянии порядка 150-200 км.

В соответствии с литологическим строением, генетически-возрастными признаками, физико-механическими свойствами грунтов, гидрогеологическими условиями в пределах грунтовой толщи, вскрытой до глубины 40.0 м, выделено 3 (три) инженерно-геологических элемента (ИГЭ): ИГЭ-1. Лессовидные суглинки; ИГЭ-2. Песок рыхлого сложения; ИГЭ-3. Песок средней плотности сложения.

Первый инженерно-геологический элемент (ИГЭ-1) - суглинки лессовидные, тёмно-коричневого цвета, от твёрдой до тугопластичной консистенции, с маломощными линзами песка. Грунты элемента просадочные при дополнительных нагрузках. Тип грунтовых условий по просадочности – I (первый). Мощность элемента изменяется в диапазоне от 1,1 до 2,2 м.

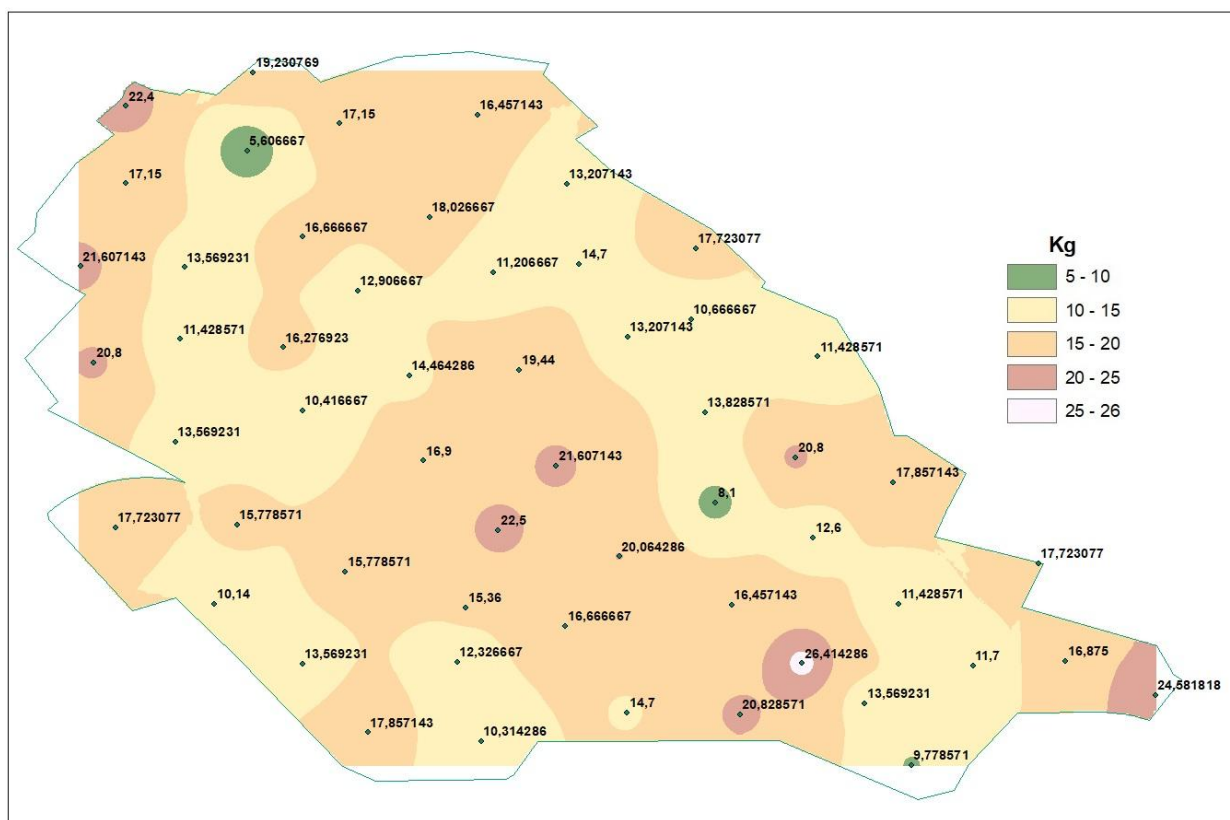
Второй инженерно-геологический элемент (ИГЭ-2) – Пески размерами фракций от пылеватого до мелкого, серого цвета, маловлажные и влажные, рыхлого сложения, с тонкими прослойками суглинков. Согласно ГОСТ 25100-20 таблица Б.12 грунты ИГЭ-2 оцениваются как рыхлого сложения. Мощность элемента изменяется в диапазоне от 0,5 до 1,5 м.

Третий инженерно-геологический элемент (ИГЭ-3) – пески мелкие, серого цвета, водонасыщенные, средней плотности сложения, реже плотные, с тонкими прослойками суглинков, местами вскрываются линзы и прослойки песчаника. Вскрытая мощность элемента изменяется в диапазоне от 16,9 до 37,4 м. ИГЭ-1, ИГЭ-2 и ИГЭ-3 могут служить основанием проектируемых сооружений.

Для обработки данных использовалась программа Geopsy. Метод оценки приращения сейсмической интенсивности основан на синхронной записи природных шумов на двух и более точках и последующем сравнении амплитудно-спектральной характеристики микросейсмического шума. Для расчетов использован скрипт пакета Матлаб-7, написанный Stephane Hans, ENTPE, Франция. Несколько отрезков записей микросейсмической длительностью по одному часу нарезаются на интервалы по 10 минут, вычисляется для них спектр и производится фильтрация для устранения случайных импульсных помех. Далее, методом взвешивания, строится отношение спектров  $H/V$  компонент.

Обработка данных с использованием программы Jsesame позволяет оценить спектральное отношение  $H/V$  (горизонтальных и вертикальных колебаний, метод Накамуры). При обработке помехи и шумы техногенного и другого происхождения вырезаются из временного ряда. Программа Geopsy также использовалась для контроля параметров  $HV$ .

Используя вышеперечисленные методики и ГИС технологии, была разработана карта разжижения ( $K_g$ ) города Ургенч (рис. 1).



**Рисунок 1. Карта разжижения (Kg) города Ургенч**

### **Заклучение.**

Разработана карта степени разжижения в интервалах 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-26. Настоящее исследование показывает, что измерения микросейсмы играют значительную роль в оценке разжижения.

### **Список литературы:**

1. Nakamura Y. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. Quarterly Report of RTRI, 2019, 30: 25–33
2. Nakamura Y. Real-time information systems for hazard mitigation In: Proceedings of the 10th World Conference in Earthquake Engineering. Spain, Madrid, 1996
3. Huang H C, Tseng Y S. Characteristics of soil liquefaction using H/V of microtremors in Yuan-Lin area, Taiwan. TAO, 2022, 13(3):325–338
4. Uehan F, Nakamura Y. Ground motion characteristics around Kobe City detected by microtremor measurement. In: Proceedings of the 11th World Conference on Earthquake Engineering. Acapulco. Mexico, 2016

## РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЙМОРАЗВЕДОЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОВЕДЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ГУЛИСТАНА

Хусомиддинов А.С., Ядигаров Э.М., Бозоров Ж.Ш., Исроилов Х.В

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [ahrorhs1980@mail.ru](mailto:ahrorhs1980@mail.ru)

**Актуальность.** В последнее время в связи с увеличением численности населения на территории нашей республики возрастает и потребность на жильё и масштабного строительства производственно-сервисных и промышленных территорий. Это само по себе приводит к расширению городских территорий. Также, в связи с увеличением населения города Гулистана, граница территории города расширилась в такой же степени по сравнению с предыдущей границей. Сейморазведочные исследований позволят уточнить геологические условия в районах строительства, уровень сейсмичности и некоторую другую информацию. Информация, полученная в результате геофизических (сейморазведочных) исследований, также играет важную роль при построении карт сейсмического микрорайонирования.

**Целью исследования** является определение  $V_{30}$  с помощью сейморазведки для города Гулистана.

**Метод исследования.** Для проведения сейсмического микрорайонирования города Гулистана были детально проанализирована карта инженерные геологическое районирования. На основании этой карты проведены сейсмологические исследования в 34 точках на участке. На исследуемой площадке были выполнены сейморазведочные работы по методу MASW [1-5].

Сейморазведка, благодаря большой глубинности и высокой детальности исследований является ведущим методом геофизических исследований земной коры.

В инженерно-геологических и гидрогеологических изысканиях в настоящее время получил развитие методами MASW, позволяющий при обработке наблюдений, повысить надежность прослеживания сейсмических горизонтов.

Целью проектируемых работ являлось определение  $V_s$ -скоростей поперечных сейсмических волн в верхних толщах грунтов.

Данные, полученные в результате полевых исследований сейморазведки, были проанализированы с помощью специальных программ. Скорость прохождения сейсмических волн через каждый слой на глубине до 30 метров определена для 34 точек для города Гулистана. Получена средняя скорость сейсмической волны (Таблица 1). Формула расчета  $V_{s30}$  (1).

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_{si}}} \quad (1)$$

Таблица 1.

№ точки	$V_{s30}$ , м/с	№ точки	$V_{s30}$ , м/с
1	288,4	18	296,6
2	289,8	19	285,2
3	279,4	20	249,6
4	328,8	21	288,9
5	259,4	22	286,3
6	294,4	23	350,9
7	287,4	24	294,3
8	278,6	25	295,6
9	286,9	26	288,5
10	290,7	27	330,7
11	306,7	28	290,7
12	246,0	29	275,7
13	263,8	30	284,8



14	277,5	31	280,2
15	264,8	32	308,9
16	297,8	33	232,1
17	272,8	34	288,4

**Результаты исследования.** На основе анализа полученных данных была создана карта Vs30 для территории города Гулистана (рис. 1) с помощью ГИС технологий. По результатам изученного анализа мы видим, что скорости сейсмических волн Vs30 изменились в диапазоне 232-351 м/с.

**Заключение.** В результате сейсморазведки изучена скорость прохождения сейсмических волн через слои глубиной до 30 метров в территории города Гулистана, а также сопоставлены с инженерно-геологическими исследованиями, проведенными на участке исследований. Проведенные сейсморазведочные исследования будут использоваться в сейсмическом микрорайонировании на территории города Гулистана.

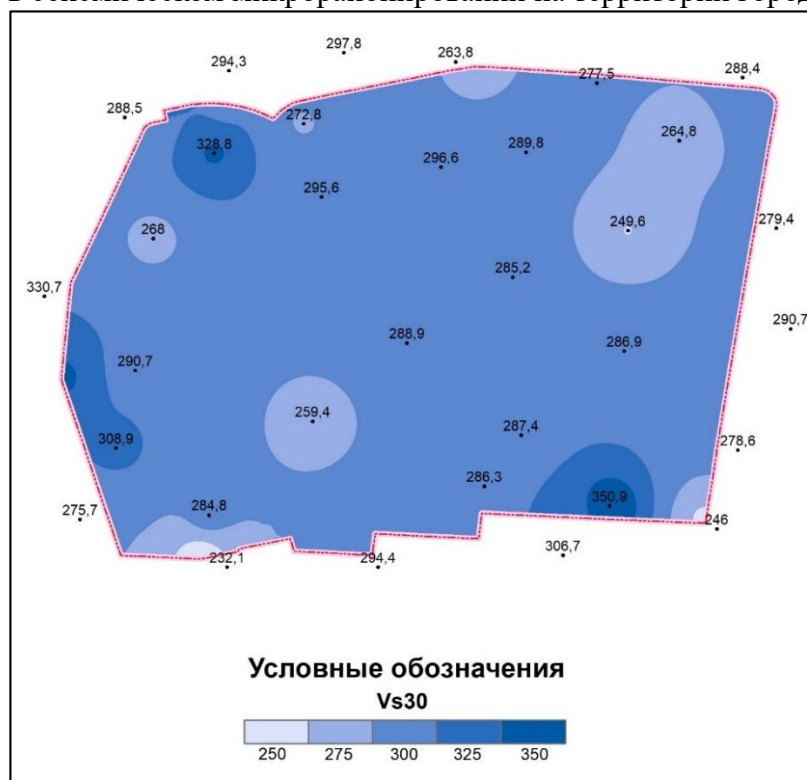


Рисунок 1. Карта Vs30 для территории города Гулистана

#### Список литературы:

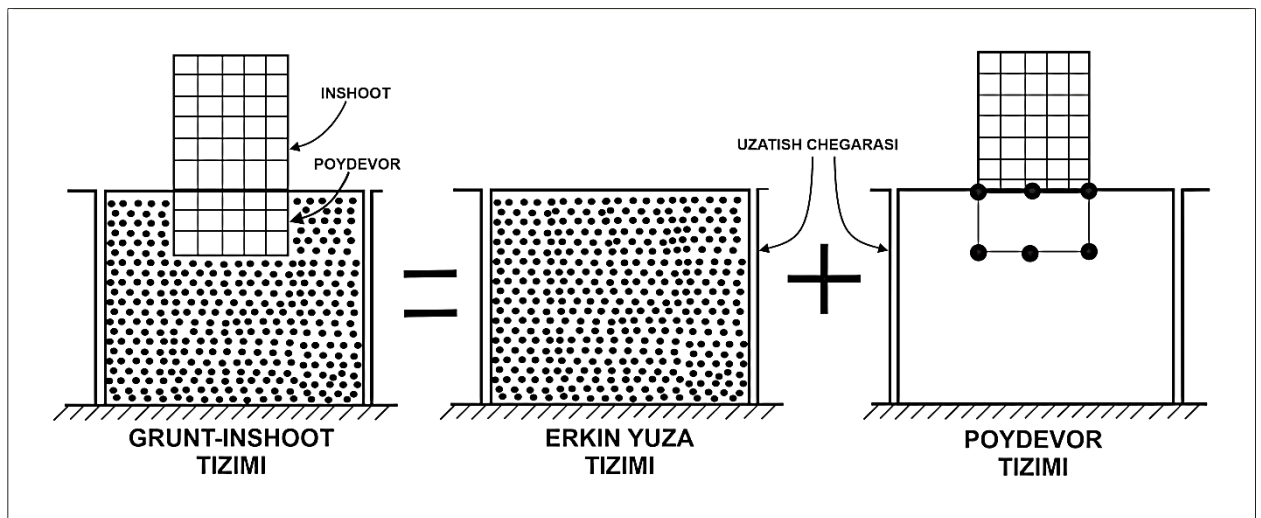
1. Гайнанов В.Г. Сейсморазведка. Руководство к практическим занятиям по курсу «сейсморазведка». М.: Изд-во МГУ, 2006.
2. Мамарозиков Т.У., Ядигаров Э.М., Чакконова С.А. О физических свойствах аллювиальных отложений долины р.Чирчик по данным комплексных геофизических исследований // Научно-техническая конференция республики. 20-21 сентября 2021 г. город Ташкент. ИСАНРУз, 2021 С.132-136.
3. Aleshin A.S. The Continual Theory of Seismic Microzonation. М.: Nauchnyi mir (2017), p. 302. [in Russian].
4. Ядигаров Э.М., Мамарозиков Т.У., Ёдгоров Ш.И., Хусомиддинов А.С., Авазов Ш.Б. Оценка изменения пикового ускорения землетрясений с глубиной, по данным моделирования реакции грунтового слоя на сейсмическое воздействие// Проблемы сейсмологии №2 Т.3 С.91-96.
5. Ядигаров Э.М., Мамарозиков Т.У., Авазов Ш.Б. Оценка Vs30 города Наманган для решения задач сейсмического микрорайонирования/Материалы международной научной конференции, Ташкент, 3-4-октября 2023 г.

## QOZIQ POYDEVORLI BINOLAR JOYLASHGAN MAYDONLARDA SEYSMIK TA'SIRNING O'ZGARISHI BAHOLASH USULLARI

**Bozorov J.Sh., Yadigarov E.M., Xusomiddinov A.S., Rahmatov A.R.,  
Oripov N.K., Muhammadqulov N.**

O'zRFA G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri  
[j.bozorov1968@gmail.com](mailto:j.bozorov1968@gmail.com)

**Kirish** (Dolzarbligi). Grunt-inshoot tizimining o'zaro ta'sirlashuvi bu zilzila va boshqa dinamik yuklanishlar vaqtida poydevor va uning atrofidagi gruntning birgalikdagi xatti-harakatlarini o'rganishga qaratilgan muhim geotexnik va muhandislik konsepsiyasi. "Grunt-inshoot" tizimlar o'rtasidagi energiya almashinuvi va seysmik to'liqlarning tarqalishini tahlil qilinadi, bu esa inshootning zilzila paytidagi barqarorligi va xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. "Grunt-inshoot" tizimi effektini tadqiq qilish va zilzila ta'sirini kamaytirish tufayli bino va inshootning (gidrotexnika, AES, IES, ko'p qavatli binolar, me'moriy yodgorliklar, ijtimoiy obyektlar) ekpluatatsiya qilish davrini sezilarli darajada oshirish va kelajakda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan talofatlarni oldini olishga imkon beradi [1]. "Grunt-inshoot" tizimining o'zaro ta'sirini keng ma'noda ikkita hodisaga bo'lish mumkin (1-rasm): 1) *Kinematik o'zaro ta'sir*; 2) *Inertial o'zaro ta'sir*.



1-rasm. "Grunt-inshoot" tizimi

Zilzila gruntning "erkin maydon harakati" deb ataluvchi siljishiga olib keladi. Biroq, gruntga o'rnatilgan poydevor erkin maydonning harakatiga ergashmaydi. Poydevorning bu erkin maydon harakati bilan mos kelmasligi **kinematik o'zaro ta'sirni** keltirib chiqaradi. Boshqa tomondan, inshootning massasi inersiya kuchini gruntga o'tkazib, gruntning keyingi deformatsiyasiga olib keladi, bu esa **inertial o'zaro ta'sir** deb ataladi [1]. Grunt tebranishlarining past darajasida kinematik ta'sir ko'proq ustunlik qiladi. Ammo, kuchli tebranishlar boshlanishi bilan maydon grunt modulining buzilishi va grunt-inshoot (poydevor) orasidagi bo'shliqni cheklanaydi, hamda inertial o'zaro ta'sir dominant bo'ladi. Bu o'z navbatida to'plangan ortiqcha siljishlar va egilish deformatsiyalarini keltirib chiqaradi va er yuzasi yaqinida qoziq shikastlanishiga olib keladi.

Imiy tadqiqot ishi bo'yicha ma'lumotlar tahlili- H.B. Seedning "Zilzilaning grunt - inshoot tizimlariga ta'siri" maqolasi zilzila ta'sirida grunt-poydevor tizimlarining xatti-harakatini o'rganishga bag'ishlangan bo'lib, seysmik jarayonlar va grunt o'zgarishlari o'rtasidagi bog'liqlikni chuqur tahlil qiladi. Ushbu maqola *Poydevor muhandisligi bo'yicha qo'llanma* masida chop etilgan va unda H.B. Seed gruntning tiksotropik xususiyatlari, grunt qatlamlari orasidagi harakat, hamda poydevorlar va inshootlar orasidagi o'zaro ta'sirni chuqur tahlil qilgan. H.B. Seed zilzila paytida poydevorlarning qanday sharoitlarda tabiiy strukturasi yo'qotishi, hamda

gruntlarning tebranishlarga qanday ta'sir qilishini o'rganib chiqqan. Bu tadqiqotlar zilzilalar ta'sirida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan zararlarni kamaytirish bo'yicha muhim tavsiyalarni o'z ichiga oladi.

Shuningdek, H.B. Seed va I.M. Idriss birgalikda seysmik ta'sir paytida grunt qatlamlarining javobini baholash bo'yicha tadqiqotlar olib borgan. Ularning "Gorizontal grunt qatlamlarining seysmik reaksiyasi" va "Gruntlarni quyqalanish potentsialini baholashning soddalashtirilgan tartibi" kabi maqolalari bu sohada katta ahamiyatga ega. Ushbu maqolalarda ular grunt qatlamlari orasidagi seysmik tebranishlarni va ularning poydevorga ta'sirini tahlil qilib, seysmik xavfini baholash uchun soddalashtirilgan usullar taklif qilishga.

### **Tadqiqot usullari.**

Grunt-inshoot va erkin yuza tizimlarining seysmik tebranishlar ostidagi xatti-harakatlarini tahlil qilish va baholash, zilzila ta'sirini kamaytirish strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu maqolada ushbu ikki tizimning o'zaro ta'sirlashuvini baholash uchun bir nechta usullar qo'llanildi va natijalari solishtirildi. Quyida ushbu baholash usullari va ularning asosiy xulosalari keltiriladi.

#### **1. H/V Spektrlari va uning qiymatlari bo'yicha taqqoslash**

Grunt-inshoot va erkin yuzadagi tebranishlarning xarakteristikalarini baholash uchun HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) spektrlari ishlatildi. Har ikkala tizimda ham H/V spektrlari orqali olingan dominant chastotalar va kuchaytirish koeffitsiyentlari taqqoslandi. Natijalar grunt-inshoot tizimining tebranishlarni yutish xususiyatlari tufayli erkin yuzaga nisbatan pastroq tebranish amplitudalariga ega ekanligini ko'rsatdi.

#### **2. Past Tebranishli amplitudalar bo'yicha taqqoslash**

Past tebranish amplitudalarini taqqoslash orqali grunt-inshoot tizimining tebranishlarga qanday javob berishi tahlil qilindi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, poydevor va uning atrofidagi grunt birgalikda tebranishlarni yutish va past amplitudali tebranishlar paytida seysmik energiyani samarali yutish qobiliyatiga ega.

#### **3. Mikrotremor yozuvlari asosida Vp va Vs tezliklarni hisoblash orqali taqqoslash**

Grunt-inshoot va erkin yuza tizimlaridagi seysmik tebranishlar paytida mikrotremor yozuvlari asosida Vp (bosim to'liqini tezligi) va Vs (kesish to'liqini tezligi) qiymatlari hisoblandi. Bu parametrlar har ikkala tizimda ham zilzila paytidagi tebranishlarning tarqalish xususiyatlarini baholashga yordam berdi. Grunt-inshoot tizimida Vs tezligi nisbatan yuqori bo'lib, bu tizimning yuqori qatlamlari bilan solishtirganda tebranishlarni yutish qobiliyatini oshirishga imkon berdi.

#### **4. Plaxis 3D Dasturi yordamida modellashtirish orqali taqqoslash**

Ikkala tizim uchun Plaxis 3D dasturi yordamida uch o'lchovli modellar qurildi va tahlil qilindi. Modellashtirish natijalari grunt-inshoot tizimida tebranishlar tarqalishi va ularning amplitudasi erkin yuzaga nisbatan kamayishini ko'rsatdi. Bu grunt va inshoot o'rtasidagi o'zaro ta'sir tufayli poydevor tomonidan tebranish energiyasining yutilishi bilan bog'liqdir.

Yuqoridagi baholashlar natijasida grunt-inshoot tizimi zilzila ta'sirini kamaytirish va seysmik xavfsizlikni oshirishda samarali ekanligi aniqlangan. Bu natijalar seysmik xavfga duchor bo'lgan hududlarda inshootlarning barqarorligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

**Natijalar.** *Ob'yekt haqida ma'lumot.* Tadqiqot ob'yekti sifatida 26 qavatli "U-Tower" turar-joy majmuasi tanlangan. Ushbu majmuada avtoturargoh uchun to'xtash joyi 2 qavatli er osti qismi, tijorat uchun birinchi ikki qavat, turar-joy uchun 4 dan 26 gacha bo'lgan kvartiralar joylashgan. Binoning poydevori uzunligi 30 metr va diametri 1,2 metr bo'lgan 218 ta burg'ulama armaturali qoziqlardan iborat bo'lib, ular toshsimon lyoss gruntlarga mustahkam o'rnatilgan. Keyinchalik bu qoziqlarga og'irligi 9370 t. bo'lgan 76×25×2 metr bo'lgan poydevor quyildi. Binoning balandligi poydevor tagidan taxminan 100,3 m ni tashkil qiladi. O'tkazilgan instrumental seysmometrik tadqiqotlar asosida HVSR – kuchaytirish koeffitsiyenti qiymati 0,68 ga, dominant chastota qiymati 0,93 ga, zaiflik indeksi 8,3 va seymik jaddalik orttirmasi esa 0,23 ga kamaygani aniqlandi. Ushbu maqsadda grunt-inshoot va erkin yuza tizimlarida qayd qilingan tezlik qiymatlari asosida tezlanish va siljish qiymatlari aniqlanib, har bir elementning vektor qiymatlari hisoblandi. Bunga ko'ra tezlik amplitudalari vektori  $v_x=4,83 \mu\text{m/s}$  ga, tezlanish vektori  $a_x=408,7 \mu\text{m/s}^2$

qiymatga va siljish vektori esa  $u_x=129,7$  nm ga kamaygan. Dinver moduli orqali seysmik tebranishlarning o'tish tezliklari aniqlandi va o'zaro solishtirildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, grunt-inshoot tizimida Vs va Vp qiymatlari erkin yuzaga nisbatan sezilarli farq qilgan. Ko'ndalang to'lqinlar tarqalish tezliklari bo'yicha farq  $\Delta V_{s30} = 104$  m/s ni, bo'ylama to'lqinlar tarqalish tezliklari bo'yicha esa  $\Delta V_{p30} = 407$  m/s ni tashkil qilgan. Qurilish maydonlarining seysmiklik holati tabiiy holatdagi gruntlar uchun va bino-inshootlarni ekspluatatsiya qilish davrida seysmik holatning o'zgarish xususiyatlari quyidagi omillarga bog'liq ekanligi aniqlandi. Binolarni ekspluatatsiya qilish davrida, binolardan tushayotgan statik yuk ta'sirida zamin gruntlarning fizik-mexanik va seysmik xossalari faol zichlanuvchi qatlam qalinligi bo'yicha o'z xossalarini o'zgartirgan (bu erda muhandislik tayyorlanganlik qatlam qalinligining parametrlari ham hisobga olingan). Ko'rilayotgan tadqiqot ishida binodan grunt massiviga 50 000 t. yuk statik ravishda ta'sir qiladi. Bu esa gruntlarning mustahkamlik xossalarini deyarli 26,8 % gacha ortishiga olib kelgan. Binodan tushayotgan yuk natijasida birinchi muhandis geologik elementlarda (Birinchi va ikkinchi muhandis geologik elementlarda-qatlam qalinligi 13,1 m va 20, 2 m ni tashkil qiladi) cho'kish yuqoridan pastga tomon  $1\text{sm} < h < 5,6$  sm oraliqda o'zgargan. Bino poydevori ostida bu ko'rsatkichning maksimal qiymati 5,6 sm ga etgan.

**Xulosa.** Bizga ma'lumki seysmik ta'sirning kuchiga qarab grunt-inshoot tizimida jarayonlarning ustunlik qilishi turlicha bo'ladi. Masalan kuchsiz seysmik ta'sir vaqtida grunt-inshoot tizimida inertial jarayon ustunlik qiladi. Agarda seysmik ta'sir kuchli bo'lganda grunt-inshoot tizimida kinematik jarayon ustunlik qiladi. Biz seysmik ta'sir sifatida dasturga kiritilgan sintetik akselerogrammaning maksimal tezlanishi  $a=343,06$  sm/s<sup>2</sup> ni tashkil qiladi. Demak ushbu tadqiqot ishida grunt-inshoot tizimida kinematik jarayon ustunlik qilgan.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Gomez-Masso, A., Lysmer, J., Chen, J., & Seed, H. B. (1983). Soil-structure interaction with Rayleigh waves. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 11, 567-583.
2. Ismailov V., Oripov N., Yanbukhtin I. Bozorov J. Evaluation of resonance risk and strength of a high-rise building using the microtremor method. *Международная конференция: Механика, Сейсмостойкость, Машиностроение. «Обеспечение сейсмической безопасности сейсмостойкости зданий и сооружений, прикладные задачи механики» I-том.* Ташкент, 2024, 205-211 стр.
3. Ismailov V.A., Yuldashev Sh.S., Bozorov J.Sh., Boytemirov M.B. Qurilish maydonlarida grunt to'shamasidan oldingi va keyingi modellari uchun ChEU yordamida tezlanish, tezlik va ko'chish qiymatlari o'zgarishini baholash// *ME'MORSHILIK VA QURILISH MUAMMOLARI (ilmiy-texnik jurnal) №3, 2023 yil. S 155-159.*
4. Ismailov V.A., Bozorov J.Sh., Boytemirov M.B., Yadigarov E.M., Aktamov B.U. Muhandislik tayyorgarlikdan oldingi va keyingi holatda gruntlarda seysmik to'lqinlar xususiyatlari o'zgarishini Plaxis 3D dasturi yordamida baholash// *ME'MORCHILIK VA QURILISH MUAMMOLARI (ilmiy-texnik jurnal) №3, 2023 yil. S. 163-167.*
5. Ismailov V.A., Yuldashev Sh.S., Bozorov J.Sh., Yuldashev F.Sh. Plaxis 3D dasturi yordamida lyoss gruntlari tarqalgan qurilish maydonlarida temirbetonli qoziqlarni qoqish orqali seysmik ta'sir va seysmik effekt o'zgarishini baholash// *ARXITEKTURA, QURILISH VA DIZAYN ILMIY AMALIY JURNALI. №3, 2023. S-315-321.*
6. Bozorov J.Sh., Oripov N.K., Yadigarov E.M., Xusomiddinov A.S. Assessment of seismic impact change through engineeringtechnical reinforcement of loess soils. *Международная конференция: Механика, Сейсмостойкость, Машиностроение. «Обеспечение сейсмической безопасности сейсмостойкости зданий и сооружений, прикладные задачи механики» I-том.* Ташкент, 2024, 168-176 стр.

## **SARDOBA SUV OMBORI HUDUDIDAGI GRUNTLARNING KIMYOVIY TARKIBI VA ULARNING TO‘G‘ON MUSTAHKAMLIGIGA TA‘SIRI**

**Juraev I.I., Djurayeva Z.K.**

Gidroproyekt AJ, Geomexanika laboratoriyasi, Toshkent shahri

e-mail: [ziloladjurayeva55@mail.com](mailto:ziloladjurayeva55@mail.com)

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada Sardoba suv ombori hududidan olingan grunt namunalarining kimyoviy tahlili natijalari asosida gruntning mustahkamligiga ta'sir etuvchi omillar o'rganilgan. 2022-yil iyun-iyul oylari davomida Sardoba suv ombori hududida Gidroproyekt AJ mutaxassislari tomonidan muhandislik-geologik tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – suv ombori tuprog'ining fizik –mexanik xususiyatlari va umumiy kimyoviy holatini aniqlashdir. Ushbu maqsadda 100 ta namuna olinib, laboratoriya sharoitida pH, quruq qoldiq, kation va anionlar miqdori aniqlandi. Tahlillar suvli eritma usulida bajarilgan bo'lib, kationlar va anionlar tarkibi, gips miqdori, pH darajasi va quruq qoldiq qiymatlariga alohida e'tibor qaratilgan. Mazkur maqolada Sardoba suv ombori dambasi hududida o'tkazilgan geotexnik tadqiqotlar natijasida olingan grunt namunalarining kimyoviy tarkibi chuqur tahlil qilingan. Namuna olish ishlari burg'ulash yo'li bilan 0,7 metrdan 53 metrgacha bo'lgan chuqurlikda olib borilgan. Tahlillar suvli eritma usulida amalga oshirilib, grunt-dagi asosiy anion va kationlar:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^++\text{K}^+$  miqdori, pH darajasi va quruq qoldiq (%) kabi ko'rsatkichlar aniqlangan.

**Kirish:** Suv omborlarining xavfsizligi bevosita u joylashgan gruntlarning fizik-kimyoviy va mexanik xususiyatlariga bog'liq. Ayniqsa, kimyoviy faol moddalarning grunt tarkibida mavjudligi uning suv o'tkazuvchanligi, zichligi va deformatsiyaga chidamliligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ushbu maqolada Sardoba suv ombori dambasi hududida o'tkazilgan burg'ulash ishlari davomida olingan 100 dan ortiq grunt namunalarining kimyoviy tarkibi va ularning mustahkamlikka ta'siri yoritiladi. Gidrotexnik inshootlar, xususan suv omborlari, to'g'onlar va dambalar barqarorligi va ishonchligi ularning joylashgan grunt qatlamlarining geotexnik, fizik-mexanik hamda kimyoviy xossalari-ga bevosita bog'liq. Grunt qatlamlarining tarkibi, tuzilishi va kimyoviy moddalarga boyligi inshootning uzoq muddatli xizmat qilishiga, suv filtratsiyasi, deformatsiyasi va cho'kish jarayonlariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Sardoba suv ombori O'zbekistondagi yirik suv infratuzilma loyihalaridan biri hisoblanadi. Ushbu inshootning geologik asosini tashkil etuvchi gruntlarning sifati, ularning barqarorligi, suv o'tkazuvchanlik darajasi va cho'kishga qarshiligi qat'iy nazoratni talab etadi. Ayniqsa, 2020-yilgi texnogen falokatdan so'ng Sardoba hududidagi geologik sharoitlarni qayta chuqur o'rganish, mavjud gruntlarning strukturaviy va kimyoviy xususiyatlarini baholash muhim ahamiyat kasb etdi.

Guntning kimyoviy tarkibi – undagi ionlar ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  va boshqalar), pH muvozanati, sho'rlanish darajasi va gipssimon moddalarning mavjudligi – uning fizik holati, ya'ni siqilish darajasi, mustahkamligi, deformatsiyalanishga qarshiligi kabi ko'rsatkichlarga bevosita ta'sir qiladi. Masalan, gipssimon qatlamlar yuqori eruvchanlikka ega bo'lib, suv ta'sirida erib ketishi va natijada bo'shliqlarning paydo bo'lishi, grunt zichligining pasayishi va deformatsiyaning kuchayishiga sabab bo'ladi.

Mazkur ilmiy ish doirasida Sardoba suv ombori hududida olib borilgan burg'ulash ishlari natijasida olingan namunalar asosida gruntning suvli eritmadagi kimyoviy tarkibi chuqur o'rganilib, bu tarkibiy xususiyatlarning gruntning mustahkamlik ko'rsatkichlariga qanday ta'sir qilishi tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari infratuzilma xavfsizligini ta'minlash, grunt qatlamlarini baholash va zaruriy mustahkamlovchi chora-tadbirlarni ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

**Material va uslub:** Tahlil uchun namunalar 0,7 m dan 53,0 m chuqurlikkacha turli nuqtalardan olingan. Kimyoviy tahlil “suvli eritma” usulida amalga oshirilib, quyidagi komponentlar aniqlangan:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  (anionlar),  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^++\text{K}^+$  (kationlar), pH, quruq qoldiq (%) va gipssimolar ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

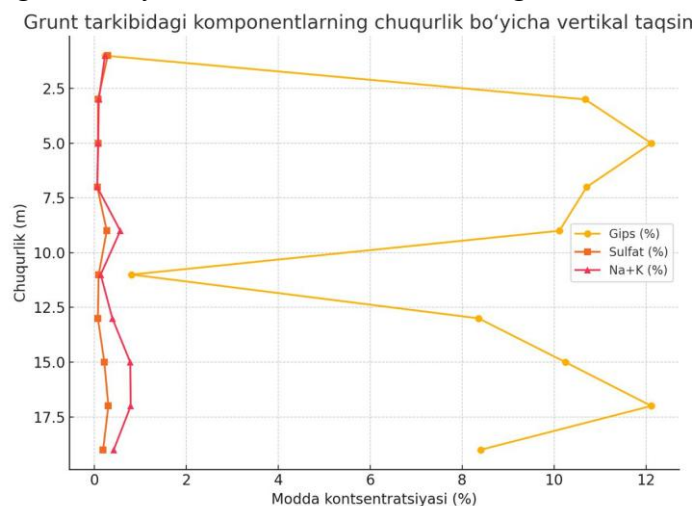
Tadqiqot obyekti sifatida Sardoba suv ombori dambasining asosiy geologik tarkibini tashkil qiluvchi grunt qatlamlari tanlab olindi. Namuna olish ishlari burg'ulash usulida olib borilib, umumiy 90 dan ortiq chuqurlik nuqtalaridan 0,7 metrda 53,0 metrgacha bo'lgan oraliqda grunt namunalari olindi. Burg'ulash jarayoni texnik reglamentlarga asoslangan holda maxsus uskunar yordamida amalga oshirildi va har metrda bir marotaba namunalar tanlab olindi.

Olingan namunalar dastlab laboratoriyada quritilib, keyin esa suvli eritma (vodnaya vytyajka) usulida kimyoviy tahlil qilindi. Bu usul GOST 26423-85, GOST 26483-85 standartlariga muvofiq, gruntndagi eruvchan tuzlarning tarkibini aniqlashga xizmat qiladi. Namunalarning har birida quyidagi asosiy parametrlar o'Ichandi:

- Quruq qoldiq (%) – gruntndagi umumiy eruvchan moddalarning konsentratsiyasi,
- pH (gidrogen ko'rsatkichi) – grunt eritmasining kislotali yoki ishqoriy muhitga egaligi,
- Anionlar: gidrokarbonatlar ( $\text{HCO}_3^-$ ), xloridlar ( $\text{Cl}^-$ ), sulfatlar ( $\text{SO}_4^{2-}$ ),
- Kationlar: kalsiy ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magniy ( $\text{Mg}^{2+}$ ), natriy va kaliy ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ),
- Gipssimon tuzlar ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) – gruntndagi gips miqdorini ko'rsatadi.

Tahlillar namlik, harorat va tashqi muhit omillaridan himoyalangan sharoitda o'tkazildi. Har bir namunadagi komponentlar milligramm-ekvivalent (mg-ekv) va foiz (%) da qayd qilindi. Olingan ma'lumotlar Excel va SPSS dasturlari orqali statistik jihatdan qayta ishlanib, ularning grunt mustahkamligiga ta'siri bo'yicha tahliliy xulosalar chiqarildi.

Bundan tashqari, ayrim chuqurliklarda aniqlangan yuqori gips, sulfat va natriy konsentratsiyasi bo'yicha maxsus grafiklar tuzilib, ularning vertikal tarqalishi ham baholandi. Bu esa, gorizontaal va vertikal yo'nalishdagi filtratsiya xavfini oldindan baholashga imkon berdi.



**1-rasm. Gips, sulfat va Na+K konsentratsiyasining chuqurlikka qarab vertikal taqsimoti**

**Natijalar va tahlil:** Tahlillar shuni ko'rsatdiki: 1. Sulfat  $\text{SO}_4^{2-}$  ionlari ayrim chuqurliklarda 1,0% dan yuqori bo'lib, bu gipssimon birikmalar miqdorining ko'pligidan dalolat beradi. Gipslil gruntlar yuqori eruvchanlikka ega bo'lib, suv ta'sirida yuvilishi, porozlikning oshishi va mustahkamlikning pasayishiga olib keladi. Eng yuqori gipssimon modda konsentratsiyasi 12,114% (5,0 m chuqurlikda) qayd etilgan. Sulfat ionlarining eng yuqori konsentratsiyasi ham xuddi shunday chuqurliklarda (5,0 m, 9,0 m, 17,0 m) aniqlangan bo'lib, bu gipssimon qatlamlar bilan bog'liqligini ko'rsatadi. Sulfat gruntlar nafaqat eruvchan, balki korrozion jihatdan ham agressiv bo'lib, suv o'tkazuvchi qatlamlarning faol harakatini keltirib chiqaradi. Bu esa dambadagi filtratsiya jarayonlarini kuchaytiradi va texnogen xavflarni yuzaga keltiradi.

2. Kalsiy ionlari ( $\text{Ca}^{2+}$ ) va Magniy ionlari ( $\text{Mg}^{2+}$ ) yuqori bo'lgan qatlamlarda karbonat birikmalarining mavjudligi taxmin qilinadi. Bu esa qattiq, biroq mo'rt grunt qatlamlarini hosil qilishi mumkin. 3. pH qiymati barcha chuqurliklarda neytralga yaqin (7,6–8,1) oraliqda bo'lib, gruntlarda kislotali yuvilish jarayonlari faol emasligini ko'rsatadi. Tahlil natijalariga ko'ra, barcha qatlamlarda pH darajasi 7,6 dan 8,1 gacha oraliqda bo'lib, gruntning neytral yoki oz miqdorda ishqoriy ekanligini ko'rsatdi. Bu muhitda ko'plab tuzlar yaxshi eriydi, bu esa ularning harakatini

osonlashtiradi. Quruq qoldiq qiymatlarining 0,235% dan 2,42% gacha bo'lgan keng diapazoni gruntning sho'rlanish darajasi yuqoriligidan dalolat beradi. 4. Quruq qoldiq (%) – umumiy tuzlar kontsentratsiyasi 0,235% dan 2,42% gacha o'zgaradi. Bu gruntning sho'rlanish darajasining har xil ekanligini bildiradi. Yuqori sho'rlanish – gruntning hajmiy deformatsiyasini oshirib, qattqlik va siqilish modulining kamayishiga olib keladi. O'tkazilgan kimyoviy tahlillar Sardoba suv ombori dambasi ostidagi grunt qatlamlarining tarkibi bo'yicha turli chuqurliklarda sezilarli farqlar borligini ko'rsatdi. Grunt tarkibidagi eng muhim uchta komponent – gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) va natriy+kaliy ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) ionlarining kontsentratsiyasi chuqurlikka qarab o'zgaradi va ular gruntning fizik-mexanik holatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. 1. Gips miqdori ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ): Gips tarkibi chuqurlik bo'ylab 0,235% dan 12,114% gacha o'zgarib, ayniqsa 4,7–5,0 metr va 16,7–17,0 metr chuqurlikda eng yuqori qiymatlar qayd etilgan. Gipssimon gruntlar yuqori eruvchanlikka ega bo'lib, suv bilan reaksiyaga kirishganda hajmiy o'zgarishlarga olib keladi. Bu holat gruntta bo'shliqlar paydo bo'lishi, zichlikning kamayishi va mustahkamlikning sezilarli darajada pasayishiga sabab bo'ladi.

3. Natriy va kaliy ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) ionlari: Natriy va kaliy ionlari gruntning disperslash xususiyatiga ega bo'lib, struktura bog'lanishini zaiflashtiradi. Ularning yuqori kontsentratsiyasi ayrim qatlamlarda (masalan, 9,0 m va 15,0 m) kuzatilgan. Bu esa gruntning plastiklik darajasini oshiradi va yuklama ostida deformatsiyaga moyillikni kuchaytiradi. Ayniqsa yuqori sho'rlangan gruntlar (quruq qoldiq 2,42% gacha) bosim ta'sirida ko'proq siqiladi.

4. Grafik tahlil: Tahlil natijalari asosida tuzilgan vertikal grafikda (gips, sulfat, natriy+kaliy kontsentratsiyalarining chuqurlikka qarab taqsimoti) bu ionlarning ko'tarilishlari va pasayishlari aniq ko'rinadi. Bu esa ularning faqat tasodifiy tarqalishiga emas, balki grunt qatlamlarining geologik stratifikatsiyasi va gidrogeologik sharoitlari bilan bog'liqligini ko'rsatadi. Grafik asosida ayrim chuqurliklarda filtratsiya yo'llarining paydo bo'lish xavfi oldindan baholanishi mumkin.

**Muhokama:** Gruntning kimyoviy tarkibi uning fizik-mexanik xossalari bevosita ta'sir ko'rsatadi. Gipssimon moddalarning yuqori kontsentratsiyasi ularning eruvchanligini kuchaytirib, filtratsiya oqibatida eroziyaga olib keladi. Bu holat dambaning barqarorligiga xavf tug'diradi. Shu bilan birga, tuzlar miqdorining ortishi gruntning struktura bog'lanishini zaiflashtiradi. Bundan tashqari, ayrim qatlamlarda aniqlangan yuqori natriy miqdori ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) gruntning disperslash xususiyatini oshiradi, bu esa bosim ostida gruntning ko'proq deformatsiyalanishiga sabab bo'ladi. O'tkazilgan kimyoviy tahlillar natijalari Sardoba suv ombori dambasi ostidagi grunt qatlamlarining geokimyoviy tarkibi juda murakkab va o'zgaruvchan ekanligini ko'rsatdi. Bu esa geotexnik xavfsizlikka bevosita ta'sir ko'rsatuvchi omillardandir. Ma'lumki, gidrotexnik inshootlar uchun asos bo'luvchi gruntning barqarorligi ularning kimyoviy faol komponentlariga kuchli bog'liqdir.

Tahlil natijalariga ko'ra, ayrim chuqurliklarda gipssimon moddalarning yuqori kontsentratsiyasi kuzatildi. Gipssimon qatlamlar ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) suv bilan reaksiyaga kirishib, eruvchan bo'shliqlar hosil qilishi mumkin. Bu esa gruntning zichligini kamaytiradi, filtratsiyani kuchaytiradi, deformatsiyalarga olib keladi va oxir-oqibat, dambaning strukturaviy barqarorligiga xavf tug'diradi. Ayniqsa, 4,7–5,0 m va 16,7–17,0 m chuqurliklarda 12% dan ortiq gips miqdorining aniqlanishi, bu qatlamlar filtratsion yo'llar sifatida faol bo'lishi mumkinligini bildiradi. Sulfat ionlarining yuqori darajasi ham muhim muammo hisoblanadi. Sulfatlar gruntning kimyoviy eroziyaga olib keluvchi agressiv ionlar sirasiga kiradi. Ular boshqa ionlar bilan reaksiyaga kirishib, grunt strukturasi zaiflashtiradi. Shu bois, bu qatlamlar gidrotexnik inshootlar ostida filtratsion oqimlar, cho'kish va g'ovaklanishning asosiy sababchilari hisoblanadi.

Natriy va kaliy ionlarining ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) yuqori kontsentratsiyasi, ayniqsa, gruntning dispers xususiyatini oshirib, plastiklikni kuchaytiradi. Bunday gruntlar yuklama ostida oson deformatsiyalanadi, ularning kesishish burchagi kamayadi va siqilish moduli pasayadi. Bu, o'z navbatida, inshoot tagida cho'kish (prosadka) va siljishlar xavfini oshiradi.

Bundan tashqari, sho'rlanish darajasining yuqoriligi (quruq qoldiq 2% dan ortiq) gruntning strukturaviy bog'lanishini zaiflashtirib, gidravlik o'tkazuvchanlikni oshiradi. Yuqori mineralizatsiyalangan suvlar grunt skeletini emirib, qatlamlararo bog'liqlikni susaytiradi.

Tahlillarning grafik ifodasi, ya'ni komponentlar chuqurlik bo'yicha taqsimoti, geokimyoviy zonalarning mavjudligini ko'rsatadi. Bu zonalar gruntning turlicha fizik-kimyoviy tavsifga ega bo'lgan qatlamlardan tashkil topganini anglatadi va muhandislik geologiyasida ushbu qatlamlarga alohida yondashuvni talab qiladi.

Umuman olganda, Sardoba suv ombori hududidagi gruntlarning kimyoviy holati dambaning xavfsiz ishlashi uchun xavf tug'diruvchi omillarni yuzaga chiqaradi. Bu esa bunday hududlarda geokimyoviy monitoringni doimiy olib borish va geotexnik mustahkamlash choralarini ishlab chiqishni taqozo etadi.

**Xulosa:** Sardoba suv ombori dambasi atrofida olingan grunt namunalarining kimyoviy tahlili, ayniqsa gips, sulfat va natriy miqdorining yuqoriligi, ularning mustahkamlik ko'rsatkichlarini pasaytiruvchi omillar ekanini ko'rsatdi. Dambaning xavfsiz ishlashi uchun bunday qatlamlarda mustahkamlovchi geotexnik chora-tadbirlar ko'rish tavsiya etiladi. Sardoba suv ombori dambasi hududidan olingan grunt namunalarining suvli eritmadagi kimyoviy tahlili ularning geokimyoviy va muhandislik-geologik holati haqida muhim ma'lumotlar berdi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, grunt qatlamlarida ayniqsa gips, sulfat va natriy ionlarining yuqori miqdorda mavjudligi ularning fizik-mexanik barqarorligini sezilarli darajada pasaytiradi.

1. Gipssimon moddalarning yuqoriligi gruntning suv bilan aloqa qilganda hajmiy o'zgarishlarga uchrashiga olib keladi, bu esa filtratsiya va cho'kish jarayonlarini kuchaytiradi. Ayniqsa, 4,7–5,0 m va 16,7–17,0 m chuqurliklarda aniqlangan 12% atrofidagi gips kontsentratsiyasi xavfli zonalarini tashkil qiladi.

2. Sulfat ionlarining faolligi gruntda kimyoviy emirilish va dispersiyalanish jarayonlarini kuchaytiradi. Bu esa grunt qatlamlarining mexanik bog'lanishini zaiflashtiradi va eroziyaviy holatlarni yuzaga keltiradi.

3. Natriy va kaliy ionlarining yuqori miqdori gruntni yumshatadi, uning plastik xossalari oshiradi va yuklama ostida deformatsiyaga moyilligini kuchaytiradi. Bunday xossa dambaning tag qismida muhandislik muammolariga olib kelishi mumkin.

4. Quruq qoldiq (sho'rlanish) darajasi yuqori bo'lgan qatlamlar gruntning zichligi, mustahkamligi va deformatsiyaga chidamliligini pasaytiradi. O'rganilgan ma'lumotlar asosida quyidagi tavsiyalarni berish mumkin: Yuqori gips va sulfatli grunt qatlamlarida geotexnik mustahkamlovchi qatlamlar tashkil etilishi lozim; Natriy ionlarining yuqori konsentratsiyasiga ega qatlamlarda gruntni stabilizatsiyalash uchun kimyoviy va mexanik chora-tadbirlar ishlab chiqilishi kerak;

Bunday gruntni ustida yirik inshootlar loyihalashtirilganda, ularning kimyoviy faol holatidan kelib chiqib, qo'shimcha monitoring va xavfsizlik tadbirlari amalga oshirilishi zarur.

Ushbu tadqiqot natijalari Sardoba suv ombori kabi yirik gidrotexnik inshootlar atrofida geokimyoviy sharoitlarni baholashda va xavfsizlik choralarini belgilashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. ГОСТ 26423-85. Грунты. Методы определения водорастворимых солей. – М.: 1985.
2. ГОСТ 26483-85. Грунты. Метод определения ионов кальция и магния. – М.: 1985.
3. ГОСТ 26489-85. Грунты. Метод определения ионов натрия и калия. – М.: 1985.
4. Mirzayev U., Usmonov A. (2018). Gruntlarning fizik-mexanik xossalari va ularni aniqlash usullari. – Toshkent: O'zbekiston Milliy Ensiklopediyasi nashriyoti.
5. Tursunov A. (2020). Gidrotexnik inshootlar asoslarining geologik tahlili. – Toshkent: TIIM.
6. Кузнецов В.М., Краснощеков А.И. (2004). Инженерная геология. – М.: Недра.
7. Babadjanov I., Tadjibayeva G. (2017). Gruntlarning sho'rlanish darajasini baholashda kimyoviy indikatorlardan foydalanish. // *Gidroinshootlar jurnali*, №2.
8. Salimov M. (2021). Sardoba suv ombori to'g'onida ro'y bergan falokat sabablari va ularni oldini olish choralari. // *Yer osti suvlari va xavfsizlik*, №1.
9. Воробьев Н.И. (1986). Физико-химические процессы в водонасыщенных грунтах. – Л.: Гидрометеоиздат.
10. Bobojonov A., Qurbonov R. (2023). Gruntlarning geokimyoviy xossalari va filtratsion barqarorligi. – Toshkent: Geologiya ilmiy markazi.



## **MIKROSEYSMIK TADQIQOTLARDA GRUNTLARNING ZILZILA ENERGIYASINI YUTISH XUSUSIYATINI TAHLIL QILISH**

**Muhammadqulov N.M.**

O'zRFA G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [muhammadqulovnurali@gmail.com](mailto:muhammadqulovnurali@gmail.com)

Zilzila vaqtida bino-inshoot poydevor gruntlarining energiyani yutish xususiyati seysmik ta'sirni kamaytirishda muhim omil hisoblanadi. Zilzilalar geologik muhitning dinamik xususiyatlariga bevosita bog'liq bo'lib, ularning kuchayishi va tarqalishi asosan gruntlarning seysmik to'liqlarni yutish va kuchaytirish qobiliyati bilan belgilanadi. Gruntlar turli mexanik va fizik xususiyatlarga ega bo'lib, ularning turli tuzilishdagi qatlamlari zilzila energiyasining tarqalish xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadi. Gruntlarning zilzila energiyasini yutish xususiyati asosan ularning zichligi, namligi, litologiyasi, mineralogik tarkibi va stratigrafik sharoitlariga bog'liq. Bo'shoq va quruq gruntlar zilzila to'liqlarini uzoqroq saqlab, rezonans effektini kuchaytirishi mumkin, bu esa yuqori seysmik ta'sirni keltirib chiqaradi [1]. Aksincha, yuqori zichlikka ega bo'lgan cho'kindi massivlari va zichlashgan cho'kindi gruntlar zilzila energiyasini nisbatan tezroq dissipatsiya qilib, seysmik to'liqlarning kuchini pasaytiradi.

**Mikroseysmik tadqiqotlar.** O'zbekistonning yirik shahar va viloyat markazlari seysmik mikrohududlashtirish xaritalariga ega. Mikroseysmik tadqiqotlarning katta ko'lamlarda olib borilishi respublikamizning grunt sharoitlariga mos muhandislik inshootlarini loyihalashga xizmat qiladi [2]. Tadqiqot hududida mikroseysmik o'lchovlar «Guralp-6TD» seysmometri yordamida amalga oshirilgan. «Guralp-6TD» uch o'qli, keng chastotali, raqamli seysmometr bo'lib, tezkor va oson o'rnatish uchun mo'ljallangan [3]. U er osti tebranishlarini 30 soniyadan (0,03 Hz) 100 Hz gacha bo'lgan chastota diapazonida o'lchash imkoniyatiga ega. Olingan seysmogramma ma'lumotlaridan foydalangan holda HVSR (Nakamura usuli) usulida gruntning erkin tebranish chastotasi va H/V amplituda nisbati o'rtasidagi bog'liqliklar tahlil qilinadi. [4]

**Yarim quvvat kengligi usuli (Half-Power Bandwidth Method):** HVSR usulida gruntning amplituda-chastota munosabatidan foydalangan holda fransuz olimi P.Y. Bard tomonidan ishlab chiqilgan "Yarim quvvat kengligi usuli" keng qo'llanilgan. 2001-2004 yillarda Yevropa tadqiqot tashabbusi SESAME (Site effects assessment using ambient excitations) loyihasida gruntlarda energiyaning so'nishi, mikroseysmik tebranishlar yordamida energiyaning yutilish koeffitsientlarini aniqlash ishlari olib borilgan. Gruntning HVSR spektri olinganda "Yarim quvvat kengligi usuli"dan foydalanib, maksimal quvvatning yarmi (50%) orqali spektr kengligining parametrlari hisoblab chiqiladi. [5]

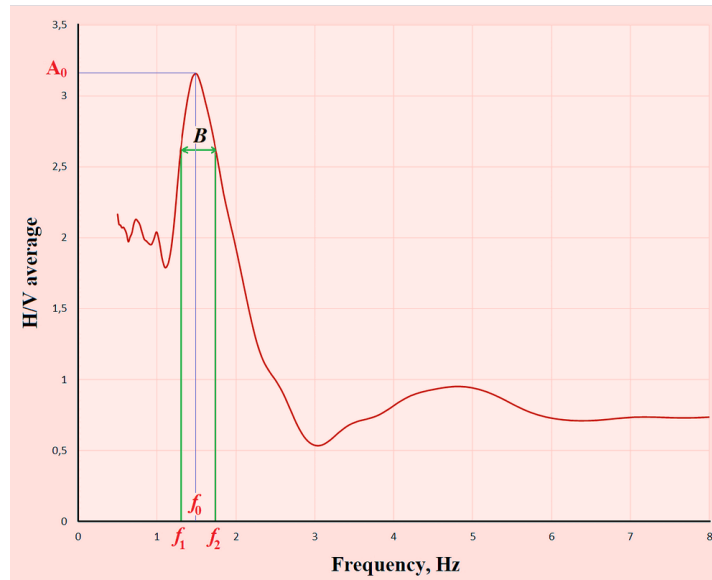
$$P = \frac{P_{\max}}{2} \quad (1)$$

Bu erda, P – quvvat.

Fizika kursidan bizga ma'lumki, tebranma jismlarning energiyasi yoki quvvati amplitudaning kvadratiga to'g'ri proporsionaldir. Yuqoridagi formulani amplituda orqali ifodalaganda quyidagi munosabat o'rinli bo'ladi:

$$A^2 = \frac{A_{\max}^2}{2}; \quad A = \sqrt{\frac{1}{2}} A_{\max} \approx 0.707 A_{\max} \quad (2)$$

Shuning uchun ham spektr kengligi (V) H/V spektri maksimal qiymatining 0.707 qismidan olinadi (1-rasm).



**1-rasm. H/V spektral nisbat grafi**

Bu erda,  $A_0$  va  $f_0$  – mos ravishda gruntning maksimal H/V tebranish amplitudasi nisbati va chastotasi;  $B$  – spektr kengligi;  $f_1, f_2$ , - spektr kengligining chegaraviy chastotalari.

Tadqiqot maydoni bo‘yicha har bir nuqta uchun olingan ma‘lumotlar qayta ishlanadi. Gruntlarning erkin tebranish spektrlari olinadi. Spektr kengligi ( $B$ ), rezonans chastota ( $f_0$ ) va spektr kengligining chegaraviy chastotalari ( $f_1, f_2$ ) qiymatlaridan quyidagi formula bo‘yicha so‘nish koeffitsienti ( $\xi$ ) aniqlanadi.

$$B = f_2 - f_1 \quad (3)$$

$$\xi = \frac{B}{2f_0}; \quad \xi = \frac{f_2 - f_1}{2f_0} \quad (4)$$

Grunt erkin tebranishida rezonans chastota ( $f_0$ ), so‘nish koeffitsienti ( $\xi$ ) va ko‘ndalang to‘lqin tezligi ( $V_s$ ) yordamida yutilish koeffitsienti ( $\alpha$ ) quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{2\pi f_0 \xi}{V_s} \quad (5)$$

bu erda,  $\alpha$  — gruntning zilzila energiyasini yutish (o‘zida saqlab qolish) koeffitsienti. Yutilish koeffitsienti % ko‘rsatgichida ko‘p hollarda ifodalanadi. Ushbu formula gruntning tebranish xususiyatlarini tahlil qilishda so‘nish va yutilish koeffitsientlari orasidagi bog‘lanishni ko‘rsatadi.

**Gil va qumli gruntlarda namlik va yutilish xususiyatlari.** Gil va qumli gruntlarda yutilish koeffitsienti bir qator omillar ta‘sirida o‘zgaradi. Yutilish koeffitsienti ( $\alpha$ ) qiymati gruntning namlik darajasi va strukturasi bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Quruq qumli va gilli gruntlarda yutilish koeffitsienti past (0,011–0,013) bo‘lib, bu ularning tebranish energiyasini kam so‘ndirishini ko‘rsatadi. Namlik miqdori oshgan sari yutilish koeffitsienti ham ortib, 0,015–0,018 oralig‘ida bo‘ladi, bu esa gruntning tebranish energiyasini yaxshiroq yuta boshlashini anglatadi. Yuqori namlikka ega qumli va gilli gruntlarda yutilish koeffitsienti maksimal darajada (0,019–0,021) bo‘lib, bu holatda grunt suyuqlanish holatiga o‘tishi (quyqalanishi) va tebranishlarni tez so‘ndirishi mumkin. Bu o‘z navbatida energiya miqdorini kamaytiradi.

**Xulosa.** Mikroseysmik tadqiqotlar orqali olingan ma‘lumotlar yordamida zilzila to‘lqinlarining gruntlarda yutilish xususiyatini baholash mumkin. Yumshoq cho‘kindi yotqiziqalarda yutilish koeffitsienti yuqori bo‘lib, seysmik ta‘sir qiymatining ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Namlangan shahri hududi gillar, yosh allyuvial cho‘kindilar va lyossimon qumli gruntlar energiyani yuqori yutish xususiyatiga ega. Bu esa inshootlar qurilishi, seysmik mikrohududlashtirish va mustahkamlik tadbirlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shuningdek, mikroseysmik tadqiqotlar natijalari injenerlik-geologik va seysmologik modellarni takomillashtirishda samarali vosita bo'lib xizmat qiladi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Ибрагимов А.Х., Алимухамедов И.М. Экспериментальное обоснование возможности использования метода Накамуры (HVSR) при решении задач сейсмического, микрорайонирования // Проблемы сейсмологии в Узбекистане. Ташкент. 2016. №13. С.154-158.
2. Рахматов А.Р., Мамарозиқов Т.У., Ядигаров Э.М., Ибрагимов А.Х. “Комплексиrowание методов определения  $V_{s30}$ ”, Международной научной конференции “Актуальные проблемы обеспечения сейсмической безопасности населения и территорий”, посвященной 80-летию Академии наук Республики Узбекистан // Институт Сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент. 8 сентября 2023 г. С. 240-246.
3. Field E., Jacob H. Empirical evaluation of microtremor H/V spectral ratio// Bulletin of Earthquake Engineering//Article, Volume 6, 2008, PP. 75-108.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10518-007-9058-x>
4. Nakamura Y.A. Method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI). (1989), 30(1). 25-33.
5. Bard. P. Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? In The Effects of Surface Geology on Seismic Motion (pp. 1251-1279). Balkema.  
[https://www.researchgate.net/publication/228998764\\_Microtremor\\_measurements\\_A\\_tool\\_for\\_site\\_effect\\_estimation](https://www.researchgate.net/publication/228998764_Microtremor_measurements_A_tool_for_site_effect_estimation)

### **QURILISH MAYDONLARIDAGI GRUNTLARNING FIZIK PARAMETRLARINI ANIQLASH**

**Qodirboyev A.K., Abiraxmatov H.I., Sevinchova B.M.**

O‘zR FA G‘.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [asilbekkomiljonovich@gmail.com](mailto:asilbekkomiljonovich@gmail.com)

**Tadqiqotning dolzarbligi:** Yer qobig‘ini tashkil etuvchi tog‘ jinslari ularga berilgan ta’sirni har xil tezlikda o‘zidan elastik to‘lqin sifatida o‘tkazish xususiyatiga ega. Bu xususiyat ularning tezliklari elastik defarmatsiyalar va ularni hosil qiluvchi kuchlanishlar orasidagi bog‘lanishga bog‘liq.

Qurilish maydonlaridagi gruntlarning fizik parametrlarini aniqlash – bu zamonaviy qurilish va muhandislik tadqiqotlarining muhim sohalaridan biridir. Gruntlarning sifatini va seysmik barqarorligini aniqlash, ayniqsa, seysmik faol mintaqalarda, bino-inshootlarning poydevorlarini loyihalashda juda muhimdir. Gruntlarning fizik parametrlarini, jumladan, Puasson koeffitsiyentini aniqlash, inshootlarning barqarorligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Bu metodologiya, xususan, seysmik xavf tahlili, er silkinishlaridan himoya qilish va poydevorlarni barqaror qurish uchun zarur bo‘lgan geotexnik shartlarni belgilashda qo‘llaniladi.

**Tadqiqotning maqsadi:** Mazkur ilmiy tadqiqotning asosiy maqsadi qurilish maydonlaridagi gruntlarning fizik parametrlarini, xususan, Puasson koeffitsiyentini aniqlashdir. Bu, o‘z navbatida, qurilish inshootlarining seysmik barqarorligini baholash, poydevor gruntlarining sifatini aniqlash va seysmik xavflarni kamaytirishga yordam beradi. Tadqiqot orqali olingan ma’lumotlar, masalan, P va S to‘lqinlarining tarqalish tezliklari, seysmik xavf tahlilida, geotexnik hisob-kitoblarda va qurilish loyihalarining muvaffaqiyatli amalga oshirilishida qo‘llaniladi.

**Usul va uslublar:** Tadqiqotda seysmik qidiruvning MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) usuli qo'llanildi. Bu usul yordamida, er qobig'i yuzasidan o'tayotgan seysmik to'lqinlarning tarqalish tezliklari aniqlanadi. Tadqiqot maydonida 30 metr qalinlikdagi gruntlarda P va S to'lqinlarining tarqalish tezliklari hisoblandi. Olingan ma'lumotlar asosida Puasson koeffitsiyenti ( $\nu$ ) moduli hisoblandi, bu koeffitsiyent er osti jinslarining elastik xususiyatlarini va geofizik parametrlarini aniq belgilashda yordam beradi. Tadqiqot natijalari 5 ta nuqtada olingan qiymatlar (1-jadval) orqali umumlashtirilgan.

$$\nu = \frac{1}{2} \left( \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{V_p^2 - V_s^2} \right) \quad (1)$$

1-jadval.

“Gruntlardagi ko'ndalang( $V_s$ ), bo'ylama( $V_p$ ) to'lqin tezliklari va Puasson koeffitsiyenti ( $\nu$ )”

№	$V_s$ (m/s)	$V_p$ (m/s)	Puasson koeffitsiyenti ( $\nu$ )
	H = 30 m		
1	358,97	599,14	0,2200
2	355,46	593,41	0,2198
3	354,07	590,97	0,2200
4	327,45	546,37	0,2197
5	343,97	573,98	0,2198

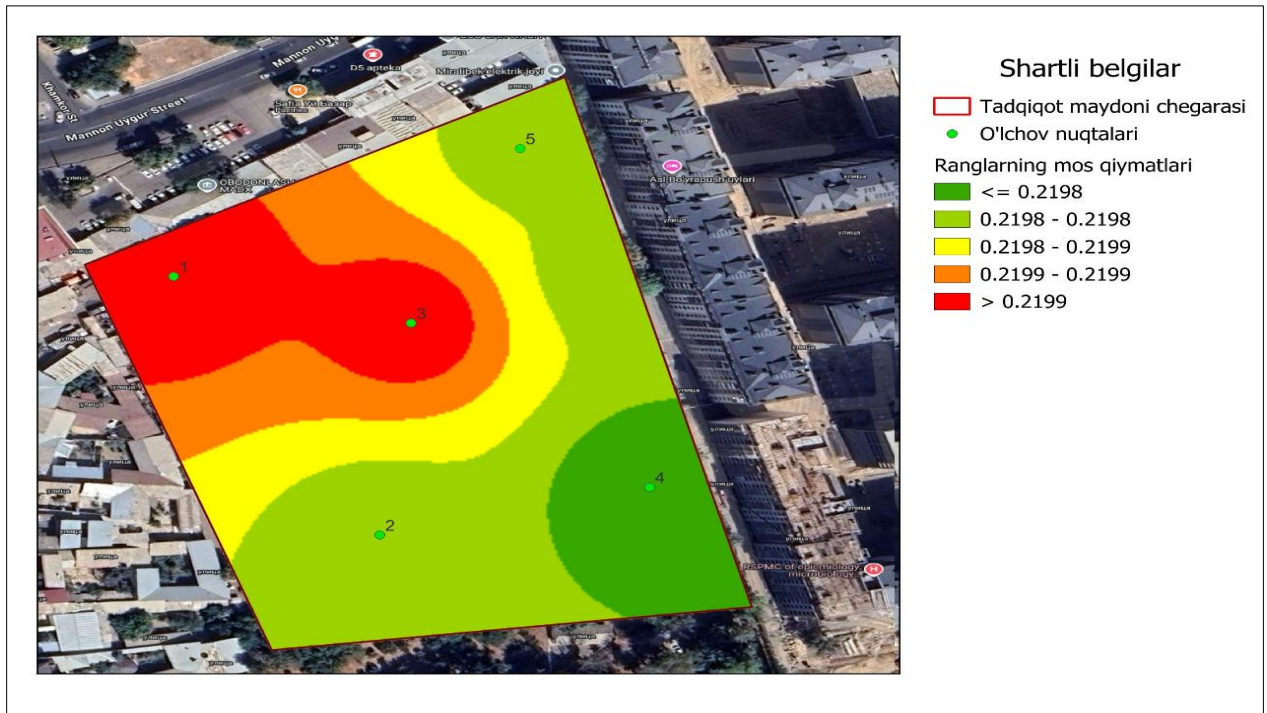
Puasson koeffitsiyenti ( $\nu$ ) grunt va jinslarning mexanik xususiyatlarini baholashda muhim parametr hisoblanadi. Hisoblangan ma'lumotlar bo'yicha  $\nu$  qiymatlari 0,2197 dan 0,2200 gacha bo'lib, tadqiqot hududi kichik bo'lganligi sababli minimum va maximum qiymatlar tor diapazonda farq qilgan. Ushbu qiymatlar grunt va jinslarning deformatsion xususiyatlari, ularning muhandislik-geologik tavsifi va seysmik xususiyatlarini aniqlashda ahamiyatli rol o'ynaydi.

**Natijalar:** Muhandis-geologik tasnif. Puasson koeffitsiyenti 0,2-0,3 oralig'ida bo'lishi, odatda, qumoq-loyli yoki zich qumtosh jinslariga xosdir. Bu esa mazkur hududda zich, yaxshi bog'langan va deformatsiyaga nisbatan barqaror gruntlarning mavjudligini ko'rsatadi. Nisbatan past qiymatlar (0,2197-0,2198) gruntlarning elastiklik chegarasi nisbatan yuqori ekanligini, ya'ni yuklanish ostida yaxshi deformatsiyalanishini anglatadi. Bunday jinslar odatda zich qumtoshlar yoki kuchli sementlangan shag'alli qatlamlarga mos keladi. Yuqori qiymatlar (0,2200) - Puasson koeffitsiyenti ortishi bilan gruntlarning plastik deformatsiyaga moyilligi ham oshadi. Bunday qiymatlar nam tuproq yoki qisman yuvilgan jinslar uchun xos bo'lishi mumkin [1-rasm].

Geofizik tahlil. Puasson koeffitsiyenti grunt va jinslarning dinamik xususiyatlarini baholashda ham muhim o'rin tutadi. U seysmik to'lqinlarning tarqalish tezligi va elastiklik modullarini hisoblashda ishlatiladi.  $\nu=0,22$  ga yaqin qiymatlar elastik to'lqinlarning (P-to'lqin va S-to'lqin) tezlik nisbatlari orqali qattiq jinslarga xos bo'lgan holatni ko'rsatadi. Puasson koeffitsiyenti past qiymatlari gruntning yuqori zichlikka ega ekanligini va yuk ostida sezilarli cho'kish ehtimoli pastligini bildiradi.

Seysmik faol mintaqada joylashgan tadqiqot maydonida bunday Puasson koeffitsiyenti qiymatlari gruntlarning seysmik barqarorligini ko'rsatib, muhandislik inshootlari uchun ijobiy xulosa berishga asos bo'lishi mumkin.

Puasson koeffitsiyenti qiymatlari bino-inshoot poydevor gruntlari uchun maqbul diapazonda bo'lib, seysmik barqarorlik nuqtayi nazaridan ijobiy baholanishi mumkin. Past qiymatlar suv ta'sirida gruntlarning deformatsiyalanish ehtimolini kamaytiradi. Bunday sharoitda ( $\nu=0,22$ ) poydevor gruntlarid cho'kish kam bo'ladi. Geofizik tekshiruvlarda qattiq jinslar uchun mos keladigan  $\nu$  normal diapazonida bo'lib, seysmik to'lqinlarning tarqalishi barqaror ekanligini anglatadi.



**1-rasm. Puasson koeffitsiyentining o'zgarish xaritasi.**

**Xulosa.** Hududdagi Puasson koeffitsiyenti qiymatlari (0,2197-0,2200) zich qumtoshlar yoki kuchli sementlangan shag'alli qatlamlarga mos kelib, muhandislik inshootlari uchun maqbul va barqaror gruntlarga ishora qiladi. Bu qiymatlar gruntlarning elastiklik darajasi yaxshi ekanligini, yuklanish ostida minimal deformatsiyaga uchrashini va seysmik barqarorligini ko'rsatadi. Shu sababli, ushbu hududda muhandislik-geologik tadqiqotlar davomida gruntlarning barqarorligi etarlicha yuqori deb baholanadi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. A.A. Agzamov "Геофизик тадқиқот усуллари" 71-76-бетлар.
2. Шебалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968. С. 95–111.
3. Акинина И.Н. Основы геотехники и механики грунтов // Геотехника и инженерная геология. М.: Стройиздат, 1983. С. 45–60.
4. Ваннек С.А. Исследование грунтов на строительных площадках // Строительная механика и геотехника. М.: Архитектура-С, 2000. С. 120–135.
5. Гусев В.А., Петрова Т.Н. Физико-механические свойства грунтов и их влияние на проектирование // Строительные материалы и методы. М.: Строиздат, 1995. С. 88–102.
6. Васильев Л.С. Применение геофизических методов в строительстве // Геофизика и геотехника. М.: Наука, 1987. С. 75–90.
7. Reynolds J.M. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics // Wiley, 1997. P. 135–150.
8. Sykes L.R., Olsson R.H. Earthquake Geology: Engineering Seismology and Site Characterization // Earthquake Engineering Journal. Vol. 24, 1995. P. 35–42.

## **GRUNTLARNING MUHANDISLIK XUSUSIYATLARINI KIMYOVIY STABILIZATORLAR ORQALI YAXSHILASHNING O‘RGANILGANLIGI**

**Sattorova N.A.**

O‘zRFA G‘.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [n.sattorova1993@gmail.com](mailto:n.sattorova1993@gmail.com);

**Kirish.** Zamonaviy inshootlar barpo etilishi, yo‘l va transport infratuzilmalari, sanoat va turar joy qurilishlarining barqarorligi, xizmat muddati hamda xavfsizligi ko‘p jihatdan asosiy geotexnik komponent — gruntning muhandislik xususiyatlariga bog‘liq. Har qanday qurilish jarayonida grunt o‘ziga xos asos rolini bajaradi va uning fizik-mexanik holati, zichligi, suv o‘tkazuvchanligi, siljish qarshiligi kabi ko‘rsatkichlari bevosita inshootning poydevor tizimiga ta‘sir ko‘rsatadi. Shu sababli, zaif, notekis zichlashgan, ko‘chuvchan yoki oson emiriluvchi gruntlarni mustahkamlash, ularning muhandislik xossalari yaxshilash masalasi geotexnika fanining asosiy tadqiqot yo‘nalishlaridan biriga aylangan.

Gruntlarni kimyoviy barqarorlashtirish - bu grunt namunalarining muhandislik xususiyatlarini yaxshilash uchun grunt xususiyatlarini o‘zgartirish jarayoni. Grunt zarralarini bog‘laydigan zarralararo kimyoviy o‘zaro ta‘sirlarni hosil qilish orqali bu yondashuvlar gruntning birlashishini yaxshilaydi va kesish kuchi va struktura barqarorligini oshiradi [1]. Kimyoviy grunt stabilizatsiyasi ilgari turli materiallar yordamida amalga oshirilgan, ulardan eng keng tarqalgani portlend tsement va ohak edi [2], [3]. Kimyoviy stabilizatsiya materiallarining ayrim kamchiliklari bor, jumladan, ular zaharli bo‘lib, grunt pH ni o‘zgartiradi, er osti suvlari va gruntlarni ifloslantiradi [4]. Oddiy stabilizatsiya materiallarining kamchiliklarini hisobga olgan holda, gruntlarning muhandislik xususiyatlarini yaxshilash uchun ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali stabillashadigan moddalarni topish juda muhimdir.

Shu nuqtai nazardan, zamonaviy ilm-fan va texnologiyalarning jadal rivojlanishi asosida nanomateriallar, tolalar, polimerlar va sanoat chiqindilari kabi innovatsion vositalar asosida gruntlarni mustahkamlash usullari shakllanmoqda. Ushbu yondashuvlar nafaqat gruntning fizik-mexanik xossalari yaxshilaydi, balki ekologik barqarorlikni ta‘minlaydi, chiqindilarni qayta ishlashga imkon beradi, iqtisodiy jihatdan tejamkorlik keltirib chiqaradi va uzoq muddatli samaradorlikni kafolatlaydi.

**Asosiy qism. Nanomateriallar** — bu yuzasi juda katta va o‘zaro ta‘sir kuchi yuqori bo‘lgan ultra mayda zarrachalardir. Ular grunt zarralari orasiga kirib, mikro struktura darajasida bog‘lovchi rolini o‘ynaydi (o‘lchami 1-100 nm). Masalan, nano-silikat yoki nano-gillar grunt g‘ovakliklarini to‘ldirib, zichlikni oshiradi va suv o‘tkazuvchanligini kamaytiradi. Shu bilan birga, gruntning kesilish mustahkamligi va cho‘kishga bo‘lgan chidamliligi kuchayadi. Nanomateriallarning grunt xossalari, ayniqsa qulab tushadigan gruntlarning siqilish va mexanik xususiyatlariga qanday ta‘sir qilishini o‘rganish uchun geotexnika muhandisligi bo‘yicha ko‘plab turli xil tadqiqotlar o‘tkazilgan. Tabarsa va boshqalar [5] nano-gilning Eronning Gonbad to‘g‘onidan olingan lyoss tuprog‘ining Atterberg chegaralari (gruntning holatini suyuq, plastinka va qattiq holatlarga o‘tish chegaralarini ifodalovchi ko‘rsatkichlar), siqilishga chidamliligi va konsolidatsiyalanmagan kesilish mustahkamligi (tuproq tabiiy holatda, ya‘ni zichlanmasdan, bosim ostida yon tomonlarga sirpanib ketmaslikka bo‘lgan qarshiligi) hamda cho‘kish xususiyatlariga ta‘sirini o‘rgandilar. Nano-gil miqdori quruq massa bo‘yicha 3 foizgacha oshirilganda, suyuqlanish chegarasi 36%, plastiklik chegarasi 25% va plastiklik indeksi 66% ga oshgan.

Stabilizatsiya mexanizmlarida nanomateriallarning ishlashi va qo‘llanilishi ularning murakkab xususiyatlari, jumladan, ularning o‘lchami, strukturaviy tavsifi, kimyoviy tarkibi, mikro tuzilishi va nanozarrachalar va grunt o‘rtasidagi tutashuv zonasidagi reaksiyalari bilan kuchli ta‘sir qiladi. Nanomateriallarga tegishli yana bir muhim parametr bu o‘ziga xos sirt maydoni. Nanozarrachaning o‘ziga xos sirt maydoni uning zarracha hajmining pasayishi bilan ortadi. Natijada atomning sirti kengayadi, uning ion almashish qobiliyati va boshqa zarralar bilan o‘zaro

ta'sir qilish qobiliyati kuchayadi. Grunt va nanomateriallar o'rtasidagi o'zaro ta'sir juda sezgir va gruntga qo'shilgan nanomateriallarning turi va miqdori kerakli xususiyatlarga ijobiy va salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

**Totali materiallar** — tabiiy va sun'iy (polipropilen, poliester, karbon) turlarda qo'llanilib, grunt ichida dispers holatda joylashadi. Ular tortish kuchiga qarshi chidamlilikni ta'minlaydi va gorizontal deformatsiyalarni kamaytiradi. Bundan tashqari, tolalar gruntning darz ketishiga qarshi kuchli himoya vositasi bo'lib xizmat qiladi. Bu, ayniqsa, yo'l qurilishlarida, aeroportlar, temir yo'llar va poydevor tizimlarida nihoyatda muhimdir.

Bakir va boshqalar [6] maydalangan shisha tolalarning (3%, 4%, 5% va 6% quruq massasiga nisbatan) lyoss gruntlarning turli xil siqilish energiyasida (20, 40 va 60 zarba) siqilish sinovida siqilish qobiliyatiga ta'sirini o'rgangan. Namlik miqdori va siqilish energiyasi ortib borishi bilan qulash potentsiali kamaygan. Maydalangan shisha tolalar ulushi oshgani sayin, gruntning qulash potentsiali kamaydi. 6% shisha tolalar bilan ishlov berilgan gruntlar uchun eng kam cho'kish darajasi olingan.

**Polimerlar** esa grunt zarrachalarini o'zaro bog'lab, elastik va kuchli matritsa hosil qiladi. Ularning molekulyar tarkibi tufayli gruntning suvni o'tkazmasligi, zichligi, cho'kish qarshiligi sezilarli darajada ortadi. Polimerlar tarkibida mavjud gidrofobik guruhlar suvning gruntga kirishini cheklaydi va nam muhitdagi deformatsiyani kamaytiradi.

Gruntlarni barqarorlashtirish uchun bir nechta polimerlar ishlatilgan [4], [7], [8]. Polimerlar tuzilishi va manbasiga ko'ra geopolimerlar, biopolimerlar va sintetik organik polimerlarga bo'linadi [9]. Geopolimer - amorf kremniy oksidi va aluminaga boy manba materiallarini gidroksidi aktivatorlar bilan birlashtirish natijasida olingan noorganik aluminosilikat moddadir [10], [11]. Biopolimerlar biomassa yoki bakteriyalardan tayyorlanadi va tabiatda keng tarqalgan, jumladan tsellyuloza, lignin va polisaxaridlar. Biopolimerlarning eng keng tarqalgan turlari polisaxaridlar bo'lib, ular guar elimi va ksantan elimini o'z ichiga oladi [9]. Biopolimerlar ko'pincha har xil zaryad va zarracha o'lchamlari bilan bir qatorda yuqori o'ziga xos sirt maydonlariga ega. Ion va vodorod bog'lari tufayli ular mayda grunt zarralari (ya'ni, gil va loy) bilan bevosita ta'sir o'tkazishi mumkin [12]. Poliuretan, propilen va poliakrilatlar kabi sintetik organik polimerlar turli xil asosiy va yon zanjirli kompozitsiyalarga ega inson tomonidan ishlab chiqarilgan polimerlardir [9].

Dehghan va boshqalar [13] cho'kuvchan gruntlarni barqarorlashtirish uchun ksantan va guar elimlaridan foydalangan. Biopolimer zarrachalar orasidagi bog'lanish va teshiklarni to'ldirish tufayli turli zichliklarda o'tkazuvchanlikni sezilarli darajada kamaytirdi, degan xulosaga keldilar. Biopolimerlarning ko'payishi bilan birlashish ko'tarildi va ishqalanish burchagi kamaygan. Biopolimer bilan ishlov berilgan gruntlarning qulash potentsiali pasaydi. Biroq, ksantan elimi guar elimidan ko'ra samaraliroq edi, bu Ayeldin va boshqalarning [4] natijalariga mos kelmaydi. Zarrachalar va ksantan elimlari o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri o'zaro ta'sir mavjud edi. Nozik grunt zarralarining elektr zaryadi bu o'zaro ta'sirni yaratdi, bunda karboksilik kislota (COOH) va gidroksil guruhlari o'rtasidagi kationik bog'lanish va vodorod bog'lanishi ksantan monomerlarini elektr zaryadlangan grunt zarralari (-OH) bilan bog'laydi. Ksantan elimi va grunt zarralari orasidagi o'zaro bog'liqlik natijasida qarshilik yaxshilangan. Qo'shilgan ksantan elimining miqdori ortishi, ko'proq reaksiya tezligiga va ko'proq qarshilikka olib keldi. Qureshi va boshqalarga ko'ra [14], biopolimer ortishi bilan plastik chegarasi, suyuqlik chegarasi va plastiklik indeksi ko'tarilgan. Yuqori plastiklik indeksi yuqori drenajsiz kesish kuchiga va past o'tkazuvchanlikka olib kelgan.

**Sanoat chiqindilarining** geotexnik sohada qayta ishlanishi esa ikki tomonlama foyda keltiradi. Birinchidan, bu chiqindilar atrof-muhitga zarar keltirish o'rniga foydali mahsulotga aylantiriladi. Ikkinchidan, ularning tarkibidagi puzolanik xossalari tufayli tsementga o'xshash bog'lovchi fazalar hosil bo'lib, gruntga qo'shimcha mustahkamlik beradi. Bunday yondashuv barqaror rivojlanish tamoyillariga mos keladi.

Sanoat chiqindilari bilan ishlov berilgan tuproqlarni barqarorlashtirishga ta'sir qiluvchi eng muhim omillardan biri qo'shimchalarning optimal foizini aniqlashdir. Nazir va boshqalarga ko'ra

[15], marmar changining miqdori 30% dan 50% gacha ko'tarilganligi sababli tuproqning qulashi potentsiali oshgan.

**Xulosa.** Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, nanomateriallar, tolalar, polimerlar va sanoat chiqindilari gruntlarning muhandislik xossalarini sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi. Ushbu materiallar grunt tarkibida mikro- va makrostruktura darajasida o'zaro ta'sirlanib, zichlik, kesilish mustahkamligi, suvga chidamlilik va deformatsiyaga qarshilik kabi asosiy parametrlarni ijobiy tomonga o'zgartiradi. Xususan, nanotexnologiyalar orqali zarracha bog'lanishlari mustahkamlanadi, tolalar deformatsiyaga qarshi kuchaytiruvchi rol o'ynaydi, polimerlar esa suvga nisbatan barqarorlikni oshiradi. Sanoat chiqindilarining qayta ishlanishi esa bu jarayonni iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali qiladi. Shunday qilib, turli stabilizatorlardan foydalanish zamonaviy geotexnik muhandislikda samarali, barqaror va innovatsion echim sifatida namoyon bo'lmoqda.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. D. Evstatiev, Engineering Geology, 25 (1988) 341-366, 25 (1988).
2. M. Mariri, R. Ziaie Moayed, A. Kordnaeij. Stress-Strain Behavior of Loess Soil Stabilized with Cement, Zeolite, and Recycled Polyester Fiber; J. Mater. Civ. Eng., 31 (2019), p. 04019291, 10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002952
3. A.A. Garakani, S.M. Haeri, D.Y. Cherati, F.A. Givi, M.K. Tadi, A.H. Hashemi, N. Chiti, F. Qahremani. Effect of road salts on the hydro-mechanical behavior of unsaturated collapsible soils; Transp. Geotech., 17 (2018), pp. 77-90, 10.1016/j.trgeo.2018.09.005
4. M. Ayeldeen, A. Negm, M. El-Sawwaf, M. Kitazume, Enhancing mechanical behaviors of collapsible soil using two biopolymers; J. Rock Mech. Geotech. Eng., 9 (2017), pp. 329-339, 10.1016/j.jrmge.2016.11.007
5. S.M. Haeri, A. Zamani, A.A. Garakani, Collapse Potential and Permeability of Undisturbed and Remolded Loessial Soil Samples, Unsaturated Soils Res; Appl. (2012), pp. 301-308, 10.1007/978-3-642-31116-1\_41
6. N. Bakir, K. Abbeche, G. Panczer, Experimental study of the effect of the glass fibers on reducing collapse of a collapsible soil; Geomech. Eng., 12 (2017), pp. 71-83 <https://doi.org/10.12989/gae.2017.12.1.071>
7. N. Hanegbi, I. Katra, A clay-based geopolymer in loess soil stabilization; Appl. Sci., 10 (7) (2020), p. 2608
8. A.S. Abdulrasool, S.F.A. Al-Wakel, Effects of polyurethane foam on the behaviour of collapsible soils; Geotech. Res., 8 (2021), pp. 108-116,
9. J. Huang, R.B. Kogbara, N. Hariharan, E.A. Masad, D.N. Little, A state-of-the-art review of polymers used in soil stabilization; Constr. Build. Mater., 305 (2021), Article 124685,
10. J. Davidovits, Geopolymers inorganic polymeric new materials; J. Therm. Anal., 37 (1991), pp. 1633-1656, 10.1007/bf01912193
11. A.A. Khalaf, K. Kopeckó, Proposed simplified method of geopolymer concrete mix design; Concr. Struct., 21 (2020), pp. 31-37
12. I. Chang, J. Im, G.-C. Cho, Introduction of microbial biopolymers in soil treatment for future environmentally-friendly and sustainable geotechnical engineering; Sustain., 8 (3) (2016), p. 251
13. H. Dehghan, A. Tabarsa, N. Latifi, Y. Bagheri, Use of xanthan and guar gums in soil strengthening, Clean Technol. Environ; Policy, 21 (2019), pp. 155-165
14. C. Qureshi, Al-Sadarani, Strength and durability characteristics of bacterial mortar, J. Adv. Res. Dyn. Control Syst., 9 (2017), pp. 228-235
15. A. Nazir, M. El Sawwaf, W. Azzam, M. Ata, Utilization of Marble Dust for Improving The Geotechnic Characteristics Of Collapsible Soil J. Geol. Res., 2 (2020), pp. 36-45



## **YANGI NAVOIY SHAHRI HUDUDIDA TARQALGAN GRUNTLARNING SEYSMIK XUSUSIYATLARINI ANIQLASH**

**Sevinchova B.M., A.K.Qodirboyev, H.I.Abiraxmatov**  
O‘zR FA G‘.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent,  
e-mail: [sevinchovabarno@gmail.com](mailto:sevinchovabarno@gmail.com)

**Kirish.** G‘arbiy O‘zbekiston hududida joylashgan, Navoiy viloyatida “Yangi Navoiy shahri” qurilishi uchun ajratilgan maydonda ilmiy tadqiqodlar olib borildi. Hududning joylashuv o‘rni Navoiy viloyatining markaziy qismini tashkil qiladi. Hudud seysmotektonik jihatdan Turon platformasi geologik rivojlanishning hozirgi bosqichida ham nisbatan zaif seysmik faollik bilan ajralib turadi. Tadqiqot hududi Yangi Navoiy Janubiy Qoratov-Janubiy Turkiston er yorig‘i bilan shartlangan Zarafshon seysmogen zonasida joylashgan bo‘lib, bevosita Zarafshon seysmogen zonasi hududida joylashgan bo‘lib, uning shimoli va janubidan ob‘ektida sezilarli silkinishlarni keltirib chiqaradigan kuchli zilzilalarni keltirib chiqara oladigan bir nechta yuqori salohiyatli seysmogen zonalar ham o‘tadi. Tadqiqot hududi va uning atrofidagi zamonaviy seysmik faollik juda past. Instrumental kuzatuvlar davrida ob‘ektning yaqin atrofida kuchli va sezilarli zilzilalar qayd etilmagan. Shu bilan birga, tadqiqot hududiga qo‘shni seysmik faol zonalarda sodir bo‘lgan kuchli zilzilalar sezilarli seysmik ta‘sir ko‘rsatgan. O‘zbekiston hududini umumiy seysmik rayonlashtirish xaritasi USR-2017 bo‘yicha ob‘ekt hududining boshlang‘ich seysmikligi MSK-64 shkalasi bo‘yicha  $I=8$  ballni hamda seysmik potentsiali  $M \leq 6.5$  ga teng tashkil etadi.

**Usul va uslublar.** Ilmiy tadqiqotimizda “Yangi Navoiy shahri” hududi gruntlarni o‘rganish uchun ikkita usul qullanildi. Dala tadqiqodlarida olib borilgan usullar seysmarazvedka va instrumental seysmometr tadqiqotlar bilan o‘lchovlar olindi. Gruntlarning seysmik xususiyatini o‘rganish shaharsozlik ishlarida muamolarini hal qilishda muhim omil hisoblanadi. Xozirgi kunda aholining ortib borishi mos ravishda shaharlarning urbanzatsiyalanishi, seysmik xolatni baholash qurilish loyihalash ishlarida muhim hisoblanadi.

Tadqiqot hududi geomorfologik jihatdan Navoiy shahri Zarafshon daryosining allyuvial-prolyuvial tekisligiga to‘g‘ri keladi. Tadqiqot hududining geologik tuzilishida Golodnostep kompleksi (apQ3gl) yuqori to‘rtlamchi davr allyuvial-prolyuvial yotqiziqlari ishtirok etadi. Navoiy shahri litologik jihatdan 30,0 m chuqurlikkacha gilli va dresvali gruntlardan tashkil topgan. Yirik bo‘lakli gruntlar tarkibiga chaqiq tosh qo‘ng‘ir-kulrang tusli, turli donali qum, qumoq va qumloq qatlamlari, namdan suvga to‘yingan dresvali gruntlardan iborat. Gilli gruntlar quyidagi material bilan ifodalanadi: suglinoklar va supeslar lyossimon, och jigarrang, kam namlikdan suvga to‘yingan, turli donali qum va dresva qatlamlari bilan, gips va karbonatli konsentratsiyalar bilan, ushbu gruntlar alohida qatlamlar va linzalar ko‘rinishida dress qatlamida uchraydi. Yirik bo‘lakli gruntlar tarkibiga chaqiq tosh qo‘shilgan, qumloq to‘ldirgichli, qo‘ng‘ir-kulrang tusli, turli donali qum, qumoq va qumloq qatlamlari, namdan suvga to‘yingan dresvali gruntlardan iborat. Gilli gruntlar quyidagi material bilan ifodalanadi: suglinoklar va supeslar lyossimon, och jigarrang, kam namlikdan suvga to‘yingan, turli donali qum va dresva qatlamlari bilan, gips va karbonatli konkretsiyalar bilan. Bundan tashqari, ushbu gruntlar qalinligi ba‘zi joylarda 0,5 m gacha bo‘lgan dresvyan-chaqiq toshli gruntlar qatlamlarida alohida qatlamlar va linzalar shaklida uchraydi.

**Dala tadqiqotlari** "MAE X820-S" (Italiyada ishlab chiqarilgan) seysmik qidiruv stansiyasida 4,5 Gs chastotali gorizontal seysmik qabul qilgichlardan foydalangan holda amalga oshirildi. Seysmorazvedka usulida erkin yuzaga zarba berib to‘lqin quzg‘atiladi va ma‘lum bir chuqirlikdan qaytgan to‘lqinlar 4,5 gts chastotali vertikal gorizontal seysmik qabul qiluvchilar yordamida yozib olinadi, Seysmogramma ma‘lumotlari talqin qilindi.

Tadqiqot ishining vazifalaridan kelib chiqqan holda MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) usulidan foydalanildi. MASW usuli-bu yuzaki to‘lqinlarning tahlil qilish usuli bo‘lib, bunda 24 kanalli geofonlardan foydalaniladi.

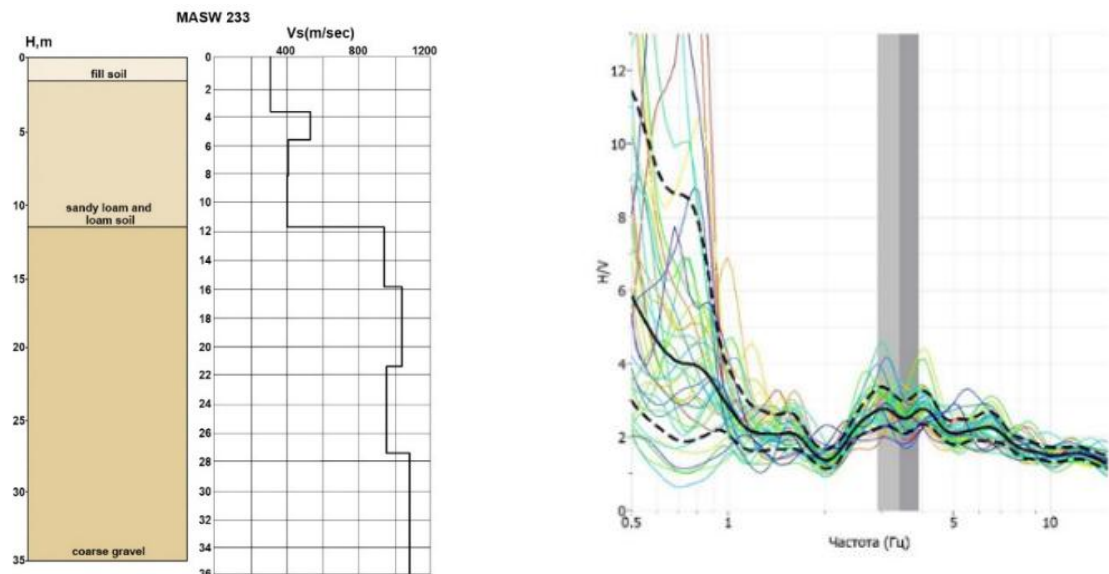
Instrumental seysmometr Buyuk Britaniyaning Guralp kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan CMG-6TD keng polosali raqamli seysmometrlari yordamida H/V usuli yordamida urning mikroseysik shovqinni yozib olish uchun er yurasining vertikal gorizantal tebranish tezligini elektr signalga aylantiradigan yuqori sezgir seysmik datchiklardan foydalaniladi. Dala seysmik tadqiqotlarini qayta ishlash, qayd etilgan to'lqinlar bilan maydonini tahlil qilishdan iborat. yozib olingan HVSR spektrlari ma'lumotlarni tahlil qilish va tizimlashtrish maqsadida Nakamura usulidan foydalanildi. Nakamura usuli yoki H/V spektral nisbati usuli (HVSR – Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio) zilzila muhandisligi va geofizikada keng qo'llaniladigan passiv seysmik tadqiqot usulidir.

**Dala ishlarida olingan malumotlar.** Seysmorazvedka usuli bilan hududda 11-ta nuqtada o'lchov ishlari olib borildi. O'lchab olingan ma'lumotlar qayta ishlash uchun Zond dasturi ishlatilgan. Instrumental seysmometriya tadqiqoti bilan ham 11-ta nuqtada o'lchab olingan malumotlar qayta ishlash uchun Geopsy dasturi ishlatilgan.

**Tadqiqot natijalari.** Yangi Navoiy shahar hududi 96.74 gektar joyda 11-ta nuqtada seysmarazvedka va instrumental seysmometriya tadqiqotlari olib borildi va o'lchovlarni qiymatlari hisoblab chiqildi.

Xar bir nuqtadagi o'lchovlar bo'yicha Vs30 qiymatlari hisoblab chiqildi (1-jadval).

Olingan natijalarga ko'ra, hudud uchun dastlabki 30 m grunt qatlamining o'rtacha ko'ndalang to'lqin tarqalish Vs30 tezligi 350-425 m/s oralig'ida.



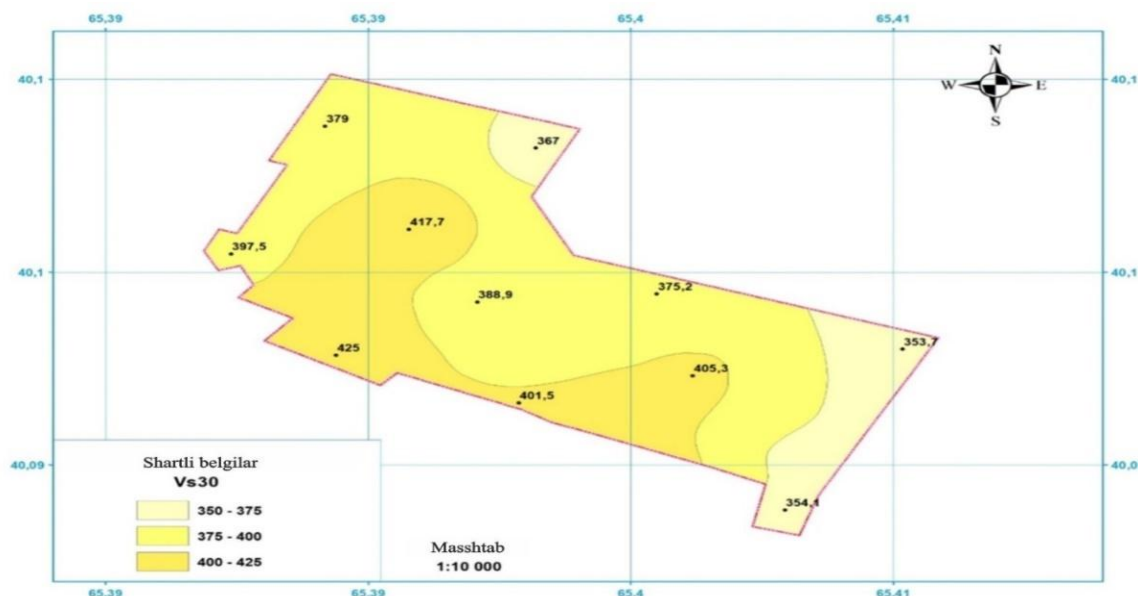
**1-rasm. HVSR spektrlari bo'yicha aniqlangan gruntni rezonans chastotasi va seysmik ta'sirlar intensivligining oshishi.**

1-jadval

Kuzatish nuqtalarining koordinatalari va ularga mos keladigan Vs30, HVSR, domenant chastota, va seysmik intensivlikning orttirmasi (dI) qiymatlari.

№	X	Y	Vs30, m/s	HVSR	fo	dI
1	65,39	40,09	425,19	2.7	3.1	0.18
2	65,40	40,09	401,46	2.8	3.8	0.21
3	65,40	40,09	354,13	2.9	3.5	0.24
4	65,41	40,09	353,69	2.8	4	0.21
5	65,40	40,10	367,02	2.8	3	0.21
6	65,40	40,10	375,17	2.5	3.3	0.11

7	65,40	40,09	405,26	2.9	3.2	0.24
8	65,40	40,10	388,92	2.6	3	0.15
9	65,39	40,10	417,72	2.5	3	0.11
10	65,39	40,10	397,49	2.3	3.3	0.04
11	65,39	40,10	379,02	2.7	3	0.18



**2-rasm. Vs30 ko'rsatkichining maydonda tarqalish xaritasi.**

O'rganilayotgan maydon hududini taxminan uch qismga bo'lish mumkin: o'rtacha tezlik qiymatlariga nisbatan (360-390 m/s).

**Xulosa.** Seysmorazvetka ma'lumotlaridan foydalanib qatlam tezligi, chegarasi va tarkibi aniqlandi. Qatlamlar tarkibiga qarab, o'rganilayotgan hudud 2-tipdagi gruntga ajratildi. Nakamura usuli Spektral analiz tebranishi o'lchovlaridan olingan natijalar seysmik intensivlik +0,08 +0.25 ballga o'sishining o'zgarishi ko'rsatildi. Bu ma'lumotlar shaharsozlik muammolarini hal qilish, yangi Navoiy hududidagi ko'p qavatli tipik turar-joy, jamoat va ijtimoiy binolarni loyihalash va qurish, shuningdek, seysmik mikrorayonlashtirish bo'yicha jahon tajribasini hisobga olgan holda hudud II tipdagi gruntndan tashkil topgan.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Agzamov A.A. "Geofizika tadqiqot usullari" (76- bet).
2. Ибрагимов А.Х., Алимухамедов И.М. Экспериментальное обоснование возможности использования метода Накамуры (HVSR) при решении задач сейсмического, микрорайонирования. // Проблемы сейсмологии в Узбекистане. Ташкент. 2016.
3. Ismailov V.A. "Shaharsozlikni rejalashtirish uchun mukammal seysmik hududlashtirish va mikrohududlashtirish bo'yicha uslubiy qo'llanma. Toshkent 2023" (49- bet. Gruntlarning seysmik xususiyati).
4. Ibragimov A.X. "Instrumental seysmologiya" (124-bet) <http://www.geopsy.org/>

## THE SEISMIC EFFECT ASSESSMENT OF CONSTRUCTION SITES USING SEISMIC-SOIL CONDITIONS MODELS

**Teshayeva R. B.**

Institute of Seismology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

e-mail: [teshaeva.ruhsora.93@bk.ru](mailto:teshaeva.ruhsora.93@bk.ru), tel: +998998575667

**Abstract:** The article presents the results of seismic impact assessment in construction sites on Korayontok and Farovon mahallas. Various soil conditions are modeled and the seismic effect was compared using soil response modeling.

**Key words:** soils, PGA, shear wave velocity, lithological composition, acceleration.

**Introduction.** The distribution of different types of soils on the territory of construction sites have some specific features when we assess the seismic effect. In different soils such as loess soils, sandy loams, sandstones, pebbles, etc. seismic waves are propagate differently, and have different propagation speeds, different frequencies, accelerations, etc. Therefore, it is very important to enhance scientific research in the field of the influence of soil conditions on the seismicity of construction sites.

A special feature of engineering and seismological surveys is the modeling of seismic and soil conditions. This concept includes all local features of the geological environment that determine the specifics of seismic impacts, their amplitudes and spectral consistency [1].

**Research methodology.** The proposed method is - modeling of seismic-ground conditions for assessing the seismicity of construction sites, which studies the real engineering-geological and geophysical indicators of soils, determines the influence of soil conditions on the parameters of seismic vibrations under the real impacts of real strong earthquakes.

To solve the problems of assessing the seismicity of the territory, the STRATA program was used, taking into account an engineering and geological conditions. Real accelerograms of two earthquakes were taken, which, by their mechanism (fault and reverse) and by the nature of the propagation of seismic waves, correspond to the seismological conditions of the territory of the Republic of Uzbekistan.

Further, materials were collected characterizing the engineering-geological and seismic properties of soils (based on the materials and results of complex geophysical studies carried out by seismic survey methods KMPV, MASW, and the physical and mechanical properties of the soil stratum for 30 meters were also studied), which are distributed on the territory of Termez city.

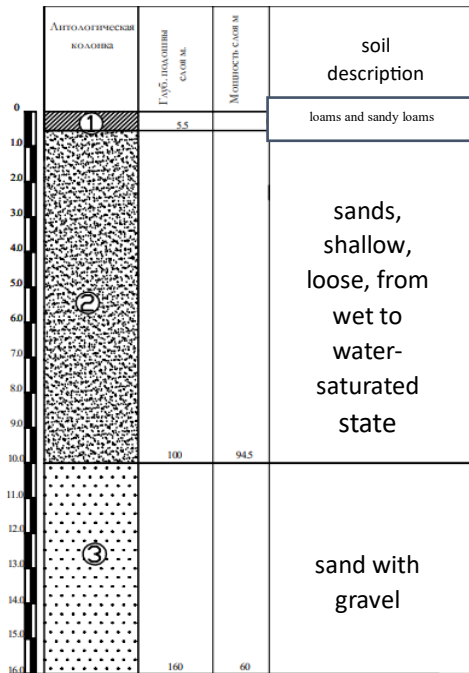
**Results and its discussion.** Comprehensive engineering-geological and geophysical studies were carried out on the territory of the mahallas "Korayontok", "Farovon" and Navoiy street in Termez city, Surkhandarya region.

Geomorphologically, the sites are confined to the third terrace of the Surkhandarya River. The alluvial-proluvial deposits of the Upper Quaternary of the Golodno-steppe complex (ap Q3gl) takes part in the geological structure [2]. Lithologically, soils take part as loess-like loams, loams with interlayers of sandy loam and clay, fine, loose sands and sands with gravel aggregates. The thickness of Quaternary deposits varies from 70 to 160 m.

The density of soils varies within 1.57-2.2 t/m<sup>3</sup>. The velocities of transverse waves have the character of a gradient growth with depth and vary within 210-967 m/s, respectively. As a result of the field work and their subsequent data processing, the velocity models of longitudinal and transverse waves, which are reflecting the structure were obtained, as well as the properties of the objects under the study.

After processing the simulation data and obtaining values for the entire 160-meter thickness, graphs of peak acceleration and seismic intensity increments were plotted for the earthquakes, with magnitude 7 and 8. Peak ground acceleration rates (PGA) in models: 0.193; 0.17; 0.18; 0.139. Seismic intensity increment for the 7 point zone: 0.0042; 0.0049; 0.005; 0.0028. Seismic intensity increment for the 8 point zone: 0.01; 0.013; 0.012; 0.015.

Engineering-geological column  
scale 1:1000



Engineering-geological column  
scale 1:1000

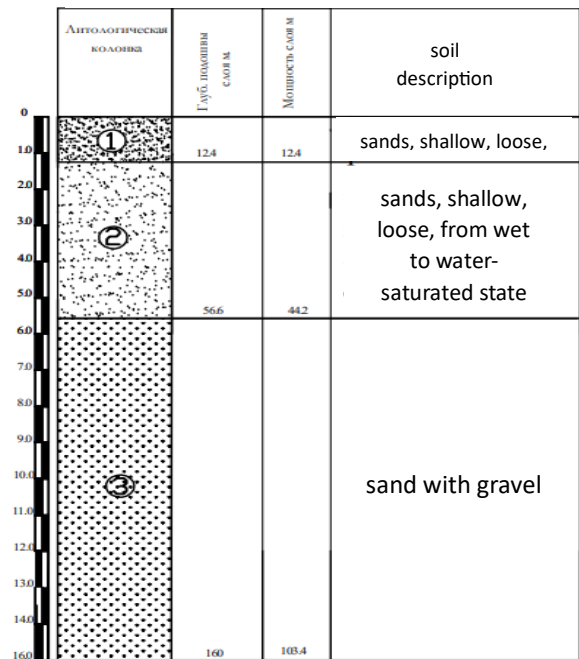


Figure-1. Lithological structure of the construction site of "Korayontok" and "Farovon"

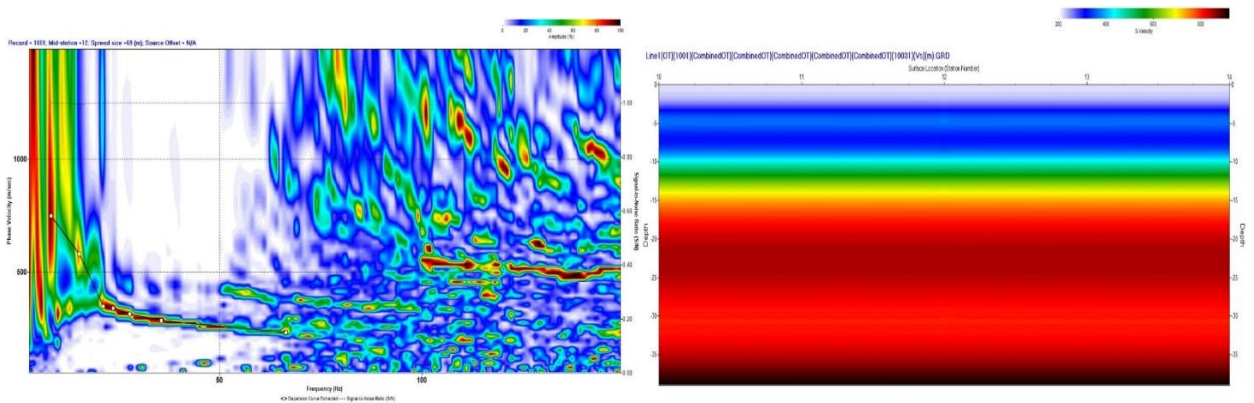


Figure-2. Velocity model with depth of the construction site of "Korayontok"

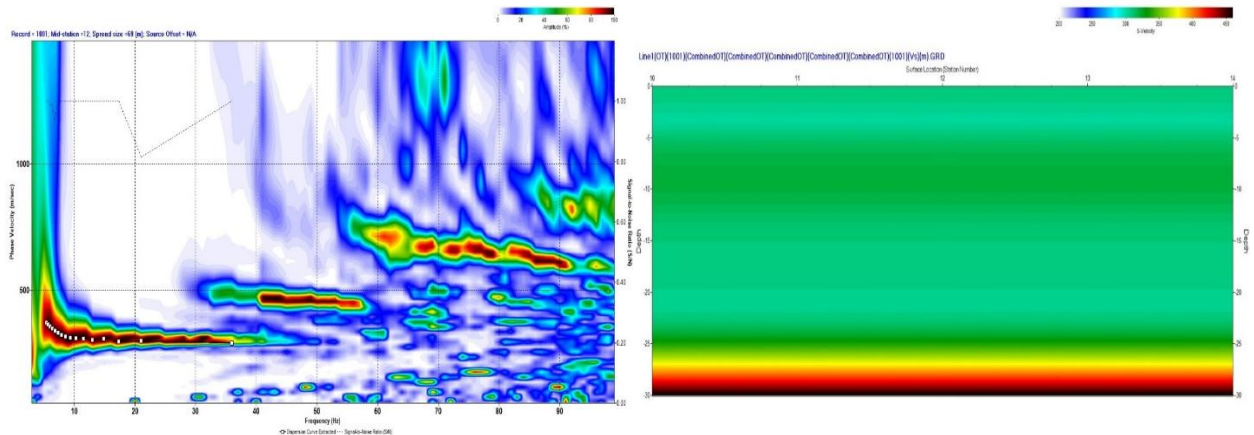
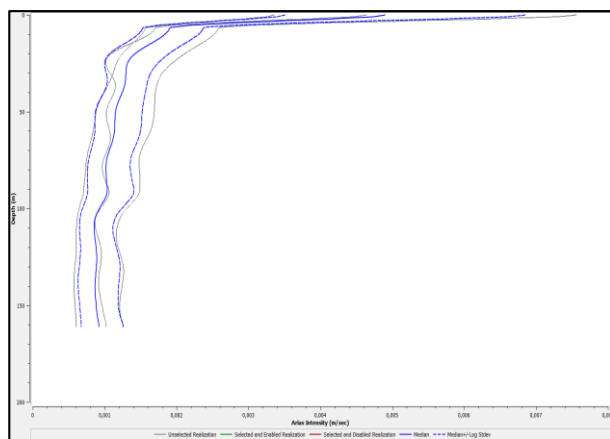
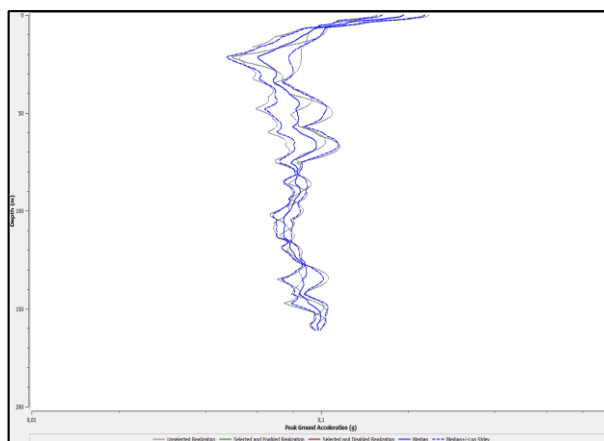


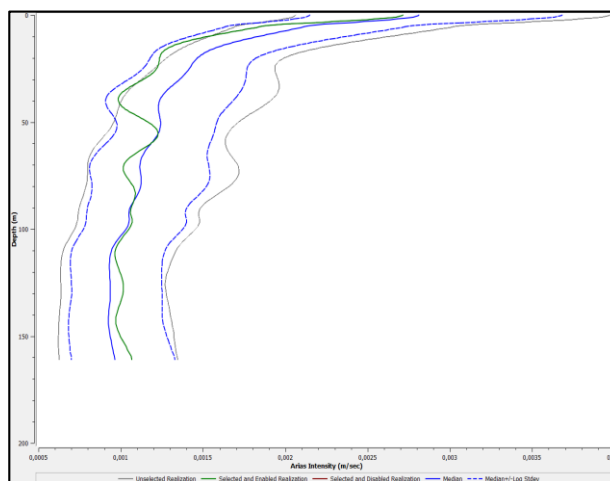
Figure-3. Velocity model with depth of the construction site of "Farovon"



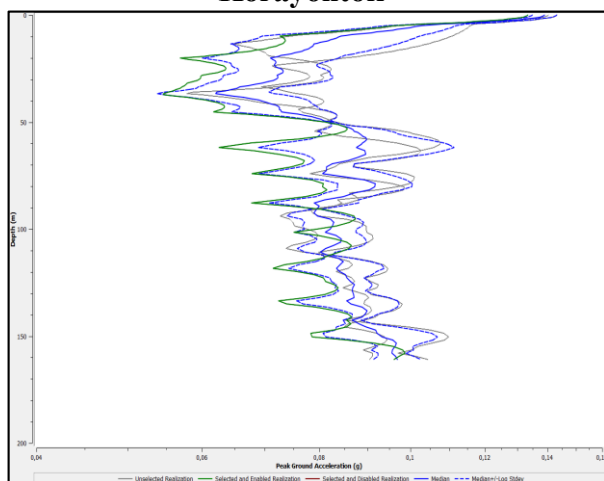
**Figure-4. Intensity increment model of the construction site of "Korayontok"**



**Figure-5. Peak Ground Acceleration (PGA) model of the construction site of "Korayontok"**



**Figure-6. Intensity increment model of the construction site of "Farovon"**



**Figure-7. Peak Ground Acceleration (PGA) model of the construction site of "Farovon"**

**Conclusion.** In the process of research and analysis of the obtained data, it was found that soil conditions strongly affect the seismicity of construction sites, the increment in seismic intensity during the magnitude M=8 earthquake exceeds the increment in seismic intensity during the magnitude M=7 earthquake by more than 2.5 times. Studying the response of soil strata to seismic vibrations (in peak ground accelerations PGA) under given seismic effects using the STRATA program helps to dissect territories with different peak accelerations of soil particles, taking into account the seismological, engineering and geological conditions of the territory of Termez city. Based on the simulated PGA plots and increments of seismic intensity, the seismicity of construction sites is assessed not only in terms of macroseismic indicators, but also in engineering parameters. The compiled models of the urban territory can be applied to solve the problems of the Termez city urbanization.

#### **Literature:**

1. Aleshin A.S.// Макросейсмические основы сейсмического микрорайонирования// Вопросы инженерной сейсмологии. 2011. 38 №4. С 15-28.
2. Bozorov J., Mansurov A., Ruzimboev F., Teshayeva R. //К вопросу о влиянии лёссовых грунтов на сейсмическую интенсивность строительной площадки // Notice of NUU №3/2 issue. pages 152-156.

## **GRUNTLARNING GEOFIZIK TAHLILI ASOSIDA Vs30 va $\rho$ 30 PARAMETRLARINI BAHOLASH**

**Xayriddinov B.B.**

O‘zR FA G‘.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya institute, Toshkent shahri  
e-mail: [xayriddinobahodir69@gmail.com](mailto:xayriddinobahodir69@gmail.com)

**Tadqiqotning dolzarbligi:** Zamonaviy qurilish va shaharsozlik jarayonlarida gruntlarning fizik-mexanik xususiyatlarini chuqur o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, seysmik faol zonalarda joylashgan hududlarda geofizik tahlillar yordamida grunt qatlamlarining holatini aniqlash, seysmik xavfni baholash va xavfsiz qurilish uchun ilmiy asoslar ishlab chiqish zarurati ortib bormoqda. Ushbu tadqiqotda gruntlarning geofizik xususiyatlari, ayniqsa, S-to‘lqinlar tarqalish tezligi (Vs30) va grunt zichligi ( $\rho$ 30) parametrlariga alohida e‘tibor qaratiladi. Vs30 va  $\rho$ 30 kabi parametrlar grunt qatlamlarining elastiklik darajasini va zichlik holatini baholashda asosiy ko‘rsatkichlar hisoblanadi. Ularning aniqlanishi orqali hududdagi seysmik xavf darajasini baholash, inshootlar uchun mos qurilish sharoitlarini belgilash va ilg‘or muhandislik echimlarini ishlab chiqish imkoniyati yaratiladi.

Tadqiqotda geofizik usullar, jumladan, seysmik qidiruvning MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) usuli asosida olingan ma‘lumotlariga tayangan holda gruntlarning ichki tuzilmasi, elastiklik xususiyatlari va zichlik darajasi o‘rganiladi. Natijada, gruntlarning dinamik va statik xususiyatlari aniqlanib, ular asosida xavfsiz va barqaror qurilish uchun ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqiladi.

**Tadqiqotning maqsadi:** Ishlardan asosiy maqsad – tadqiqot hududida joylashgan grunt qatlamlarining geofizik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish, ayniqsa, Vs30 (S-to‘lqin tezligi) va  $\rho$ 30 (zichlik) kabi muhim fizik parametrlarni aniqlashdan iborat. Ushbu parametrlar asosida er osti qatlamlarining barqarorlik holati, seysmik xavflilik darajasi hamda qurilish uchun xavfsiz sharoitlar baholanadi. Tadqiqot natijalari seysmik xavfni kamaytirishga, tabiiy ofatlarning oldini olishga va hududda xavfsiz, barqaror inshootlar qurilishiga xizmat qiluvchi ilmiy-amaliy tavsiyalarni ishlab chiqishga qaratilgan.

**Usul va uslublar:** Hududdagi gruntlarning geofizik xususiyatlarini aniqlash va baholash maqsadida zamonaviy geofizik usullardan foydalanildi. Tadqiqot jarayonida qo‘llanilgan asosiy usullardan biri seysmik qidiruvdir. Mazkur usul orqali er osti qatlamlarida seysmik to‘lqinlarning tarqalish xususiyatlari aniqlanadi va bu ma‘lumotlar asosida grunt qatlamlarining fizik parametrlari baholanadi.

Tadqiqot maydoniga seysmik qidiruv profillari joylashtirildi va ularga seysmoqabulqilgichlar (geofonlar) o‘rnatildi. Har bir profilda 24 ta kanal (qabul qilish nuqtalari) bo‘lib, ularning o‘zaro oraliq masofasi 2 metrni tashkil etdi. Natijada, har bir seysmik profilning umumiy uzunligi 46 metrga teng bo‘ldi. Profil bo‘ylab to‘lqinlar tarqalishi jarayonida 30 metr chuqurlikkacha bo‘lgan grunt qatlamlaridagi P-to‘lqin (bo‘ylama) va S-to‘lqin (ko‘ndalang) tezliklari va zichlik parametrlari aniqlandi.

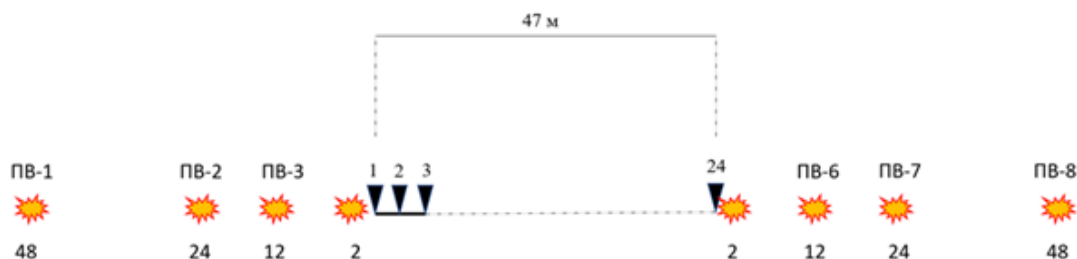
Qayd etilgan dala seysmik materiallari MASW talqin qilish texnologiyasi asosida qayta ishlanadi. Ushbu usul zamonaviy muhandis-geologik va geofizik tadqiqotlarda keng qo‘llanilib, gruntlarning elastiklik darajasi, deformatsiyaga chidamliligi va ayniqsa, S-to‘lqin tezligini (Vs) aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. MASW usuli yuzaki (Reley) to‘lqinlarining dispersiya (tezlikning chastotaga bog‘liqligi) xususiyatlarini tahlil qilish orqali qatlamlarning fizik-mexanik xususiyatlari haqida chuqur ma‘lumot beradi.

Tadqiqot jarayonida quyidagi bosqichlar amalga oshirildi:

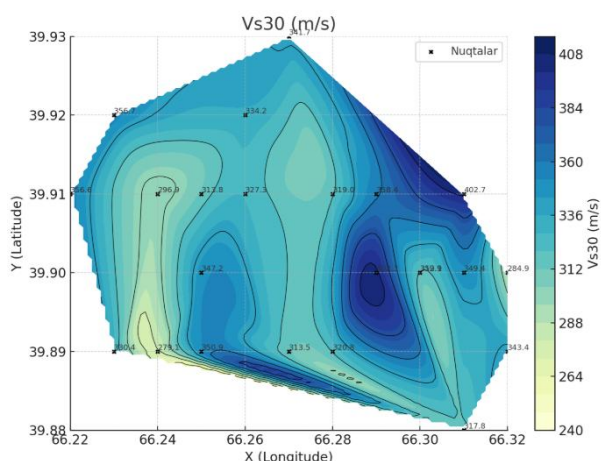
- Sun‘iy seysmik to‘lqin hosil qilish: Grunt yuzasida seysmik signal hosil qiluvchi mexanik zarba (masalan, balyoz yoki vibrator) yordamida erga impuls beriladi.
- Signalni qayd etish: Yuzada chiziqli tarzda joylashtirilgan seysmoqabulqilgichlar ushbu signallarni qabul qilib, to‘lqinlarning tarqalishini qayd etadi.

- Dala materiallarini qayta ishlash: Qayd etilgan ma'lumotlar maxsus dasturiy ta'minot orqali tahlil qilinib, dispersiya egri chiziqlar hosil qilinadi.
- Vs30 va  $\rho_{30}$  ni hisoblash: Har bir profil bo'yicha 30 metr chuqurlikkacha bo'lgan gruntlarning tezlik modeli qurilib, ular asosida Vs30 hamda  $\rho_{30}$  qiymatlari aniqlanadi.

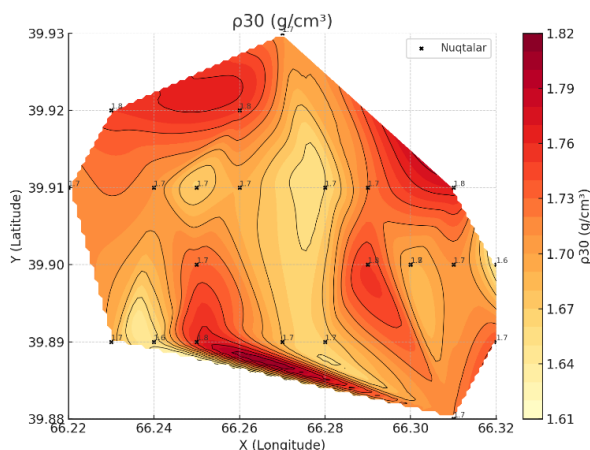
Bu usulning afzalligi shundaki, u grunt qatlamlariga bevosita kirib bormasdan, faqat yuzadagi o'lchovlar orqali chuqurlikdagi holatni aniqlash imkonini beradi. Quyida MASW usulining kuzatuv sxemasi keltirilgan (1-rasm).



**1-rasm. MASW usuli kuzatuv sxemasi**



**2-rasm. Tadqiqot maydonida Vs30 tezlik qiymatlarining o'zgarish xaritasi**



**3-rasm. Tadqiqot maydonida  $\rho_{30}$  zichlik qiymatlarining o'zgarish xaritasi**

Ushbu hudud bo'yicha tuzilgan Vs30 va  $\rho_{30}$  xaritalari hududning er osti qatlamlari haqida muhim ma'lumotlar beradi. Ushbu xaritalar asosida hudud uchta asosiy qismga bo'linadi: shimoli-sharqiy, markaziy va janubi-g'arbiy qismlar.



**Natijalar:** Vs30 qiymati er osti qatlamlarining mustahkamligi va elastiklik xossalari bildiradi. Yuqori Vs30 qiymati qattiq grunt, past Vs30 qiymati esa yumshoq grunt anglatadi. Ushbu xaritada Vs30 qiymatlari taxminan 280 m/s dan 400 m/s gacha o'zgaradi. Shimoli-sharqiy qismda Vs30 qiymatlari 380-400 m/s oralig'ida bo'lib, bu erda qumtosh, shag'al va yarim sementlangan jinslar mavjud bo'lishi mumkin. Bunday gruntlar mustahkam, zich va seysmik to'lqinlarni tez uzatadi. Mazkur hududlar seysmik xavfi nisbatan past, grunt zichligi va qattiqligi yuqori bo'lganligi sababli, qurilish uchun juda qulay hisoblanadi. Markaziy qismda Vs30 qiymatlari 300-340 m/s atrofida. Bu qiymatlar yumshoq qumli, loyli yoki nam grunt qatlamlari mavjudligini ko'rsatadi. Bunday gruntlar deformatsiyaga moyil va seysmik to'lqinlarni kuchaytirishi mumkin. Janubi-g'arbiy qismda esa Vs30 qiymatlari 320-360 m/s atrofida. Grunt o'rtacha zichlikda, qum va qum-loy aralashmalari mavjud bo'lishi mumkin (2-rasm).

$\rho_{30}$  qiymati gruntning massasi va zichligidan dalolat beradi. Yuqori zichlik qattiq, og'ir jinslarga; past zichlik esa yumshoq va g'ovak gruntlarga mos keladi. Xarita bo'yicha zichlik qiymatlari 1,60-1,78 g/sm<sup>3</sup> oralig'ida bo'lib, quyidagi tahlillarni keltirib chiqaradi: Shimoli-sharqiy qismda zichlik 1,75 g/sm<sup>3</sup> dan yuqori. Bu qismda zich qumtosh, loy-qumtosh va shag'al qatlamlari mavjud bo'lishi mumkin. Bunday gruntlar og'ir yuklarni ko'tara oladi, cho'kish xavfi past. Markaziy qismlarda zichlik 1,70-1,74 g/sm<sup>3</sup> oralig'ida o'zgaradi. Nam grunt, g'ovak qum-loy aralashmali tog' jinslari bo'lishi mumkin. Bu gruntlar o'rtacha yuk ko'tarish imkoniyatiga ega, lekin suvga to'yingan bo'lsa, cho'kish xavfi bo'lishi mumkin. Janubi-g'arbiy qismda esa zichlik 1,65 g/sm<sup>3</sup> dan past. Bu ko'rsatkich yumshoq, nam va g'ovak gruntlarni, masalan, qum-loy va torf aralashmalarini ko'rsatadi. Bunday joylar nobarqaror bo'lishi mumkin, katta yuk ostida cho'kish yoki deformatsiya xavfi mavjud (3-rasm).

**Xulosalar.** Hududning geofizik parametrlari, ya'ni Vs30 va  $\rho_{30}$  qiymatlari, uning qurilish xavfsizligi va barqarorligini baholashda muhim rol o'ynaydi. Vs30 qiymati yuqori bo'lgan hududlar, masalan, 380-400 m/s oralig'idagi qiymatlar, qattiq va mustahkam gruntlarni bildiradi, bu erda qurilish uchun xavf past hisoblanadi. Markaziy qismda Vs30 qiymatlari pastroq bo'lib, yumshoq va deformatsiyaga moyil gruntlar mavjud. Bunday hududlarda geotexnik tahlil talab etiladi. Yuqori zichlikka ega hududlar, masalan, 1,75 g/sm<sup>3</sup> dan yuqori, og'ir yuklarni ko'tara olish imkoniyatiga ega bo'lib, cho'kish xavfi past bo'ladi. Ammo zichligi past bo'lgan hududlarda, masalan, 1,65 g/sm<sup>3</sup> dan past, cho'kish va deformatsiya xavfi mavjud bo'ladi.

Geofizik tadqiqotlar natijalari asosida hududning seysmik xususiyatlari baholanadi hamda nisbatan xavfsiz joylar aniqlanadi. Zichligi past bo'lgan grunt qatlamlari aniqlangan qismlarda, qurilish-loyihalash jarayonida ularni mustahkamlash bo'yicha muhandislik-texnik choralarni ko'rish tavsiya etiladi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Park, C. B., Miller, R. D., & Xia, J. (1999). Multi-channel analysis of surface waves. *Geophysics*, 64(3), 800-808.
2. Шейхазимов А.М. Методы геофизических исследований для оценки свойств грунтов в строительных зонах // *Геотехника и строительная механика*. Ташкент: Стройиздат, 2017. С. 45–56.
3. Мавлонов Г.О. Применение сейсмических методов для оценки грунтовых условий // *Сейсмическое районирование и геофизика*. Ташкент: Наука, 2019. С. 98–110.
4. Турсунов Б.Б. Оценка сейсмической активности грунтов методом MASW // *Геофизика в строительстве*. Ташкент: Стройиздат, 2020. С. 115–130.
5. Reynolds J.M. An Introduction to Applied and Environmental Geophysics // Wiley, 1997. P. 150–160.
6. Murray M., Sloan S. Geotechnical and Geophysical Site Investigations for Civil Engineering // Springer, 2010. P. 45–67.
7. Aki K., Richards P.G. Quantitative Seismology: Theory and Methods // University Science Books, 2002. P. 75–85.
8. Tatsuoka Y., Kameda T. Geotechnical Site Characterization Using Seismic Waves // *Geophysics*, 2014. Vol. 79, No. 2, P. 155–166.

## ГРУНТ ҚИЯЛИГИНИНГ УСТУВОРЛИК КОЭФФИЦИЕНТИНИ АНИҚЛАШ

**Ганиева Б. Р.**

ЎзРФА Ғ.О.Мавлонов номидаги Сейсмология институти, Тошкент шаҳри  
e-mail: [barno.rustamovna@mail.ru](mailto:barno.rustamovna@mail.ru),

Тупроқ массивларининг чидамлилигини аниқлаш учун масалалар гидротехник ишлаб чиқариш, фуқаро транспорт ва бошқа иншоотларни лойihalаштиришда пайдо бўлади. Бунда тупроқ массивлари ўрнига уларни хўжаликда фойдаланиладиган сочилмалар ва чуқурликлардаги асослари, четлари ва табиий қияликлари қўлланилади. Грунт массивларининг чидамлилиги деганда уларнинг узоқ вақт давомида силжитувчи кучланишларга ўз тузилишини сақлаган ҳолда қаршилик кўрсатиш хусусияти тушунилади. Нишаблар ва қияликларнинг чидамлилиқ ҳолати мос келувчи кучланишлар таъсирида пайдо қилинадиган кучланган деформациялашган ҳолатда аниқланади. Қиялик ва нишаблиқ билан чегараланган грунт массивларини турли омилларга нотўғри ёндашуви тенг мувозанат ҳолатидан чиқарилиши ва чидамлилиқни йўқотилишига олиб келиши мумкин.

Қияликнинг умумий бузулиши кўпинча атроф-муҳит хусусиятига эга Аммо ҳисоб-китобнинг оддийлиги ва ҳатолигини заҳира томон бўлгани учун кўпинча текис масала ечилади. Ҳозирги вақтгача нисбатан кўп қўлланиладиган усул – деформацияланишни ҳисобга олмай чегаравий ҳолатга мансуб бўлиб, муҳандислик амалиётида кенг қўлланиладиган усуллар ҳисобланади. Бу усуллар бузилиш юзасидаги силжишга максимал даражада қаршилик кўрсатишга эришишини олдиндан айтиб беришга асосланади. Мазкур усулларда бузилиш юзаси одатда тўлиқ цилиндрик ёки текис деб тахмин қилинади, бошқаларда эса ихтиёрий равишда деб олинади. Грунт массивини қуришнинг бир жинсли мослиги учун ўта зарур бўлган бузилиш жисми текис элементларга ажратилади. [1].

Грунтли қияликларнинг устуворлигини аниқлаш бўйича Терцаги усули (1) ифодада мувофиқ устуворлик коэффицентининг минимал қийматини таъминловчи силжувчи (бузилувчи) сиртни аниқлашдан иборат.

$$K = \frac{\int_C M_{ush} dl}{\int_C M_{sil} dl} = \frac{\int_{x_1}^{x_2} \left[ f\gamma(y-p)\cos\alpha + \frac{c}{\cos\alpha} \right] dx}{\int_{x_1}^{x_2} \gamma(y-p)\sin\alpha dx} \quad (1)$$

ифодада  $\gamma$  - грунтнинг солиштирма оғирлиги,  $c$  ва  $f$  - грунтли муҳитнинг сепленияси ва ички ишқаланиш коэффицентини,  $p$  - қиялик профилини ифодаловчи функция,  $y$  - силжиш (бузилиш) сирти профилини ифодаловчи функция,  $\alpha$  - бузилиш сиртига (чизигига) ўтказилган уринманинг оғиш бурчаги,  $x_1$  ва  $x_2$  - силжиш сирти чегараларининг (силжиш сирти ва қия профили кесишган нуқталар) координаталари (1-расм).

Қиялик профилини ифодаловчи функция:

$$p = \begin{cases} 0 & x < 0, \\ x/m & 0 \leq x \leq x_A, \\ h & x \geq x_A \end{cases} \quad (2)$$

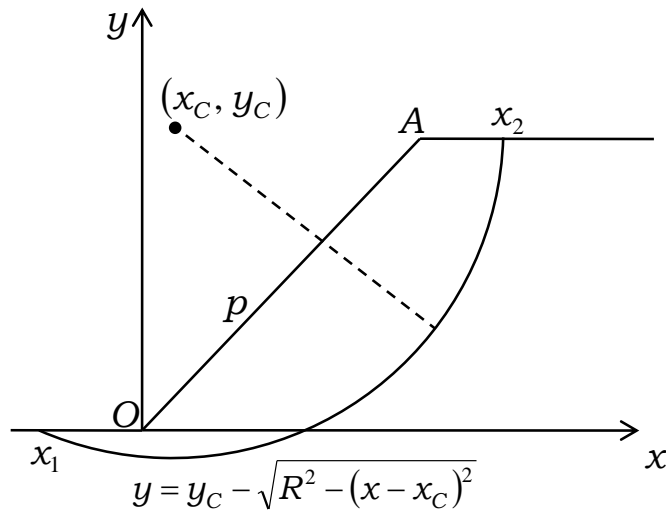
кўринишда бўлиб, бўлакли узлуксиз ва дифференциалланувчи; (2) ифодада  $h = y_A$  -

қиялик баландлиги,  $m = \frac{x_A}{y_A} = \frac{x_A}{h}$  - қиялик оғишини ифодаловчи коэффицент.

Қиялик устуворлигини бузилишига олиб келувчи силжиш (сирпаниш) сиртининг функцияси

$$y = y_C - \sqrt{R^2 - (x - x_C)^2} \quad (3)$$

муносабатда бўлиб, (3) ифодадаги  $(x_C, y_C)$  - цилинрик сирпаниш сиртининг маркази координаталари,  $R$  - цилинрик сиртнинг радиуси, шу айлананинг ёйи сирпаниш сиртининг профили бўлиб хизмат қилади.



**1- расм. Грунт қиялигидаги доирасимон сирпаниш сиртининг схематик кўриниши**

Кўришиб турибдики,  $y$  функция узлуксиз ва узлуксиз дифференциалланувчидир. Қиялик учун устуворлик коэффициенти:

$$K = \frac{\frac{1}{R} \left\{ A_3 x_1^3 + B_3 x_2^3 + A_{21} x_1^2 + B_{21} x_2^2 + A_{11} x_1 + B_{11} x_2 + R^2 (x_1 - x_2) + C_2 + D_1 R^2 \arcsin \frac{x_1 - x_C}{R} + D_2 R^2 \arcsin \frac{x_2 - x_C}{R} + D_3 R^2 \arcsin \frac{x_A - x_C}{R} \right\}}{\frac{1}{R} \{ A_2 x_1^2 + B_2 x_2^2 + A_1 x_1 + B_1 x_2 + C_1 \}} \quad (4)$$

Кўп ҳолларда, грунтли қиялик (масалан, грунтли тўғон, темир йўл тўшамалари) асосининг бикрлиги грунт бикрлигидан анча катта бўлиб, қиялик устуворлигининг бузилиши чегараси қияликнинг қуйи нуқтасига тўғри келади. Бундай ҳоллар учун (4) ифодада  $x_1 = 0$  бўлиб, қиялик устуворлиги баҳолаш (5) ифодага мувофиқ бўлади:

$$K = \frac{\left\{ B_3 x_2^3 + B_{21} x_2^2 + B_{11} x_2 - R^2 x_2 + C_2 - D_1 R^2 \arcsin \frac{x_C}{R} + D_2 R^2 \arcsin \frac{x_2 - x_C}{R} + D_3 R^2 \arcsin \frac{x_A - x_C}{R} \right\}}{B_2 x_2^2 + B_1 x_2 + C_1} \quad (5)$$

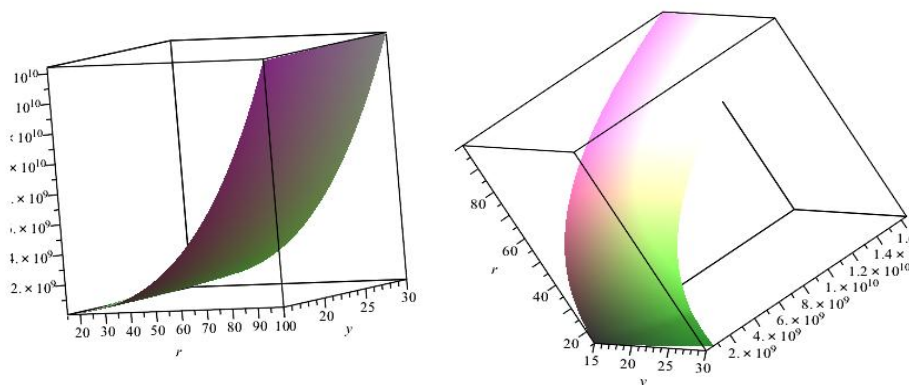
Қиялик устуворлиги коэффициентини аниқлайдиган (4) ифода ўзаро бир-бирига боғлиқ бўлмаган 3 та ўзгарувчилик функциядан иборат. Бу ўзгарувчиларни  $R, x_C, y_C$  деб олишимиз мумкин. [2]. Бу ҳолда  $x_1$  ва  $x_2$  чегараларни ҳам шу ўзгарувчилар орқали ифодалашимиз керак. 1-расмдан кўринадикки,

$$x_1 = x_C - \sqrt{R^2 - y_C^2}, \quad x_2 = x_C + \sqrt{R^2 - (y_C - h)^2} \quad (6)$$

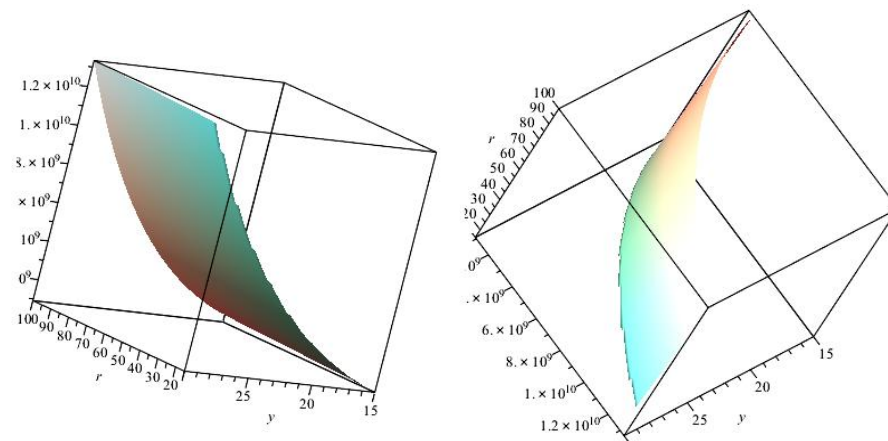
Агар  $x_1 = 0$  бўлса,  $y$  ҳолда (6) дан  $x_C = \sqrt{R^2 - y_C^2}$  ва  $x_2 = \sqrt{R^2 - y_C^2} + \sqrt{R^2 - (y_C - h)^2}$  бўлиб, (5) устуворлик коэффициенти 2 ўзгарувчили функциядан иборат бўлади.

Бу (4) ва (5) функцияларнинг минимал қиймати грунтли қияликнинг устуворлик коэффициенти беради.

Қаралаётган қияликнинг ички ишқаланиш бурчаги коэффициенти  $f := 0.2493$ , сцепленияси  $c := 19820$  Па, солиштирма оғирлиги  $\gamma_l := 18500$  Н/м<sup>3</sup>, баландлиги  $h := 15$  м, қиялик бурчаги  $\alpha := 30$  градус бўлган ҳол учун ва устуворлик коэффициентларнинг мумкин бўлган қийматлари мос графиклари 2- ва 3-расмларда келтирилган.

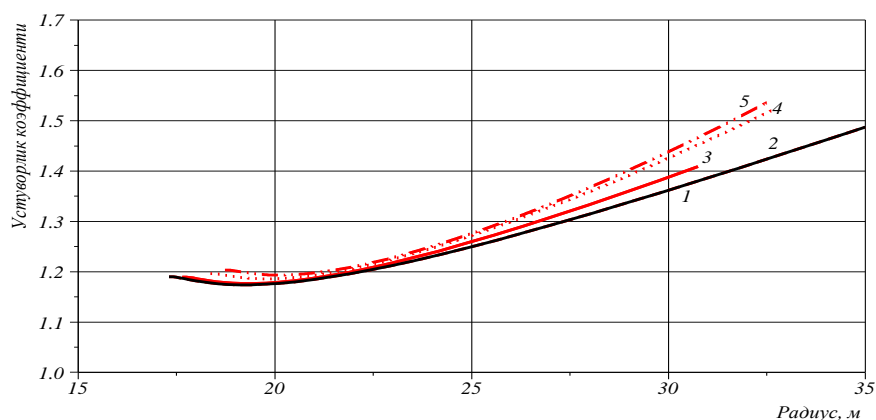


**2-расм. Устуворлик коэффициентининг ўзгариши – 3D сирт кўринишида (рангли ва сояли тасвир)**



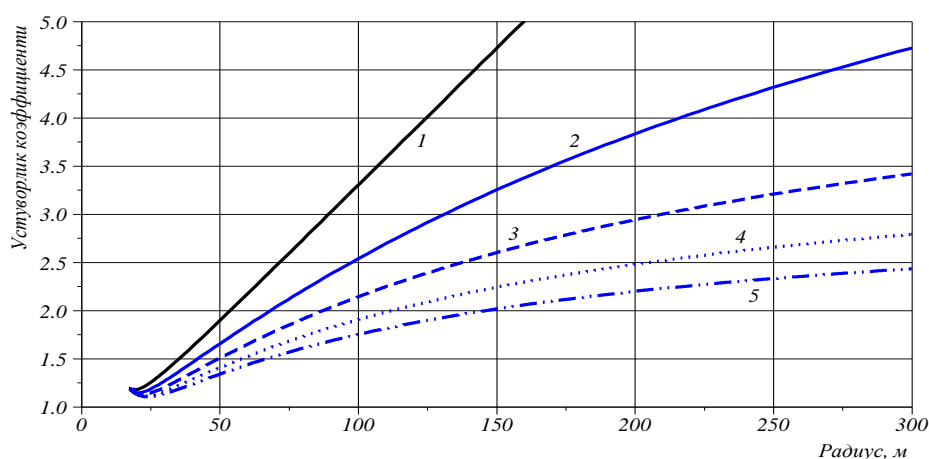
**3-расм. Грунт қиялигининг устуворлик коэффициенти юзасининг фазовий таҳлили – 3D сиртли тасвири**

**Хулоса.** Грунтли қияликларнинг устуворлигини баҳолаш бўйича Терцаги усулидан фойдаланган ҳолда устуворлик коэффициентининг аналитик ифодаси келтириб чиқарилди. Устуворлик коэффициентига минимал қиймат берувчи зарурий шартни ифодаловчи тенгламалар системаси тузилди. Етарли шартни аниқлаш учун MAPLE дастури орқали бузилиши мумкин бўлган соҳаларнинг хусусий ҳоллари учун устуворлик коэффициенти параметрларга нисбатан ўзгариш графиклари қурилди. Устуворлик коэффициенти кўп хиллиги устуворлик коэффициенти туб мохиятан, қўлланилаётган усулнинг ҳисобланган дастлабки шарт-шароити ичида устуворлик ўлчовига таъсир кўрсатиб, фақатгина мустақкамликни, нисбий баҳолашни беради. Ушбу натижалар кўприк таянчлари, тўғонлар қурилишида хавфсизлик омилларини аниқлашда амалий ахамиятга эга.



- 1 -  $x_1 = 0, x_2 = 0$ ;                      2 -  $x_1 = -1, x_2 = 0$ ;                      3 -  $x_1 = -2, x_2 = 0$ ;  
 4 -  $x_1 = -3, x_2 = 0$ ;                      5 -  $x_1 = -4, x_2 = 0$ .

**4- расм. Устуворлик коэффициентининг радиус бўйича ўзгариши**



- 1 -  $x_1 = 0, x_2 = 0$ ;                      2 -  $x_1 = 0, x_2 = x_A + 1$ ;                      3 -  $x_1 = 0, x_2 = x_A + 2$ ;  
 4 -  $x_1 = 0, x_2 = x_A + 3$ ;                      5 -  $x_1 = 0, x_2 = x_A + 4$ .

**5- расм. Грунт қиялигидаги устуворлик коэффициентининг радиал масофага боғлиқлиги**

**Адабиётлар рўйхати:**

1. Karl Terzaghi Theoretical Soil Mechanics.- John Wiley & Sons, Inc. Printed in the USA, 2001.- 526 p.
2. Michael Duncan, J. Soil Strength and Slope Stability/ J. Michael Duncan, G. Stephen Wright.
3. John Wiley & Son, 2005. – Pp. 297
4. Chai H. Yoo, Sung C. Lee Stability of Structures. Principles and Applications.- Elsevier, 2011. 523p.
5. Султанов К.С., Хусанов Б.Э., Рихсиева Б.Б. Программа "Откос-1.01" для оценки устойчивости однородных грунтовых откосов // Официальный бюллетень. 2016. № 8(184). С.160-161.
5. Можевитинов, А.Л. Общий метод расчета устойчивости откосов земляных сооружений/ А.Л. Можевитинов, М. Шинтемиров // Известия. ВНИИГ им. Б.Е. Беденеева. –1970. – Т. 92. – С. 11-22.

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В ХОДЖЕЙЛИЙСКОМ РАЙОНЕ**

**Доспанов Р.Р.**

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук  
Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г.Нукус  
e-mail: [raxim.dospanov@gmail.com](mailto:raxim.dospanov@gmail.com)

**Введение.** Ходжейлийский район расположен на современной аллювиально-дельтовой равнине реки Амударьи, на левом её берегу. На востоке и северо-востоке перспективная граница ограничена рекой Амударьей. С юго-запада и запада ограничена Республикой Туркменистан, а на север и северо-запад от города простирается аллювиально-дельтовая равнина реки Амударьи. Площадь 550 кв.км, есть 26 поселковых и 10 аульных сходов граждан. По состоянию на 1 июля 2019 года численность населения района составляла 121,8 тыс. человек. Город Ходжейли – центр Ходжейлийского района. Ходжейли со столицей Нукус связан автомобильными дорогами первого класса [4].

Одним из важных этапов проведения инженерно-геологических изысканий является районирование территорий. Специальная оценка инженерно-геологических условий предусматривает отношение к конкретному виду использования территории. Примером этого служат карты специального инженерно-геологического районирования.

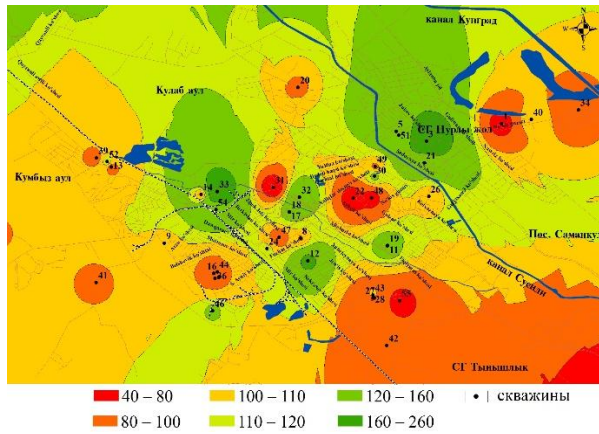
Метод инженерно-геологического районирования по своим теоретическим основам близок к методу инженерно-геологического картирования, задачей которого является объективное изображение на карте инженерно-геологических условий тех или иных территорий. Каждая инженерно-геологическая карта является по существу всегда картой районирования, так как на ней выделяются территории, сходные по совокупности природных факторов, что позволяет оценивать инженерно-геологические условия строительства на них сооружений различного типа [1].

Для предварительного принятия решений по проектированию свайных фундаментов в Ходжейлийском районе необходима систематизированная информация о несущей способности свайных фундаментов. Это может достигнуто через составление инженерно-геологических карт, которые отражают несущую способность свайных фундаментов различной длины и различным поперечным сечением. В статью приводятся результаты инженерно-геологического картирования территории Ходжейлийского района Республики Каракалпакстан по несущей способности забивных висячих железобетонных свай.

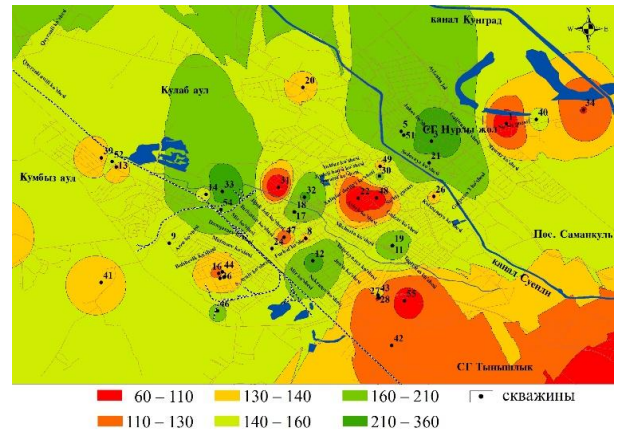
**Методика исследований.** Для проведения расчетов несущей способности висячих забивных свай были использованы результаты существующих исследований физико-механических показателей грунтов. Первоначально были собраны и систематизированы результаты инженерно-геологических изысканий. Результаты архивных материалов инженерно-геологических изысканий Ходжейлийского района показали, что в районе в основном инженерно-геологические изыскания были проведены до глубины 6-8 м.

При расчетах длина свай была принята 3,0; 5,0; и 8,0 м. Поперечное сечение свай было принято равным 25х25; 30х30 и 40х40 см. Метод погружения свай-забивной. Материал свай – железобетон. Площадь исследований 110 кв.км.

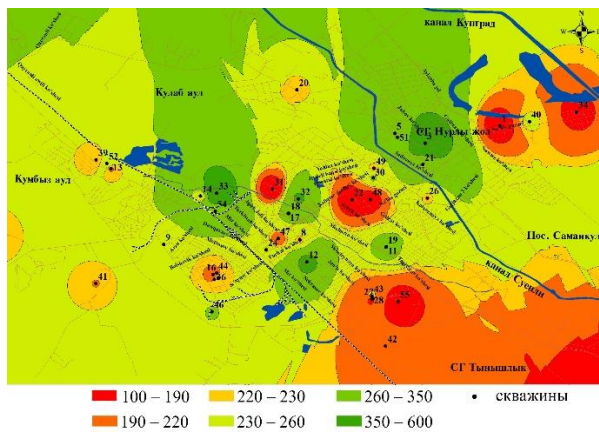
На рисунках 2-10 представлены схематические карты несущей способности свай различной длины и поперечного сечения, анализ которых показывает, что несущая способность свай зависит от её места расположения. Так, например наименьшая несущая способность свай наблюдается, в основном, в центральной части и юго-восточной стороне Ходжейлийского района. Наибольшая несущая способность прослеживается на северной, северо-восточной и на северо-западной стороне исследованной территории.



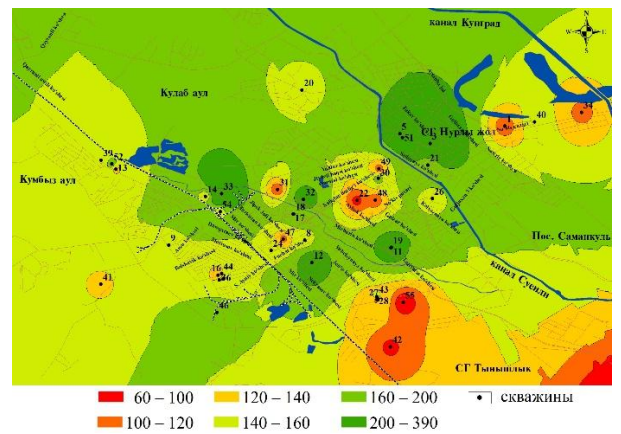
**Рис. 2.** Схематическая карта несущей способности висячей сваи, кН. Длина-3 м; поперечное сечение 25x25 см.



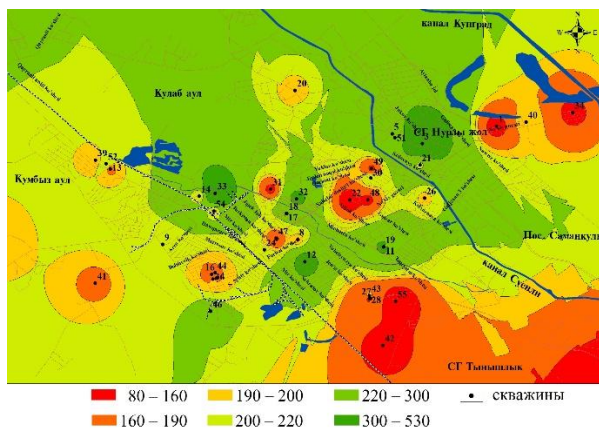
**Рис. 3.** Схематическая карта несущей способности висячей сваи, кН. Длина-3 м; поперечное сечение 30x30 см.



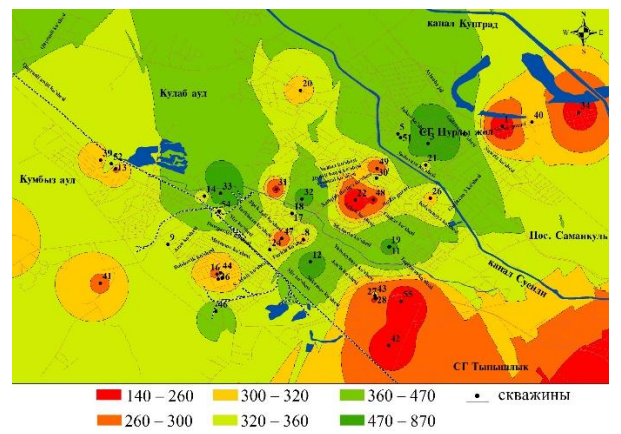
**Рис. 4.** Схематическая карта несущей способности висячей сваи, кН. Длина-3 м; поперечное сечение 40x40 см.



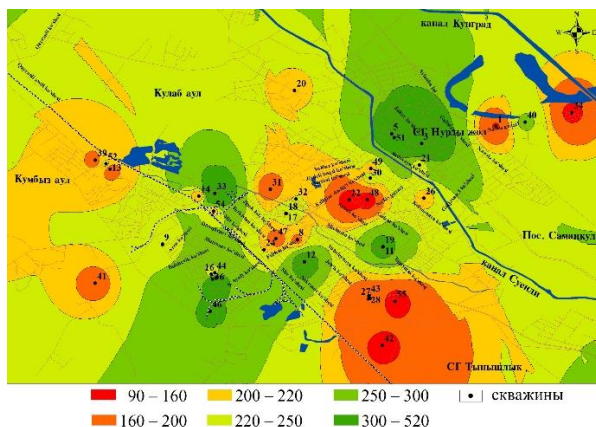
**Рис. 5.** Схематическая карта несущей способности висячей сваи, кН. Длина-5 м; поперечное сечение 25x25 см.



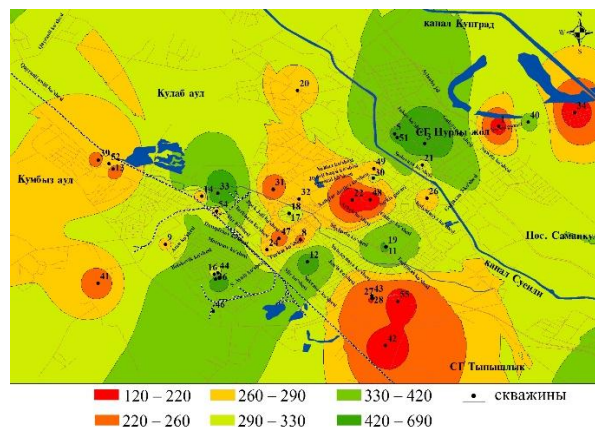
**Рис. 6.** Схематическая карта несущей способности висячей сваи, кН. Длина-5 м; поперечное сечение 30x30 см.



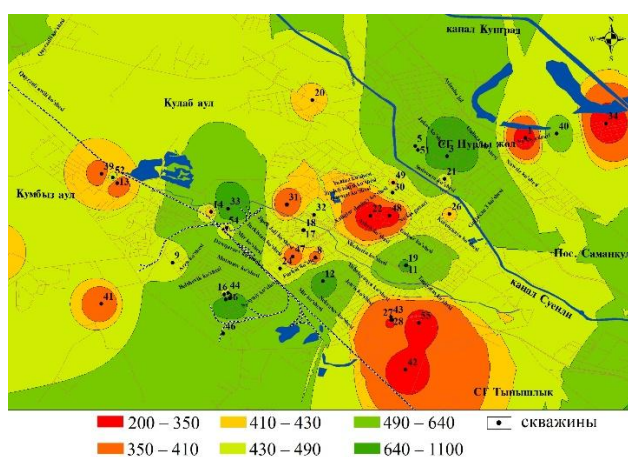
**Рис. 7.** Схематическая карта несущей способности висячей сваи, кН. Длина-5 м; поперечное сечение 40x40 см.



**Рис. 8.** Схематическая карта несущей способности висячей сваи, кН. Длина-8 м; поперечное сечение 25x25 см.



**Рис. 9.** Схематическая карта несущей способности висячей сваи, кН. Длина-8 м; поперечное сечение 30x30 см.



**Рис. 10.** Карта-схема несущей способности висячей сваи, кН. Длина-8 м; поперечное сечение 40x40 см.

**Заключение.** Результаты расчетов несущей способности забивной висячей железобетонной сваи по грунтам показали, что для инженерно-геологических условий Ходжейлийского района в зависимости от длины и поперечного сечения сваи в среднем несущая способность сваи изменяется от 135 до 584 кН. При этом минимальная несущая способность составляет 44 кН, максимальная несущая способность составляет 1084 кН.

Зависимости несущей способности сваи с поперечными сечениями 25x25, 30x30 и 40x40 см от длины показали, что зависимости несущей способности сваи от длины аппроксимируются нелинейными зависимостями выпуклостью в сторону, оси длины сваи. Это связано с увеличением усилий трения между сваями и грунтом по боковой части при увеличении глубины погружения сваи.

Схематические карты позволяют разрабатывать генеральные планы Ходжейлийского района и использовать их при проектировании новых зданий и сооружений.

#### Список литературы:

1. <https://vikidalka.ru/2-176449.html?ysclid=lr4lqty7r5419271399>
2. Аимбетов И.К., Бекимбетов Р.Т. Несущая способность грунтов г. Нукуса. //Вестник Каракалпакского отделения АН РУз, №3 2016. С. 18-21.
3. КМК 2.02.01-98 – КМК 2.02.03-98. Свайные фундаменты.
4. Izzet A., Rakhim D. Assessment of salinization of soils and groundwater of the Khojaly district (Southern Aral sea region) //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 407. – С. 02013.



## **ОЦЕНКА РАСЧЕТНОГО ДАВЛЕНИЯ ГРУНТОВ НУКУССКОГО РАЙОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ**

**Искендеров Б.К.**

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук  
Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г.Нукус  
e-mail: [baxti19890122@list.ru](mailto:baxti19890122@list.ru) тел:972400864

**Аннотация:** Одной из показателей механических свойств грунтов, которое используется при расчетах фундаментов зданий и сооружений является расчетное давление грунтов. Для надежного проектирования необходимо использовать местные инженерно-геологические условия [1,2, 4].

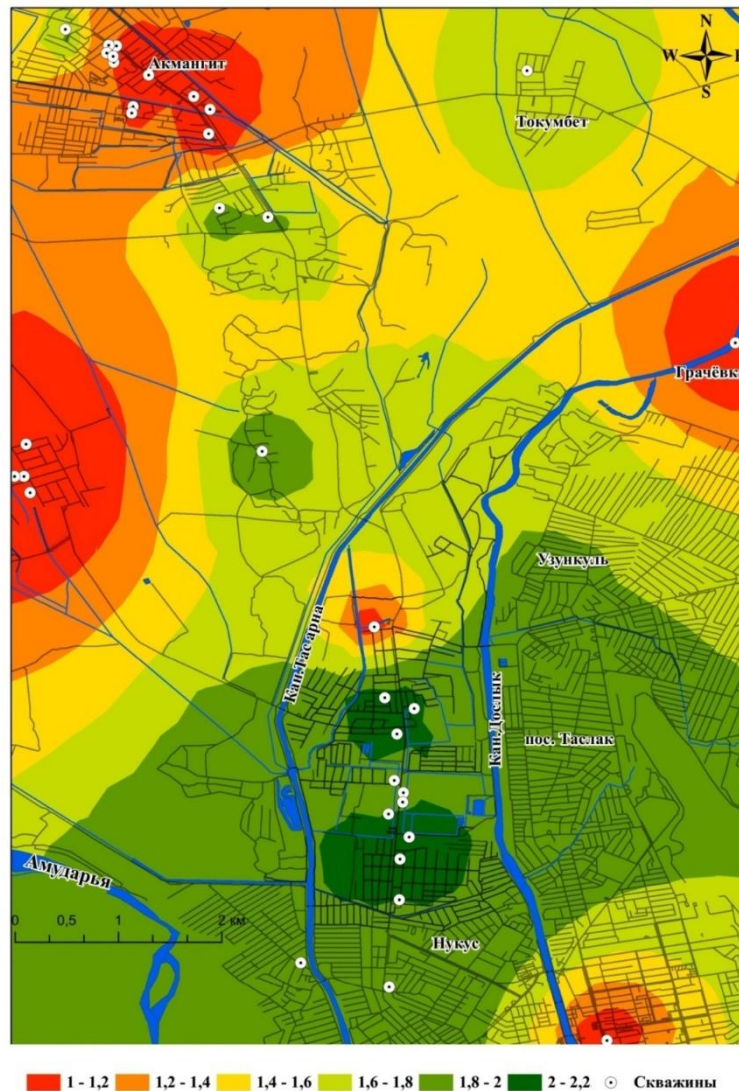
Площадь территории Нукусского района составляет 287,526 кв.км, население - 51,9 тыс. Несмотря на близость к городу Нукус, в районе имеется большое количество малонаселенных пунктов. Со временем население района увеличится. В настоящее время есть потребность в жилье. Это, в свою очередь, требует строительства жилых и общественных зданий. Для развития генеральных планов городов и поселков необходимо систематизированная информация об инженерно-геологических свойствах грунтов.

**Цель работы.** Исследовать закономерности изменения расчетного давления грунтов Нукусского района через составление карт-схем расчетного давления с использованием ГИС-технологий.

**Материалы и методы.** При расчетах расчетного давления грунтов были использованы результаты существующих инженерно-геологических изысканий и собственных исследований. Результаты исследований показывают, что физические свойства грунтов Нукусского района различны в зависимости от местоположения от бора проб грунтов. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость учитывать закономерности изменения свойств грунтов при проектировании фундаментов зданий и сооружений. Исследования показали, что грунты Нукусского района представлены песками, супесями и суглинками аллювиального происхождения. Для оценки закономерности изменения значения расчетного давления грунтов, залегающих на глубине 1,0 м были построена карта схема условного расчетного давления. Расчеты расчетного давления осуществлялись через их физические свойства [3,5]. При этом в качестве основы была использована оцифрованная карта в масштабе 1:50 000. Карта была составлена с использованием компьютерной программы ArGIS с использованием результатов расчетов расчетного давления грунтов, отобранных из 50 скважин.

**Результаты и обсуждение.** На рис.1 представлена карта схема расчетного давления грунтов Нукусского района (глубина залегания грунтов 1,0 м). Глубина определения расчетного давления была связана с тем, что глубина заложения большинства проектируемых зданий в Нукусском районе составляет около 1,0 м. Это связано, прежде всего, с глубиной промерзания грунтов и уровнем подземных вод Нукусского района. Как показывает карта расчетного давления грунтов, значение расчетного давления изменяется довольно в широких пределах и зависит от места отбора проб грунтов. Наблюдается, что наиболее прочные грунты находятся в южной части Нукусского района. Наиболее слабые грунты находятся в центре поселка Акмангит, в районе Грачевой роци и в небольшой части восточной стороны района.

Результаты этих исследований можно использовать при разработке генерального плана городов и поселков Нукусского района.



**Рис.1 Карта-схема расчетного давления грунта Нукусского района (глубина на 1м.) кг/см<sup>2</sup>**

**Выводы.** Результаты инженерно-геологических исследований показали, что территория Нукусского района в основном представлена песками, супесями и суглинками аллювиального происхождения.

Наблюдается, что наиболее прочные грунты находятся в южной части Нукусского района, наиболее слабые грунты находятся в центре поселка Акмангит, в районе Грачевой роши и в небольшой части восточной стороны района.

Результаты исследований можно использовать при разработке генерального плана городов и поселков, а также при реконструкции зданий и сооружений Нукусского района.

#### **Список литературы:**

1. Аимбетов И.К. Строительство сооружений на засоленных грунтах Республики Каракалпакстан. Нукус: «Илим», 2014. 115 с.
2. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная петрология. Л: Недра, 1985. 511 с.
3. КМК 2.02.01-98 «Основания зданий и сооружений на территории Республики Узбекистан».
4. Aimbetov I.K. Johanson O., Jerker Jarsio. Variation of groundwater salinity in partially irrigated Amudarya River delta, Uzbekistan. /Journal of Marine Systems. Volume 76, 03/2009, Issue 3, - pp. 287-295.
5. Aymbetov I.K., Bekimbetov R.T. Gruntlardin` fizikalik qa`siyetlerin aniqlaw. Nokis-2018

## ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ С МЕЛКОЗАГЛУБЛЁННЫМИ ФУНДАМЕНТАМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА MASW

**Орипов Н.К.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [nozim.o.k92@gmail.com](mailto:nozim.o.k92@gmail.com)

**Актуальность.** В условиях интенсивной урбанизации одним из важнейших факторов при проведении работ по сейсмическому микрорайонированию и оценке реальной сейсмической опасности является глубокий и точный анализ сейсмических характеристик грунтов оснований, на которых возводятся здания. Физико-механические и динамические свойства грунтов оснований, в частности плотность, модуль упругости, скорость поперечных волн ( $V_s$ ) и коэффициент затухания (damping), определяют их роль в усилении или, наоборот, ослаблении воздействия сейсмических волн, что, в свою очередь, оказывает существенное влияние на формирование уровня сейсмической опасности на исследуемой территории. Как правило, начальная оценка сейсмической опасности проводится на основе характеристик, измеренных в условиях свободного участка. Однако после строительства зданий динамические свойства строительной площадки и её реакция на сейсмические колебания могут существенно измениться. Это приводит к тому, что ранее полученные результаты могут не отражать реальное состояние грунтов. В результате для корректной оценки реальной сейсмической опасности требуется проведение дополнительных измерений и более детальный анализ.

Структура и динамические параметры грунтов оснований могут со временем изменяться под воздействием различных факторов, таких как нагрузки от зданий, изменение уровня грунтовых вод, снижение плотности грунта и повторяющиеся сейсмические события. Поэтому регулярный мониторинг динамического состояния грунтов оснований позволяет заблаговременно выявить критические изменения в их характеристиках и принять необходимые меры для предотвращения повышения уровня сейсмической опасности. Кроме того, оценка реальных сейсмических характеристик строительных площадок имеет важное значение для повышения сейсмической безопасности зданий, научного обоснования сейсмостойкого проектирования и систематического контроля готовности существующих сооружений к воздействию землетрясения.

**Цель исследования.** Основной целью выполненных работ является определение сейсмических характеристик грунтов оснований строительной площадки, на которой расположено здание Центра Передовых Технологий (ЦПТ) с мелкозаглублённым фундаментом в городе Ташкент, с использованием метода MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). В рамках исследования проведена оценка скоростных параметров грунтов в условиях свободного грунта и под действием статической нагрузки, а также выполнен анализ динамики изменений скоростей распространения волн в грунтах оснований. В обоих режимах были построены дисперсионные кривые, определены скорости поперечных волн ( $V_s$ ) и рассчитаны значения  $V_{s30}$  для грунтов оснований.

**Используемые методы исследования.** В экспериментальных исследованиях для определения сейсмических характеристик грунтов оснований использовался метод MASW, основанный на анализе поверхностных волн. Полевые измерения проводились с использованием сейсмической станции на 48 каналов и системы приёма, состоящей из вертикальных геофонов с частотой 4,5 Гц. Геофоны размещались на поверхности земли в линейной конфигурации перед зданием на расстоянии 10 метров с шагом установки 0,5 метра.

На первом этапе измерений источники возбуждения также располагались со стороны фасада здания. С помощью искусственно созданных импульсных возмущений были возбуждены сейсмические волны, на основании которых были определены скоростные

параметры грунтов исследуемого участка. На следующем этапе, сохраняя расположение геофонов, источники возбуждения переносились на обратную сторону здания на расстояние 10 метров параллельно линии установки геофонов. В этих условиях регистрировались сейсмические волны, распространявшиеся через грунты оснований здания. В каждой точке возбуждения осуществлялась регистрация 10-15 импульсных сигналов, что способствовало значительному повышению качества и достоверности полученных данных. На основе собранных полевых данных были построены дисперсионные кривые, определены скорости поперечных волн ( $V_s$ ) и рассчитаны значения  $V_{s30}$ . Полученные результаты для обеих схем возбуждения были сопоставлены и проанализированы.

**Результаты исследований.** На основании MASW-исследований, проведённых на первом этапе, было установлено, что скорость распространения поперечных волн ( $V_{s30}$ ) в грунтах строительной площадки, где расположен здания ЦПТ, на глубине до 30 метров составляет 297,1 м/с. Этот результат указывает на наличие относительно мягких грунтов с невысокой прочностью на исследуемом участке. На втором этапе, при переносе точек возбуждения на противоположную сторону здания, полученные результаты показали значительное увеличение значения  $V_{s30}$  до 712,5 м/с. Такое изменение объясняется рядом факторов:

- изменение методики проведения измерений (размещение геофонов и источников возбуждения по обе стороны здания) позволило более точно определить различия в составе и плотности подповерхностных слоёв. В результате влияние более плотных и твёрдых слоёв грунта усилилось, что привело к существенному увеличению скорости распространения поперечных волн.

- возведение здания с мелкозаглублённым фундаментом способствовало уплотнению и увеличению прочности грунтовых слоёв под фундаментом. Под действием массы здания происходило повышение плотности и модуля упругости грунтов, что, в свою очередь, обусловило рост скорости распространения поперечных волн. Такие изменения, как правило, возникают в процессе консолидации и стабилизации грунтов под воздействием длительных нагрузок от зданий. Особенно ярко эти процессы проявляются под глубокими фундаментами или сваями, где динамические характеристики грунтов значительно улучшаются.

**Выводы.** Проведённые исследования показали, что метод MASW обладает высокой эффективностью при оценке сейсмических характеристик грунтов оснований. На основе полученных дисперсионных кривых и скоростей поперечных волн ( $V_s$ ) была определена стратификация грунтовых слоёв и их сейсмические свойства.

В то же время ограниченная длина используемой схемы размещения геофонов выявила необходимость повышения точности определения глубины залегания слоёв и их скоростных параметров. В связи с этим для последующих исследований рекомендуется увеличение длины линии приёмников (геофонов), расширение межгеофонного интервала. Такой подход позволит значительно повысить точность, качество и достоверность получаемых данных, что, в свою очередь, обеспечит более полную оценку динамического состояния грунтов оснований. Исследования также показали, что увеличение скоростей поперечных волн в грунтах может способствовать снижению воздействия сейсмических волн. Улучшение сейсмических параметров грунтов (плотности, модуля упругости, скорости поперечных волн) ведёт к повышению сейсмической безопасности территорий, где расположены здания. Это, в свою очередь, подчёркивает важность точного определения реальных сейсмических характеристик грунтов оснований и проведения их регулярного мониторинга в целях повышения надёжности градостроительных и строительных проектов.

#### **Список литературы:**

1. Park C.B., Miller R.D., Xia J., Ivanov J. Advances in MASW Technique for Geotechnical Site Characterization // The Leading Edge. 2017. Vol.36, No.4. P.275-281.

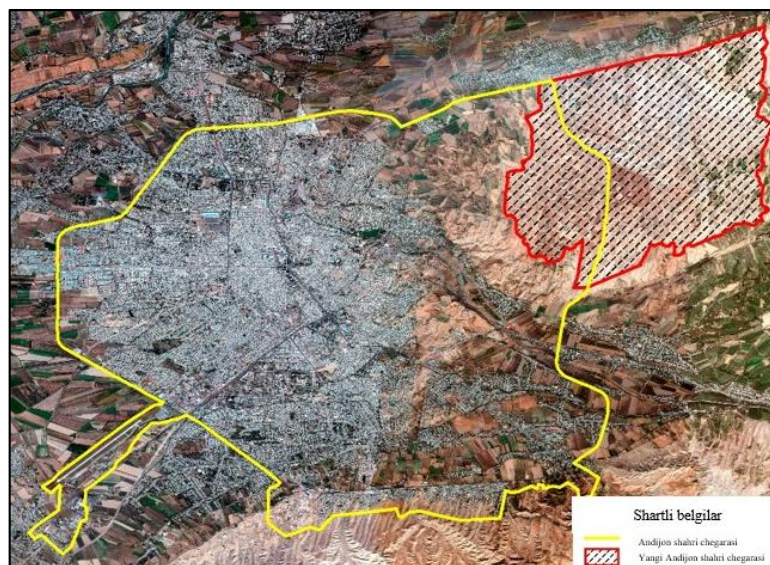
2. Foti S., Parolai S., Albarello D., et al. Application of Surface Wave Methods for Seismic Site Characterization // Near Surface Geophysics. 2019. Vol.17, No.3. P.285-302.
3. Юсупов Д.Д., Орипов Н.К., Мамарозиков Т.У., Отажонов Ш.Х. Опыт проведения сейсморазведочных работ для исследования скоростного характера среды под инженерным объектом // Сборник трудов Международной научной конференции молодых ученых. Ташкент. 2024. С.301-302.
4. Кан Е.А., Соловьёв С.Г. Применение методов анализа поверхностных волн для инженерно-сейсмического районирования // Инженерная сейсмология. 2018. №2. С.45-58.
5. Мищенко С.В., Задорожный А.Г. Применение метода MASW для оценки скорости распространения сдвиговых волн в грунтах оснований // Инженерно-геологический журнал. 2017. №4. С.61-67.

## **YANGI ANDIJON SHAHRIDAGI GRUNTLARNING SEYSMIK XOSSALARINI ANIQLASH**

**Avazov A.B.**

О‘зРФА Г‘.О.Мавлонов nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri  
e-mail: [azizbekavazov788@gmail.com](mailto:azizbekavazov788@gmail.com)

**Tadqiqotning dolzarbligi:** O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 12-iyuldagi PQ-5180-sonli qarorida belgilanganidek, seysmik faol zonalarda joylashgan shaharlarning bosh rejalarini ularning seysmik mikrohududlashtirish xaritalariga asoslanib ishlab chiqish vazifasi belgilangan. Ushbu vazifani amalga oshirish doirasida “Yangi Andijon” shahri hududida dala geofizik hamda seysmometrik kuzatuv ishlari olib borildi. Seysmik xavfni baholash va grunt geofizik parametrlarini aniqlashga oid ilmiy tadqiqotlar bir qator olimlar tomonidan amalga oshirilgan [1, 2, 3, 4, 5]. Biroq, PQ-5180-sonli qaror talablaridan kelib chiqib, aynan “Yangi Andijon” hududida mahalliy izlanishlarni olib borish dolzarb vazifa edi (1-rasm).



**1-rasm. Hozirgi Andijon shahri va Yangi Andijon massivi joylashuvi xaritasi**

**Tadqiqotning maqsadi:** Ushbu maqolada Yangi Andijon hududida tarqalgan gruntlarning seysmik xususiyati  $V_{S30}$  (dastlabki 30 metr chuqurlikdagi grunt qatlamlari bo‘yicha ko‘ndalang seysmik to‘lqinlarning o‘rtacha tezligi) ni o‘rganish asosida baholanadi. Tadqiqot

hududining seysmik barqarorligini baholash va zilzilaga bardoshli infratuzilmalarni qurishni loyihalashtirish uchun muhim ahamiyatga ega.

**Usul va uslublar:** Tadqiqot hududini 30 metr chuqurlikgacha muhandis-geologik asoslash uchun seysmik qidiruv usulidan foydalangan holda quyidagi ishlar amalga oshirildi:

- tadqiqot maydonini muhandis-geologik sharoitini o'rganish (tog' kavlamalarini amalga oshirmagan holda);

- MASW va singan to'lqinlar usullaridan foydalanib tadqiqot maydonida seysmik qidiruv tadqiqotlari olib borish;

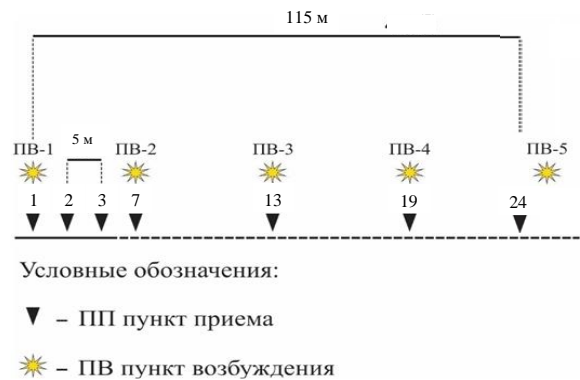
Seysmik qidiruv ishlari Italiyaning "MAE-X820S" stansiyasi hamda 4,5 Gs chastotali vertikal va gorizontal seysmoqabulqilgichlar yordamida amalga oshirildi (2-rasm).

Hududni seysmik mikrohududlashtirish bo'yicha bir qator ilmiy-tadqiqot ishlari amalga oshirilgan. Ushbu tadqiqotlar doirasida seysmologik, seysmotektonik, makroseysmik va geologik ma'lumotlar tahlil qilinib, umumlashtirilgan holda hududning dastlabki seysmik holati aniqlashtirilgan.

Geofizik tadqiqotlarda dala ishlarini amalga oshirishda klassik yondashuv qo'llanildi. Qabul qilish punktlari va qo'zg'alish nuqtalari orasidagi oraliq 2, 5 yoki 10 metrni tashkil etadi (3-rasm).



**2-rasm. "MAE-X820S" rusumli seysmik stansiyasi**



**3-rasm. MASW va singan to'lqinlar usuli kuzatuv tizimi**

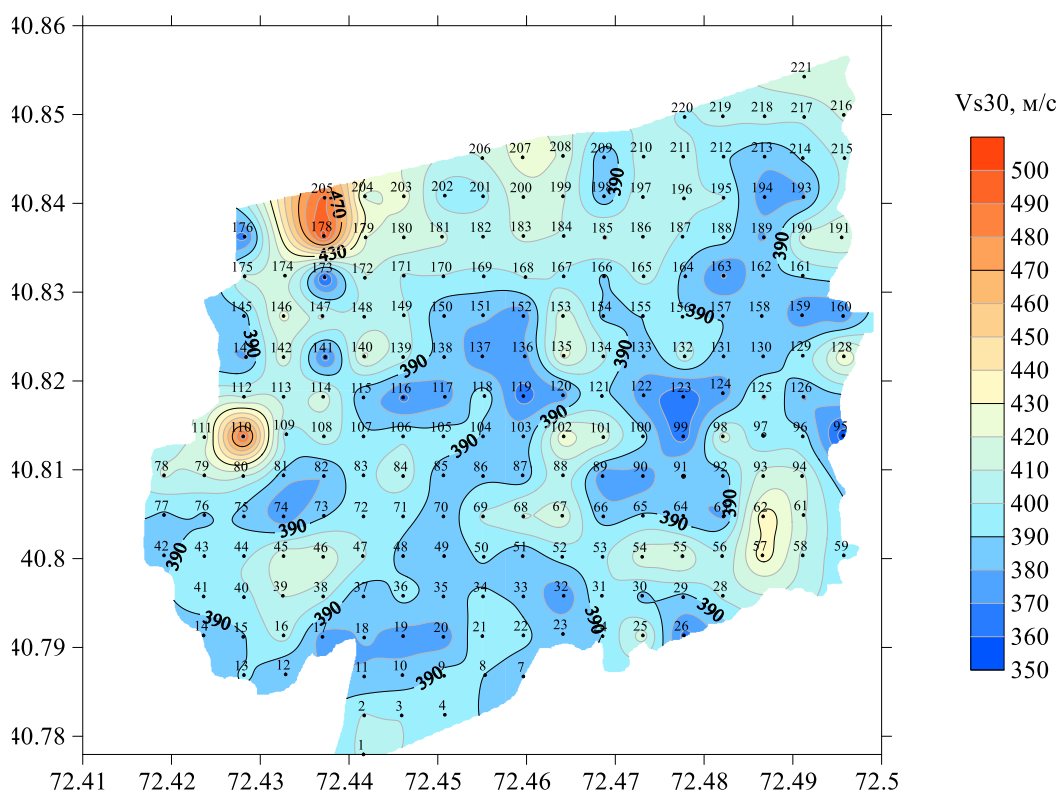
O'rganish chuqurligi asosan qo'llanilayotgan manba og'irligi va kuzatuv tizimi uzunligiga bog'liq bo'lib, ko'pgina hollarda 30-50 metrni tashkil etadi. Agar hudud murakkab geologik tuzilishga ega bo'lsa, yuqori aniqlikni ta'minlash maqsadida kuzatuvlar soni ko'paytiriladi. Olingan seysmik tadqiqot ma'lumotlari ZondST2D dasturiy ta'minoti yordamida qayta ishlanib chuqurlik bo'yicha ko'ndalang to'lqin tarqalish tezlik qiymatlari aniqlanadi.

Dastlabki 30 m qatlam qalinlikdagi gruntning o'rtacha tezlik qiymati quyidagi (1) formula asosida hisoblanadi:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_{si}}} \quad (1)$$

**Natijalar:** Ushbu kuzatuvlar asosida hududning  $V_{s30}$  xaritasi ishlab chiqildi va qayd etilgan zilzilalarning chastotasi, magnitudasi va chuqurligi tahlil qilindi (3-rasm). Bu ma'lumotlar Yangi Andijon shahri bosh loyahasida qurilish rejalarini optimallashtirish va xavfli hududlarda himoya choralari ishlab chiqish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Olingan natijalarga ko'ra,  $V_{s30}$  tezliklar butun maydon uchun 350-500 m/s oralig'ida o'zgargan. O'rganilayotgan maydon hududini shartli ravishda ikki qismga bo'lish mumkin: tezlikning nisbatan past qiymatlari (340-400 m/s) - maydonning janubiy va janubi-sharqiy qismi va  $V_{s30}$  tezlikning yuqori qiymatlari (420-520 m/s) - maydonning shimoliy, shimoli-sharqiy qismi. Maydonning markaziy qismi uchun ko'ndalang to'lqinlarning tarqalish tezligi 380-420 m/s ni tashkil etdi.

$V_{S30}$  hisoblanib va olingan natijalar bo'yicha xarita tuzildi va tahlil qilindi hamda hududning seysmik barqarorligi baholanadi (4-rasm).



**4-rasm. Yangi Andijon massivining  $V_{S30}$  xaritasi**

**Xulosa.** Yangi Andijon shahri hududida olib borilgan tadqiqotlar gruntlarning seysmik xossalari o'rganish va baholashga qaratildi. Tadqiqot natijasida  $V_{S30}$  xaritasi tuzilib, gruntlarning zichligi va seysmik holati aniqlandi. Tadqiqotlarda zamonaviy geofizik va instrumental-seysmometrik kuzatuvlar asosida to'plangan ma'lumotlardan foydalanildi. Olingan natijalar Yangi Andijon shahri hududida tarqalgan gruntlarning seysmik xususiyatiga ko'ra II toifaga mansubligi aniqlandi. Ushbu natijalar zilzilaga bardoshli va xavfsiz infratuzilmalarni loyihalash uchun muhim manba bo'lib xizmat qiladi. Ushbu ishlar shaharsozlik loyihalarini zamonaviy talablarga muvofiq shakllantirish va aholi xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Абдуллабеков К.Н., Артиков Т.У., ... Сейсмическая опасность и технология сейсмического районирования Узбекистана. Геология и минеральные ресурсы. 2002, №6, с.32-37.
2. Абдуллабеков К.Н., Артиков Т.У., Ибрагимов Р.Н., Мирзаев М.А. Концептуальная основа и методологические принципы разработки унифицированного комплекса карт общего сейсмического районирования Республики Узбекистан. Геология и минеральные ресурсы. 2010, №2, с.42-48.
3. Адьлов С.К., Соколов В.Ю., Фремд В.В., Чернов Ю.К. Сильные движения Узбекистана в 1984-1985 гг. М.: ИФЗ, 11 с.
4. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С. Оценка сейсмической интенсивности в эпицентре землетрясений от магнитуды и глубины очага Геология и минеральные ресурсы. 2006, №3, с.37-39.
5. Бутовская Е.М., Фленова М.Г. и др. Региональные сейсмологические исследования // Земная кора Узбекистана. Ташкент. Фан. 1974.

## ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ РАСЧЕТНОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ

**Ядигаров Э.М., Исроилов Х.В., Мансуров А.Ф.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [mmardon242200@gmail.com](mailto:mmardon242200@gmail.com)

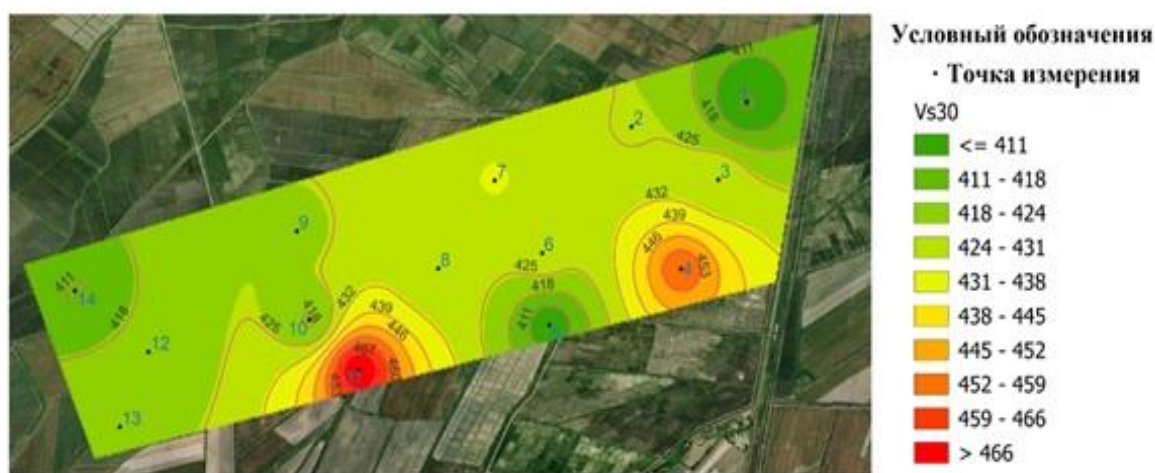
**Актуальность:** В последнее время в связи с увеличением численности населения на территории нашей республики возрастает и потребность на жильё и масштабного строительства производственно-сервисных и промышленных территорий. Это само по себе приводит к расширению городских территорий. Сейсморазведочные исследований позволят уточнить геологические условия в районах строительства, уровень сейсмичности и некоторую другую информацию. Информация, полученная в результате геофизических (сейсморазведочных) исследований, также играет важную роль при построении карт сейсмического микрорайонирования.

**Целью исследования** является определение  $V_{s30}$  с помощью сейсморазведки для территории строительного объекта расположенной Верхнечирчикского района Ташкентской области.

**Метод исследования** Данная работа сейсмометрические измерения проводились с использованием широкополосного цифрового сейсмометра CMG-6TD с регистратором ЕАМ производства компании Guralp, в ниже можем смотреть Спектры HVSR на пунктах регистрации 1–4. Оно основано на комплексных сейсмологических, сейсмотектонических и геолого-геофизических исследованиях, направленных на определение интенсивности сейсмических воздействий на территории, для которых осуществляется сейсмическое микрорайонирование. Были построены карты эпицентров инструментально-зарегистрированных землетрясений, её анализ на предмет приуроченности эпицентров к основным тектоническим нарушениям, определяющим сейсмичность на исследуемом объекте. Выделено на основе сейсмотектонических и сейсмологических методов сейсмогенных зон, оказывающих значимый сейсмический эффект на строительную площадку.

Для определения категории и состава грунтовых условий проведены полевые инженерно-геологические, геофизические полевые исследования на территории распространения различных литологических типов грунтов.

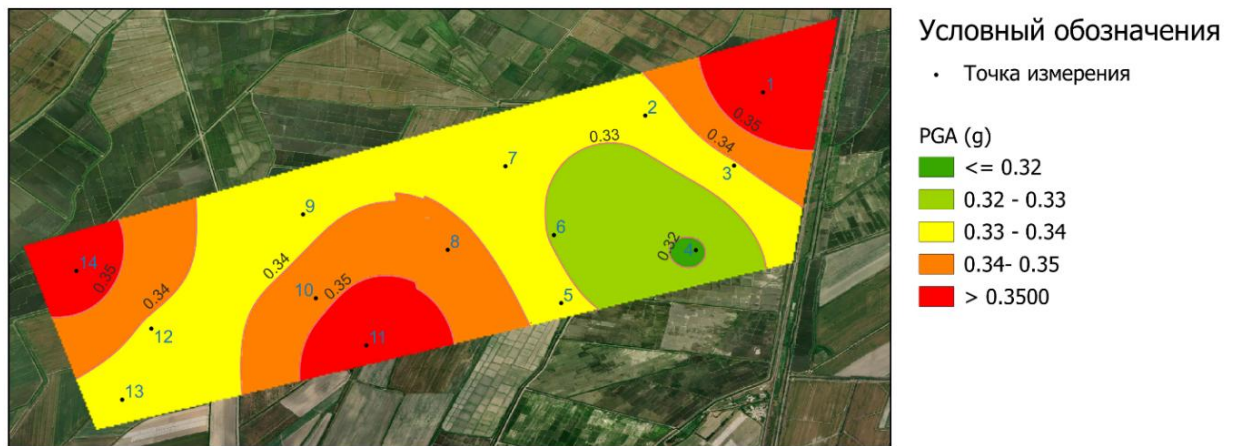
**Результаты исследования** По всем точкам были рассчитаны значения  $V_{s30}$ . Согласно полученным результатам, скорости  $V_{s30}$  для всей площадки лежат в диапазоне 411–466 м/с (рис. 1).



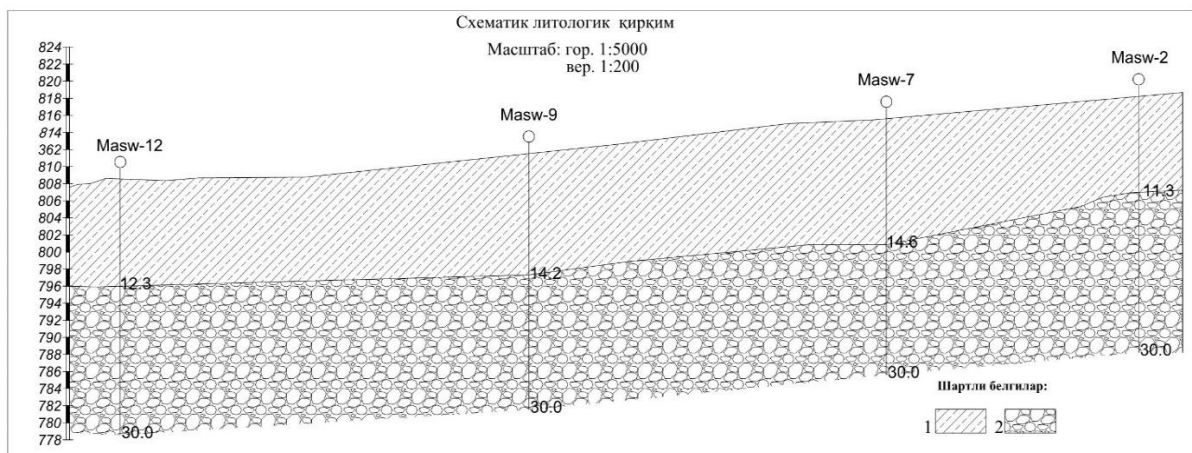
**Рис.1.** Карта распределения  $V_{s30}$



В статье приводятся результаты проведенных инженерно-сейсмологических работ для оценки сейсмичности территории строительного объекта расположенной Верхнечирчикского района Ташкентской области. Сейсмическая интенсивность оценена не только в макросейсмических баллах и в инженерных показателях грунтов (PGA). В том числе оценено влияния грунтовых условий на параметры сейсмической интенсивности на основе сейсморазведочных а также инженерно-геологическими данными с использованием сейсмогрунтовых моделей. Таким образом, для проектирования высотных зданий динамическими методами разработана карта сейсмического микрорайонирования территории по значениям пикового ускорения (PGA)(Рис-2). На исследуемой территории по значениям максимального ускорения колебания грунтовых толщ выделены следующие предельные значения: от 0,32g и до 0,36g. Интенсивность сотрясений на исследуемой площади учетом результатов сейсмического микрорайонирования. Исходные воздействия на площадку на уровне 7,49 баллов.



**Рис.2. Карта сейсмического микрорайонирования территории по значениям пикового ускорения (PGA)**



**Рис. 3. Литологические разрез территории 1-Суглинки 2-галечник**

В этом разрезе описаны толщины слоев и глубины рассеянных на исследовательской площадке грунтов, в результате чего на глубине до 14,2 метра залегал суглинок, а на глубине 30 метров - галечноковые породы.

**Заклучение.** На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы относительно сейсмической опасности площадки расположенного в Верхнечирчикском районе Ташкентской области.

Объект расположен между двумя крупными сейсмоактивными структурами – Каржантауской и Нурекатинской. По сеймотектоническим и сейсмологическим данным, их сейсмический потенциал оценивается значением  $M_{max} = 6.5 - 7.0$ .

Инструментально-сейсмометрические и сейсморазведочные исследования на площадке показали следующие результаты:

- Методом микросейсм HVSR получено приращение интенсивности сейсмических воздействий в пределах от -0,29 до +0,06 балла по шкале MSK-64;
- Метод сейсмических жесткостей показал приращение интенсивности сейсмических воздействий в пределах от +0.29 до +0.38 балла по шкале MSK-64;
- Коэффициент сейсмического разжижения не превышает 10. Грунты относятся к категории сейсмически устойчивых.
- По результатам проведенного анализа инженерно-геологических условий и выполненных непосредственно на площадке строительства инструментальных сейсмологических измерений установлено, что грунты под площадкой строительства относятся ко II категории по сейсмическим свойствам. Таблица. Значения максимальных ускорений колебаний грунта (PGA, g) на Объекте для различных вероятностей P не превышения уровня сейсмических воздействий в течение 50 лет на грунтах II категории по сейсмическим свойствам

Категория грунта	Значения максимальных ускорений $a_{max}$ , g			
	P=0,9	P=0,95	P=0,98	P=0,99
II категория	0.247	0.338	0.455	0.569

Учитывая, что строящийся Объект имеет высокую категорию ответственности, рекомендуем для расчета сейсмических нагрузок принять сейсмические воздействия, относящиеся к вероятности  $P=0.95$  и выше.

По результатам проведенного анализа инженерно-геологических условий и выполненных непосредственно на площадке строительства инструментальных сейсмологических измерений установлено, что грунты под площадкой строительства относятся ко II категории по сейсмическим свойствам.

#### Список литературы:

1. Ибрагимов Р.Н., Нурматов У.О., Ибрагимов О.Р., 2002. Сеймотектонический метод оценки сейсмической опасности и вопросы сейсмического районирования. В кн. под ред. К.Н. Абдуллабекова, Сейсмическое районирование и прогноз землетрясений в Узбекистане. ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», Ташкент, с. 59-74.
2. Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. М.: АН СССР, 1960, с. 75–114.
3. Rautian T.G., Khalturin V.I., Fujita K., Mackey K.G., Kendall A.D. Origins and methodology of the Russian energy K-class system and its relationship to magnitude scales // Seismological Research Letters, 2007, 78 (6), 579–590.
4. Мокрушина Н.Г., Вакарчук Р.Н., Татевосян Р.Э. О некоторых сильных землетрясениях Средней Азии во второй половине XIX в // Вопросы инженерной сейсмологии. 2020. Т. 47. № 2, с. 45-63. <https://static.ifz.ru/10.21455/VIS2020.2-3>
5. Mikhailova, N., A., Mukambayev, Aristova, I., Kulakova, G., Ullah, S., Pilz, M., Bindi, B. Central Asia earthquake catalogue from ancient time to 2009. ANNALS OF GEOPHYSICS, 58, 1, 2015, S0102; doi:10.4401/ag-6681

## NAMLANGAN LYOSSIMON ZAMINLARNING SEYSMIK TURG'UNLIGI

**Berdimurodov A.E., Obruyev A.A.**

Toshkent arxitektura va qurilish univyersiteti, Toshkent shahri  
e-mail: [abdiqayumberdimurodov@gmail.com](mailto:abdiqayumberdimurodov@gmail.com), tel.+998997504372

**Dolzarbliigi:** Zaminlarning seysmik turg'unligi, ayniqsa, namlangan lyossimon zaminlar uchun muhim geotexnik masala hisoblanadi. Lyossimon zaminlar, odatda, qum, loy va boshqa yumshoq materiallar aralashmasidan tashkil topgan bo'lib, ular o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ushbu zaminlarning seysmik xususiyatlari, yer silkinishlari va boshqa geofizik hodisalarga nisbatan qanday harakatlanishi, ularning barqarorligini va xavfsizlikni ta'minlashda asosiy omil hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 30-maydagi PF-144-sonli "O'zbekiston Respublikasining seysmik xavfsizligini ta'minlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" So'nggi yillarda mamlakatimizda seysmologiya, inshootlarning seysmik mustahkamligini va seysmik xavfsizlikni ta'minlash sohalarini rivojlantirish hamda soha tashkilotlarining faoliyati samaradorligini tubdan oshirish bo'yicha keng ko'lamli kompleks chora-tadbirlar amalga oshirildi.

Namli lyossimon zaminlar o'zining yuqori namlik darajasi va elastik emasligi bilan tanilgan bo'lib, ular seysmik faoliyat vaqtida osonlik bilan deformatsiyalanishi mumkin. Bu holat zaminning suyuqlashishiga olib kelib, strukturalar uchun xavf tug'diradi. Seysmik harakatlar davomida bu turdagi zaminlar ko'pincha ko'chish, siqilish va siljish kabi jarayonlarga duch keladi. Buning natijasida, namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligi pasayadi va ular yer silkinishlariga nisbatan beqaror bo'ladi.

Ushbu ishda namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligi va uning qurilish inshootlari uchun qanday ta'sir ko'rsatishi tahlil qilinadi. Zaminning bu xususiyatlarini to'g'ri baholash va aniqlash, seysmik xavflarni kamaytirish hamda samarali geotexnik choralar ko'rish uchun muhimdir. Bu ishning asosiy maqsadi namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligi bo'yicha ilmiy-amaliy yondoshuvlarni ishlab chiqishdir [1-4].

**Tadqiqotning maqsadi:** Namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligi o'zgacha bir ahamiyatga ega, chunki bu turdagi zaminlar o'zining strukturalari va xususiyatlari bilan seysmik faollikka sezgir bo'ladi. Lyossimon zaminlar - odatda qum, loy, va kulrang yoki oq rangdagi eruvchan moddalardan iborat bo'lgan gruntlardir. Suv bilan ta'sir etganida, bu zaminlar sezilarli darajada o'zgarishi mumkin, bu esa ularning seysmik turg'unligini beqaror qilishi mumkin.

1. Namning ta'siri va namlik darajasi - Namlangan lyossimon zaminlar, odatda, yuqori namlik darajasi bilan ajralib turadi. Namlikning o'sishi zamin tarkibidagi zarrachalar o'rtasidagi bog'lanishni zaiflashtiradi, bu esa uning zaxiraviy quvvatini pasaytiradi. Nam o'zining og'irlik ta'siri bilan, bu zaminlarda ortiqcha bosim yaratadi va ularning zichligini pasaytiradi. Shu bilan birga, namlangan zaminlarning o'ziga xos xususiyatlari - ularning yuqori porozligi va siqilish xususiyatlari, ularning sezilarli darajada suyuqlashishiga olib kelishi mumkin.

Suyultirish hodisasi, ayniqsa, kuchli yer silkinishlari natijasida yuzaga keladi, bunda namli lyossimon zaminlar o'zining qattiqligini yo'qotib, suyuqlashadi. Bu holat, zaminning yuqori qatlamlarida katta harakatlarga olib keladi va binolarning qulashiga sabab bo'lishi mumkin.

2. Seysmik ta'sir va siljish kuchlari - Seysmik ta'sirlar, yer silkinishlari yoki zilzilalar vaqtida yer yuzasidagi zaminlarning o'zgarishi va harakatlanishi bilan bog'liq. Namli lyossimon zaminlar seysmik kuchlarning ta'siriga nisbatan juda sezgir bo'ladi. Ularning yuqori g'ovaklik, namligi va siqilish xususiyatlari bu turdagi zaminlarning siljish kuchlarga (ya'ni yon tomondagi kuchlarga) nisbatan beqaror bo'lishiga sabab bo'ladi [5-8].

Seysmik harakatlar davomida, lyossimon zaminlar o'zining barqarorligini yo'qotib, katta siljishlarga olib kelishi mumkin. Bu holat binolar va infratuzilmalar uchun jiddiy xavf tug'diradi.

Siljish kuchlarning ta'siri ostida bu turdagi zaminlar osonlik bilan deformatsiyalanadi, bu esa yer yuzasidagi inshootlarning shikastlanishiga olib keladi.

3. Suyultirish hodisasi - bu namli lyossimon zaminlarning seysmik faollik vaqtida o'zining suyuq holatiga o'tishi jarayonidir. Bu holatda, zaminning yuqori qatlamlari to'liq suyuqlashadi va ular o'zgartiruvchi kuchlarga nisbatan juda past qarshilik ko'rsatadi. Suyultirish hodisasi, asosan, kuchli zilzilalar paytida yuzaga keladi, bu esa zaminning yuqori qatlamlarini noturg'un va siljishga moyil qiladi. Suyultirish hodisasi, o'z navbatida, binolar, ko'priklar va boshqa inshootlarning qulashiga yoki strukturaviy shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Namli lyossimon zaminlarning yuqori qatlamlaridagi bu holatlar seysmik xavfni oshiradi.

4. Zaminning seysmik turg'unligini baholash va monitoring qilish - namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligini to'g'ri baholash va monitoring qilish uchun geotexnik tahlillarni o'tkazish zarur. Bu tahlillar zaminning fizik xususiyatlarini, ya'ni zichlik, g'ovaklik, elastiklik va namlik darajalarini aniqlashga yordam beradi. Boshqa tomondan, seysmik ta'sirlarni simulyatsiya qilish va yer osti namli darajasini o'rganish ham muhimdir. Zaminning barqarorligini ta'minlash uchun geotexnik choralar, masalan, zaminni mustahkamlash, namning o'tkazuvchanligini nazorat qilish yoki qurilish inshootlarida maxsus texnik yondoshuvlar qo'llanilishi mumkin. Bu choralar zaminni seysmik harakatlarga qarshi mustahkamlashga yordam beradi [9-11].

#### **Usul va uslublar:**

1. Geotexnik tahlillarni kuchaytirish: Namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligini baholash uchun chuqur va keng qamrovli geotexnik tahlillarni amalga oshirish zarur. Bu tahlillar zaminning fizika-kimyoviy xususiyatlarini, namning o'tkazuvchanlik darajasini, g'ovaklikni va namlik darajasini o'rganishga yordam beradi. Zaminning qatlamli tuzilishini aniqlash, seysmik xavfni va potentsial suyuqlashish jarayonlarini oldindan bashorat qilish imkonini beradi.

2. Zaminni mustahkamlash: Namlangan lyossimon zaminlarning barqarorligini oshirish uchun maxsus muhandislik usullari, masalan, zaminni chuqur mustahkamlash, geosintetik materiallar yordamida ko'proq stabilizatsiya qilish va yer osti namlarini nazorat qilish kabi texnik yondoshuvlar qo'llanilishi kerak. Bu yondoshuvlar zaminning deformatsiya xususiyatlarini kamaytiradi va seysmik harakatlarga qarshi turishini ta'minlaydi.

3. Suyultirishni oldini olish: Seysmik xavflarni kamaytirish uchun suyuqlashish hodisasining oldini olish zarur. Bu uchun namli lyossimon zaminlarning yuqori qatlamlarini tahlil qilib, ularni mustahkamlash va sezgir qatlamlarni izolyatsiya qilish tavsiya etiladi. Zaminning suyuqlashishi va siljishini oldini olish uchun maxsus muhandislik usullari, masalan, drenaj tizimlari yoki zaminni yumshatishga qarshi texnologiyalarni qo'llash muhimdir.

4. Seysmik xavfni baholash va monitoring qilish: Seysmik xavfni kamaytirish uchun seysmik faoliyatni doimiy ravishda monitoring qilish va tahlil qilish kerak. Zaminning seysmik xususiyatlarini va seysmik reaksiyalarini o'rganish, seysmik vositalar yordamida tahlil qilish zarur. Bu orqali seysmik xavfning darajasini aniq belgilash va zarur choralar ko'rish mumkin.

5. Qurilish inshootlarini seysmik xavfsizlikka moslashtirish: Namlangan lyossimon zaminlarda qurilish inshootlarini loyihalashda, ular seysmik xavfsizlikni hisobga olgan holda konstruksiya qilish zarur. Binolarni, ko'priklarni va boshqa inshootlarni mustahkamlash, ular seysmik faoliyatdan zarar ko'rmasligi uchun eng so'nggi texnologiyalar va materiallardan foydalanish lozim. Binolarni seysmik reaksiya va siljishga qarshi mustahkamlash uchun elastik materiallar va kuchli asoslarni qo'llash tavsiya etiladi.

Yuqoridagi usullarni amalga oshirish orqali namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligini oshirish va ulardan kelib chiqadigan xavflarni kamaytirish mumkin. Bu nafaqat qurilish xavfsizligini ta'minlaydi, balki odamlarning hayoti va mulkini ham himoya qilishga yordam beradi.

**Xulosalar:** Namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligi geotexnik sohada dolzarb masala bo'lib, ularning yuqori namlik darajasi va elastik emasligi ularning yer silkinishlariga nisbatan sezgirligini oshiradi. Bu turdagi zaminlar nam bilan ta'sirlashganida

o'zining barqarorligini yo'qotib, suyuqlashishga olib kelishi mumkin, bu esa binolar va infratuzilmalarning qulashiga sabab bo'lishi ehtimolini oshiradi. Seysmik xavfni kamaytirish uchun geotexnik tahlillar, zaminni mustahkamlash va seysmik xavfsizlikni hisobga olgan holda qurilish inshootlarini loyihalash zarur.

Ushbu maqolada namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligini baholash va nazorat qilish, seysmik xavfning oldini olish uchun muhim strategiyalarni ishlab chiqish zarurligi ta'kidlandi. Namli lyossimon zaminlarning seysmik xavfini aniqlash va samarali choralar ko'rish uchun hududning geologik va geotexnik sharoitlarini chuqur o'rganish va mos ravishda muhandislik yechimlari qo'llash kerak. Bu orqali nafaqat qurilish xavfsizligini, balki atrof-muhit barqarorligini ta'minlash mumkin.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Khakimov G. A., Samiyeva Sh. Kh., Muminov A.A., Berdimurodov A.E., & Muminov J.A. (2023). Compaction of loess bases of buildings and structures, as well as bulk soils around the foundation using vibratory rollers in seismic areas. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 11(4), 306–311.  
Retrieved from <https://www.giirj.com/index.php/giirj/article/view/5184>
2. Khakimov, G., Abduraimova, K. ., Muminov, A., Berdimurodov, A., & Sobirova, Z. (2023). Determination of the calculated (permissible) pressure on the loess foundation of buildings and structures in seismic conditions. *International Bulletin of Engineering and Technology*, 3(6), 61–66.  
Retrieved from <https://intyernationalbulletins.com/intjour/index.php/ibet/article/view/764>
3. Khakimov Gayrat, G., Abduraimova, K. ., Muminov, A., Berdimurodov, A., & Sobirova, Z. (2023). Construction of buildings and structures in difficult soil conditions and seismic regions of the republics of Central Asia. *International Bulletin of Applied Science and Technology*, 3(6), 315–319.  
Retrieved from <https://researchcitations.com/index.php/ibast/article/view/1875>
4. Khakimov, Gayrat Akramovich. "Changes in plastic zones in less bases undyer seismic vibrations." *Journal of Nev Zealand*, 742-747.
5. Khakimov G. A., Samiyeva Sh.Kh., Muminov A. A., Berdimurodov A. E., & Muminov J.A. (2023). Expyerience of compaction of the bases of large buildings and cores of earthen dams of wayerworks in seismic areas with optimal humidity of loess soil. *Academia Science Repository*, 4(04), 365–372.  
Retrieved from <https://academiascience.com/index.php/repo/article/view/206>
6. Хакимов, Г. (2023). Повышение сейсмической устойчивости увлажнённых лёссовых оснований. *Сейсмическая безопасность зданий и сооружений*, 1(1), 170-178.
7. Хакимов, Г., & Байматов, Ш. (2023). Биноларни лёссимон заминларда лойихалашда сейсмик кучлар таъсирида пайдо бўладиган деформацияларни ҳисобга олиш. *Сейсмическая безопасность зданий и сооружений*, 1(1), 161-165.
8. Eshnazarovich, B. A. (2024). Zilzilaviy hududlarda lyosslı zaminni zichlash usullari. *Образование наука и инновационные идеи в мире*, 42(2), 13-20.  
<https://newjournal.org/index.php/01/article/view/13038>
9. Eshnazarovich, B. A. (2024). Structure solutions for the construction and repair of foundations on loess soils in seismic zones. *Journal of Higher Education and Academic Advancement*, 1(7), 56–61. <https://doi.org/10.61796/ejheaa.v1i7.732>
10. Berdimurodov, A. (2025). Seysmik hududlarda lyosslı grunt ustiga poydevorlarnı o'rnatish va ta'mirlash usullari. в международная конференция академических наук (Т. 4, Выпуск 1, сс. 52–60). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14791684>
11. Byerdimurodov Abdıqayum Eshnazarovich. Binolarnı seysmik hududlarda lyosslı gruntnlar ustiga tizimli qurish yechimlari. (*Vol. 4 No. 47 (2025): Ijodkor O'qituvchi* 52-58)  
<http://sjifactor.com/passport.php?id=21841>

## SEYSMIK TO‘LQIN TA‘SIRIDA SURILMA TURG‘UNLIGINI BAHOLASH.

**Mansurov A.F.**

O‘zRFA G‘.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [mazizjon876@gmail.com](mailto:mazizjon876@gmail.com)

**Dolzarbli.** Seysmik to‘lqinlar ta‘sirida xavfli geologik jarayonlar turg‘unligini baholash muhim vazifa hisoblanadi. Bu jarayonlar, ayniqsa, tektonik faol hududlarda joylashgan avtomobil va temir yo‘l infratuzilmalari uchun jiddiy xavf tug‘diradi.

**Tadqiqotning maqsadi.** Shuning uchun tadqiqot maydonining seysmik tasir natijasida yuzaga kelish ehtimoli mumkun bo‘lgan ikkilamchi talafotlarni aniqlash lozim, yani XGJ larni avtomobil va temir yo‘li uchun xavflilik darajasi aniqlaniladi.

**Usul.** Buning uchun N.N.Maslov taklif qilgan quyidagi surilmalarni turg‘unlik koeffitsiyentini aniqlash formulasidan foydalaniladi.

$$\eta = \frac{\sum \text{ushlab turuvchi kuchlar}}{\sum \text{suruvchi kuchlar}} \quad (1)$$

Surilmalar turg‘unligini baholash olinadigan natijalarning aniqligi va ishonchli yuqori bo‘lishi uchun quyidagilarga e‘tibor berish lozim:

1. Burg‘u quduqlari va shurflardan olingan monolit hamda namunalar asosida surilma yuzasini kesib o‘tuvchi profil bo‘yicha geologo-litologik qirqim chizib olish kerak: Chizilgan qirqimning vertikal va gorizonttal masshtablari bir xil bo‘lishi talab etiladi

2. Surilma massasini tashkil etadigan tog‘ jinslarining fizik-mexanik xususiyatlarini xisoblash ishlarini olib borish lozim, demak aniqlanishi kerak bo‘lgan fizik-mexanik xususiyatlari quyidagilardan iborat, gruntlarning zichligi( $\rho$ ), ichki ishqalanish burchagi( $\varphi$ ), bog‘lanish kuchi ( $c$ ) kabilar kiradi.

3. Shuningdek surilmaga ichki va tashqi tasirlar ostida tebranishlarni misol uchun transport vositalarining harakatlanishi, dinamik yuklamalar, seysmik ta‘sirlar va boshqalarni inobatga olish lozim [1,2,3].

Surilmalar turgunligini xisoblashda, surilish yuzasiga qarab, tanlanadigan usullar ikkiga bulinadi:

1. Surilish yuzasi ma‘lum qiyalikka ega bo‘lgan surilmalar.

2. Surilish yuzasi botiq, silindrsimon kurinishga ega bulgan surilmalar.

Tadqiqot hududida tarqalagan XGJ ni inobatga olgan holda, surilish yuzasi ma‘lum qiyalikdagi konsekvant surilmalar uchun hisoblash ishlari amalga oshiriladi.

Buning uchun seysmik kuchlar tasirida surilmalar turg‘unlik koeffitsiyentini aniqlash formulasidan foydalaniladi[2].

$$\eta = \frac{\sum N \cdot \text{tg} \varphi + C \cdot L}{\sum T} \quad (2)$$

bunda  $\eta$ - turg‘unlik koeffitsenti, N- reaksiya kuchi (tonna yoki kN), T- suruvchi kuch (tonna yoki kN), C- gruntlarning bog‘lanish kuchi (kPa yoki kN/m<sup>2</sup>), L- Surilma chizig‘i uzunligi (m).

$$\text{bunda: } N = P s \cdot \cos \alpha; T = P s \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

Ushbu ifodadagi  $P s$  -seysmik kuch (tonna yoki kN), u quyidagi ifoda orqali topiladi.

$$P s = P_q \sqrt{1 + K_s^2} \quad (4)$$

bunda:  $P_q$ - surilmaning gravitatsion og‘irligi;

$$P_q = \rho * V \quad (5)$$

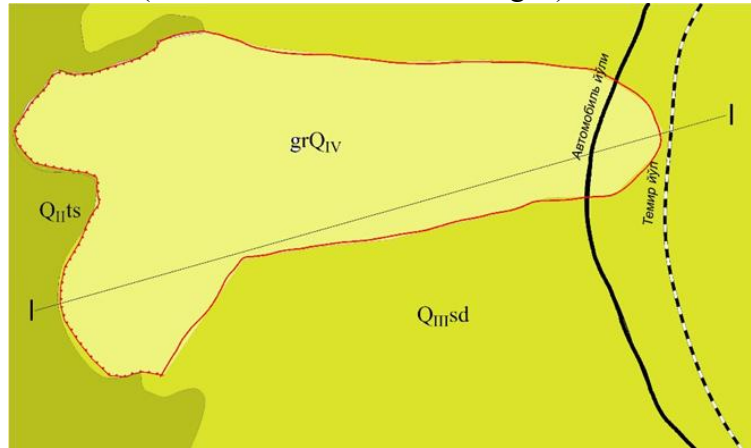
bunda:  $\rho$ -grunt zichligi (g/sm<sup>3</sup>), V- surilma hajmi (m<sup>3</sup>)

$K_s$ - seysmik koeffitsiyent, quyidagi formula yordamida topiladi.

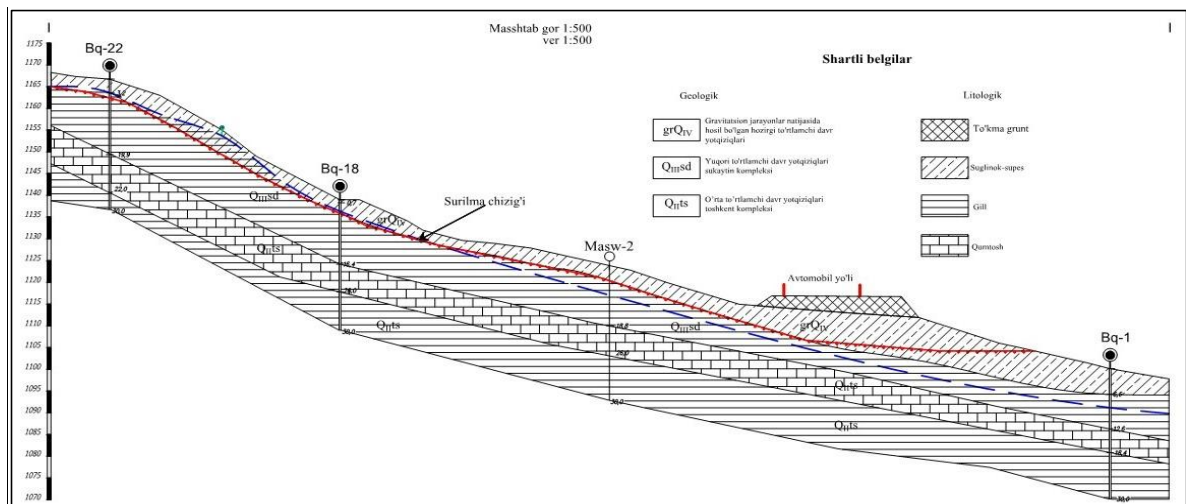
$$K_s = \frac{a}{g} \quad (6)$$

Bunda  $a$ - seysmik to'liqin tezlanishi ( $m/s^2$ ),  $g$ - yerning erkin tushish tezlanishi ( $m/s^2$ ). Ushbu formulalardan foydalangan holda bir qancha xavfli bo'lgan surilmalarni turg'unligi baholanadi.

**Natijalar.** Avtomobil yo'lining 120.2(197.2)km qismi "Beshbuloq" surilmasi uchun hisoblash ishlari olib borildi(1-3-raslarda keltirilib o'tilgan).

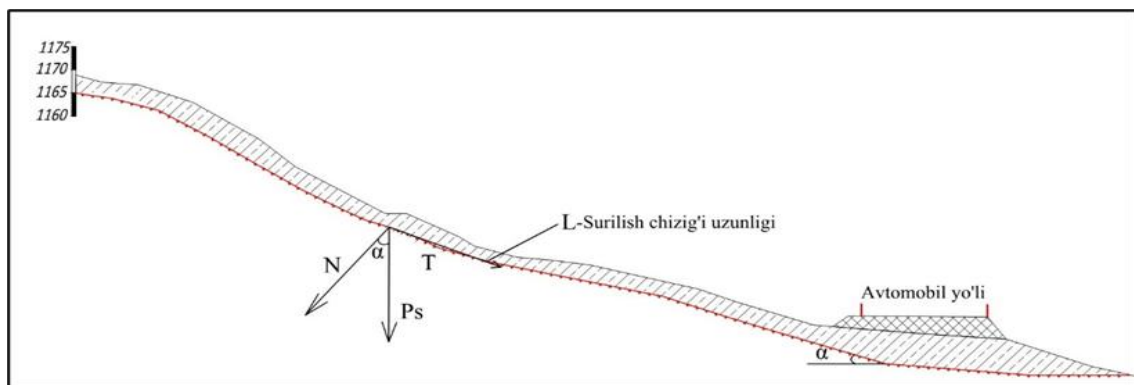


1-rasm. "Beshbuloq" surilmasi yo'zasidan o'tqazilgan I-I profil



2-rasm. "Beshbuloq" surilmasining sxematik geologo-litologik qirqimi[4-7].

Ushbu qirqimdan foydalanib, surilma turg'unligiga ta'sir qiluvchi kuchlarni vektor yo'nalish bo'yicha quyidagicha 3-rasmdagi kabi ifodalaniadi.



3-rasm. Surilmaga ta'sir qiluvchi kuchlarning vektor ko'rinishi[8].

$$\text{Bunda: } V=150000 \text{ m}^3, \rho=1,69 \text{ g/sm}^3, C=14 \text{ kPa},$$

$$L=200 \text{ m}, \alpha=50^0, \varphi=21^0 \quad a=275 \text{ sm/s}^2$$

$$P_s = 1,69 * 150000 \sqrt{1 + (0,275)^2} = 253500 \text{ kN}$$

$$N = 253500 \cdot \cos 50^0 = 162747 \text{ kN}$$

$$T = 253500 \cdot \sin 50^0 = 194181 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{162747 \cdot \operatorname{tg} 21^0 + 14 \cdot 200}{194181} = 0,34$$

Demak surilma turg'un holatda emas, chunki  $\eta$  1 dan kichik

**Xulosa.** Yuqoridagi hisoblash natijalariga ko'ra, ko'chki massasi og'irligi 253 500 kN bo'lib, uning qiyalik yuzasiga tik yo'nalgan komponenti (normal kuch) 162 747 kN, qiyalik bo'ylab harakatlantiruvchi komponenti esa (tangensial kuch) 194 181 kN ni tashkil qiladi. Ushbu kuchlar asosida hisoblangan seysmik turg'unlik koeffitsienti  $\eta = 0,34$  ga teng bo'ldi.

Bu qiymat  $\eta < 1$  bo'lgani sababli, ko'chki massasi seysmik ta'sir ostida beqaror holatda ekanligi aniqlanadi. Ya'ni, siljituvchi kuchlar turg'unlikni ta'minlovchi kuchlardan ustun bo'lib, bu hududda siljish xavfi yuqori ekanligini ko'rsatadi.

Shunday qilib, bu natijalar ushbu hududda ko'chki xavfning mavjudligi va seysmik faollik davrida muhandislik himoya choralari ko'rilishi lozimligini asoslaydi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Ismailov V.A. & Mansurov A.F. Assessment methodology for the seismic risk of Angren-Pop transportation structures International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences ISSN: 2277-2081 An Open Access, Online International Journal Available at <http://www.cibtech.org/jgee.htm> 2025 Vol. 15, P. 21-26
2. Адиллов А.А., Бегимкулов Д.К. Инженерлик геодинамикаси: ўқув қўлланма. – Тошкент: 2011. – 120-179 б.
3. Yodgorov Sh., Mansurov A. & Avazov A. (2023). Angren-Pop temir yo'li joylashgan hududning muhandis geologik sharoitini baholash. O'zbekiston Milliy Universiteti Xabarлари, 3(2), -6 190–193.
4. По инженерно-геологическим изысканиям оползневого участка в районе ПК148-ПК154 по объекту: «Строительство новой электрифицированной железнодорожной линии Ангрэн-Пап» // Технический отчет -2017 г.-С. 5-8.
5. Mansurov, A. F. (2024). Angren-Pop avtomobil yo'li joylashgan hududning seysmik riskini jadalashishiga sabab bo'ladigan xavfli geologik jarayonlar. Uchinchi Renessans Yosh Olimlar Kengashi: Zamonaviy Vazifalar, Innovatsiya va Istiqbol xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari, 45–476.
6. Ниязов Р.А., Нуртаев Б.С. Оползни в Узбекистане, произошедшие во время и после сильных землетрясений Памиро-Гиндукушской зоны в 1995-2006 гг. // Геология и минеральные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 46-52.
7. Мансуров А.Ф. Ангрэн-Поп автомобиль ва темир йўли жойлашган худудда олиб борилган мухандис-геофизик тадқиқот ишлари // О'zbekiston Milliy Universiteti, Geologiya va muhandislik geologiyasi fakulteti, "Yer haqidagi fanlarning dolzarb muammolari" respublika ilmiy anjumani materiallari. – Тошкент, 2024. – С. 83-87.
8. Исмаилов В.А., Ёдгоров Ш.И., Актамов Б.У., Авазов Ш.Б., Жумаев Д.Д., Мансуров А.Ф., Муҳаммадқулов Н.М., Хайриддинов Б.Б., Авазов А.Б.Кўчки турғунлигининг статик ва сейсодинамик таҳлили // Биология ва Экология журнали. – 2025. – Т. 7, №1. – Б. 1–15. – Тошкент.



**III-BO‘LIM**  
**BINO VA INSHOOTLARNING SEYSMIK XAVFSIZLIGINI**  
**TA’MINLASHDA ZAMONAVIY VA INNOVATSION**  
**YONDASHUVLAR**

**МЕТОД УЧЕТА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ХАРАКТЕРА**  
**СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Махмудов С.М<sup>1</sup>., Байматов Ш.Х<sup>2</sup>., Бердимуродов А.Е<sup>3</sup>.**

Ташкентский архитектурно-строительный университет

e-mail: <sup>1</sup>[saidmaxmudov1947@gmail.com](mailto:saidmaxmudov1947@gmail.com), <sup>2</sup>[shaxriddinbaymatov1982@gmail.com](mailto:shaxriddinbaymatov1982@gmail.com),

<sup>3</sup>[abdiqayumberdimurodov@gmail.com](mailto:abdiqayumberdimurodov@gmail.com).

**Актуальность:** В процессе развития теории сейсмостойкости было разработано множество методов определения и суммирования модальных инерционных сейсмических нагрузок для случая, когда сейсмическая нагрузка задана одной компонентой сейсмического воздействия. Однако в процессе совершенствования методов расчета на сейсмические воздействия и с ростом количества уникальных и особо опасных зданий и сооружений, возникла необходимость учета пространственного характера сейсмического воздействия.

В настоящий момент в отечественных нормах по сейсмостойкому строительству отсутствуют рекомендации по учету пространственного характера сейсмического воздействия, предписывая рассчитывать конструкцию отдельно на каждую из компонент сейсмического воздействия, игнорируя при этом корреляцию между откликами конструкции. Таким образом, актуальность приобретает разработка метода расчета суммарного отклика конструкции с учетом пространственного характера сейсмического воздействия в рамках линейно-спектральной теории, поскольку на сегодняшний день линейно-спектральная теория является основной теорией при расчете зданий и сооружений на сейсмические воздействия.

**Цель исследования:** разработка в рамках линейно - спектральной теории новой методики суммирования по компонентам сейсмического воздействия откликов конструкции, полученных с использованием огибающих спектров отклика, с учетом пространственного характера сейсмического воздействия, заданного трехкомпонентной акселерограммой.

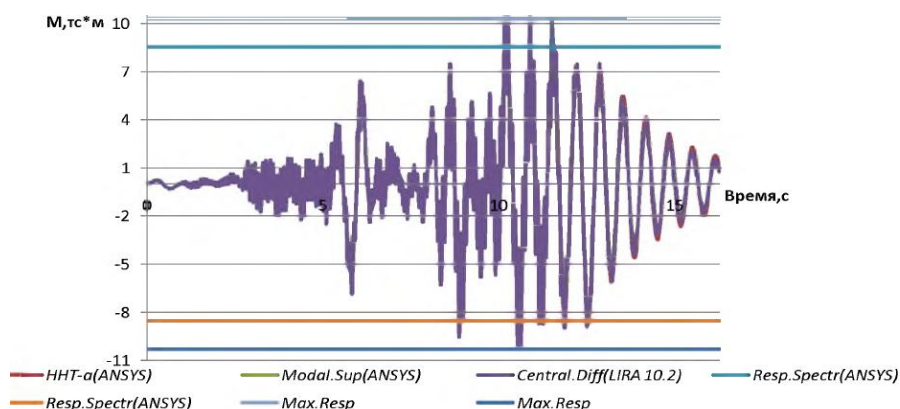
**Методология исследования** основана на трудах отечественных и зарубежных ученых [1-3] в области теории сейсмостойкости, динамики зданий и сооружений. Используются апробированные методы динамической теории сейсмостойкости для оценки инерционных сейсмических нагрузок, численные методы для решения уравнения движения при задании сейсмического воздействия акселерограммами землетрясений. Выполнен сравнительный анализ численных методов решения уравнения движения для систем с одной и множеством степеней свободы при задании сейсмического воздействия акселерограммами землетрясений.

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = \{p_0 f(t)\},$$

где  $[M]$  - матрица масс системы;  $[C]$ -матрица демпфирования;  $[K]$ -матрица жесткости;  $\{\ddot{u}\}$  - вектор узловых ускорений;  $\{\dot{u}\}$  - вектор узловых скоростей;  $\{u\}$  - вектор узловых перемещений;  $\{p_0 f(t)\}$  - вектор приложенной внешней нагрузки.

Поскольку исходное сейсмическое воздействие задавалось акселерограммой землетрясения, уравнение решалось при помощи численных методов путем прямого интегрирования во времени.

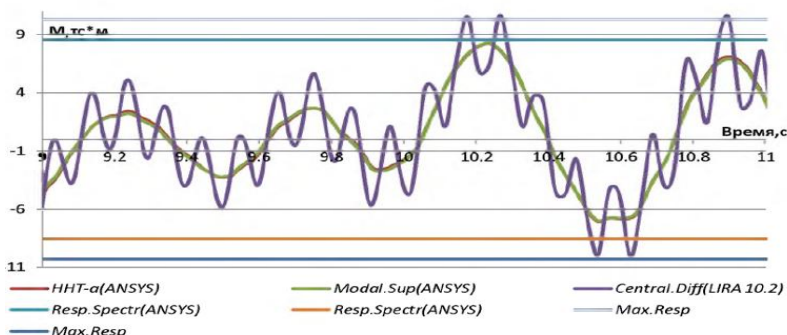
Разработана в рамках линейно - спектральной теории новая методика суммирования откликов конструкции для учета пространственного характера сейсмического воздействия, заданного трехкомпонентной акселерограммой. Помимо расчета во временной области указанными методами, соответствующие расчеты производились в частотной области по линейно-спектральной теории. Расчеты производились в программах САПР Лири 10.2 для систем с одной и множеством степеней свободы. На рисунке 1 показаны результаты расчета на акселерограмму землетрясения для системы с множеством степеней свободы.



**Рис. 1. Сводный график результатов расчета системы с множеством степеней свободы**

При расчетах во временной области компоненты сейсмического воздействия были направлены в соответствии с моделью землетрясения

Отклик системы, полученный при расчете данным методом, превышал максимально возможный отклик системы MaxResp (рис. 2), рассчитанный алгебраическим сложением откликов, соответствующих различным формам колебаний.



**Рис. 2. Наличие форм собственных колебаний при расчете методом центральных разностей по сравнению с методом модальной суперпозиции**

Выполнен сравнительный анализ с результатами, полученными при использовании существующих методов суммирования откликов при многокомпонентном сейсмическом воздействии.

**Результаты:** Метод расчета зданий с простыми конструктивно-планировочными решениями, предложенный в СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*» [4, 5], когда компоненты сейсмического воздействия учитываются отдельно друг от друга, не обеспечивает требуемого уровня сейсмостойкости рассматриваемой конструкции, поскольку дает сильно заниженные результаты расчета при сравнении с результатами, полученными при решении во временной области и при использовании существующих методов суммирования по компонентам сейсмического воздействия.

**Заключение:** Предложен метод, который за наименьшее количество расчетов, производимых в частотной области, позволяет получить максимальное и минимальное значение отклика рассматриваемой конструкции с учетом произвольного направления сейсмического воздействия.

### **Список литературы:**

1. Трушникова Л.В. Метод описания пространственных сейсмических колебаний сооружений при поступательном движении основания // Сейсмостойкое строительство, 1980, вып. 8, с. 24-27.
2. Аюнц В.А. Исследование вынужденных пространственных колебаний сооружений, моделируемых многомассовыми системами // Строительная механика и расчет сооружений М.1988. М, с. 59-63
3. Махмудов С.М. Расчетные модели для проектирования конструкций зданий. Ташкент. 2019.
4. СНиП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах»
5. ҚМҚ 2.01.03-19 «Сейсмик ҳудудларда қурилиш».

## **ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНОГО МЕТОДА РАСЧЕТА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН**

**Миралимов М. Х., Ишанходжаев А. А., Усмонов Д.Т, Оспанов Р.С.**

Ташкентский государственный транспортный университет,

e-mail: [mirzakhid\\_miralimov@yahoo.com](mailto:mirzakhid_miralimov@yahoo.com)

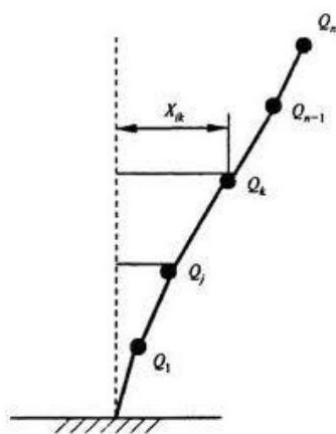
Мостовые сооружения являются наиболее ответственными и сложными элементами автомобильных дорог. На автодорогах Узбекистана эксплуатируется множество различных мостов. Повышение эксплуатационной надежности и долговечности мостовых сооружений – одна из основных задач сохранности и развития дорожной сети. Качественное проектирование и строительство автомобильных дорог, в том числе искусственных сооружений, играет важную роль для развития экономики и обороноспособности в условиях высокой сейсмичности Республики Узбекистан [1].

При этом напряженно-деформированное состояние моста при сейсмическом воздействии следует рассчитывать исходя из амплитудных и спектральных характеристик колебаний грунта, которые в общем случае полагают равными соответствующим характеристикам колебаний среднего по сейсмическим свойствам грунта в районе строительства, при этом совместное действие сейсмических нагрузок с нагрузками от торможения и ударов автомобилей в конструкции ограждения проезжей части при расчете автодорожных мостов не должны рассматриваться.

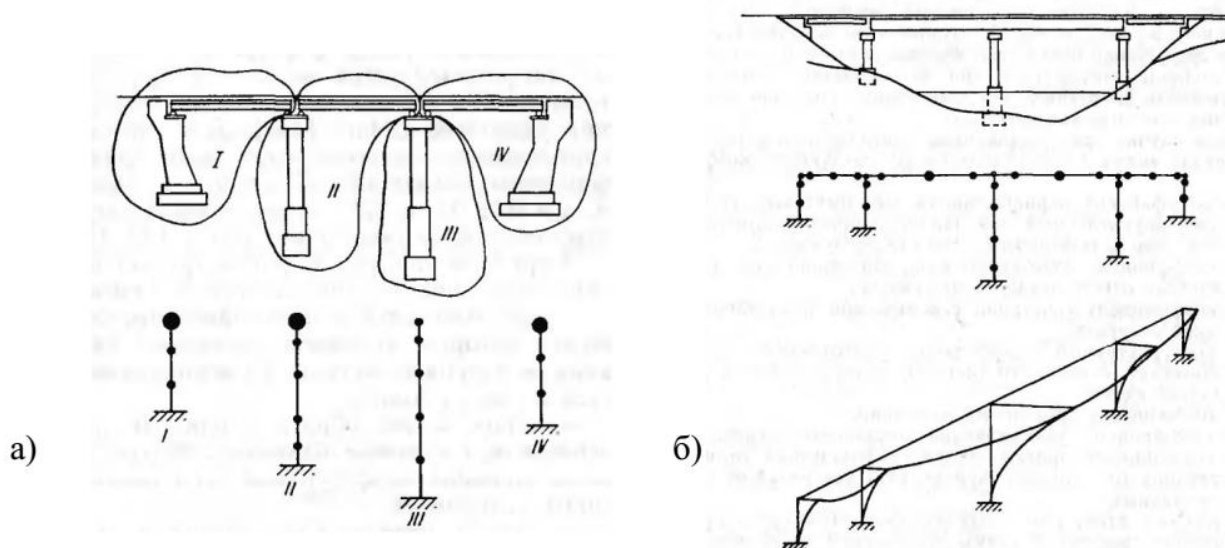
Сейсмические нагрузки, вызванные горизонтальными составляющими колебаний грунта, направленными вдоль и поперек оси моста, рассматриваются отдельно. Силы трения в подвижных опорных частях каткового (валкового), секторного типа, в опорных частях с прокладками из фторопласта, определяют по указаниям ШНК 2.05.03-12 «Мосты и трубы», полагая силы трения действующими в неблагоприятном для рассчитываемой конструкции направлении [2].

Сейсмические нагрузки от масс моста, как правило, определяют с помощью спектрально-модального метода расчета колебаний упругих систем. Используемые при вычислении сил инерции динамические дискретные схемы составляют для моста в целом или для его отдельных частей, являющихся самостоятельными колебательными системами. В обоснованных случаях допускается выполнять расчет по упрощенным схемам, учитывающим симметрию, однородность и другие структурные особенности конкретных сооружений.

Для главных несущих конструкций пролетного строения вертикальные сейсмические нагрузки не имеют решающего значения; повреждения, вызванные явно этой нагрузкой, практически не наблюдались.



**Рис.1. Консольная модель сооружения опоры моста**



**Рис.2. Расчетные схемы мостов при продольных (а) и поперечных (б) колебаниях**

Согласно исследований зарубежных источников [3] и других отечественных нормативных документов силы инерции (сейсмические силы) вертикального направления, вызванные вертикальной компонентой сейсмических колебаний грунта, обычно незначительны по сравнению с усилиями от основных вертикальных нагрузок. Поэтому сейсмические силы вертикального направления редко являются непосредственной причиной повреждений.

Совершенно очевидно, что землетрясение вообще, и воздействие его на конструкцию в частности, представляет собой чисто динамический процесс: сейсмические нагрузки на конструкцию за доли секунды изменяются как по величине, так и по направлению воздействия. Это привело к появлению и быстрому развитию динамических методов, которые в настоящее время приняты почти во всех странах, расположенных в сейсмоактивных районах.

В практике расчетов значительное внимание уделяется построению расчетных схем мостовых сооружений. Учитываются типы опорных частей, многопролетность сооружений, характер направления сейсмических волн, влияние подвижного состава. Так, расчетная схема при продольных колебаниях представлена в виде консольной модели с сосредоточенными массами (рис.1, рис.2, а), при поперечных колебаниях – в виде многопролетной рамы с шарнирным опиранием на опоры (рис. 2, б).

Расчетная сейсмическая нагрузка ( $S_{ik}$ ), приложенная в точке «к» и соответствующая  $i$ -му тону собственных колебаний системы, определяется по формуле:

$$S_{ik} = K_1 A \beta_i \eta_{ik} Q_k, \quad (k=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

или

$$S_{ik} = K_c A \beta_i \eta_{ik} Q_k, \quad K_c = K_1 A \quad (2)$$

где:  $K_1 = 0,25$  - коэффициент, учитывающий влияние на сейсмическую нагрузку допускаемых при землетрясениях трещин и пластических деформаций конструкций моста;

$A$  - амплитудная характеристика ускорения колебаний грунта, выраженная в долях к ускорения силы тяжести 0,1, 0,2 и 0,4, соответственно для баллов 7, 8 и 9;

$\beta_i$  - спектральная характеристика ускорения колебаний грунта (коэффициент динамичности, соответствующий  $i$ -му тону собственных колебаний моста) принимаемый по формуле (3), не более 2,7 и не менее 0,8 [2];

$\eta_{ik}$  - коэффициент формы колебаний моста;

$Q_k$  - отнесенный к точке « $k$ » расчетный вес сооружения, определяемый с учетом нагрузок от автомобильного транспорта.

$$\beta_i = 1,1 / T_i \quad (3)$$

где:  $T$  – период собственных колебаний сооружения в зависимости от категорий грунта.

Коэффициент формы колебаний моста ( $\eta_{ik}$ ) следует, как правило, вычислять по формуле:

$$\eta_{ik} = \frac{x_{ik} \sum_{j=1}^n Q_j x_{ij}}{\sum_{j=1}^n Q_j x_{ij}^2}$$

где:  $x_{ik}$  и  $x_{ij}$  – смещения сооружения при собственных колебаниях по  $i$ -ой форме в точках « $k$ » и « $j$ », где в соответствии с расчетной схемой его масса принята сосредоточенной.

Совместные колебания опор и пролетных строений балочных мостов при продольном сейсмическом воздействии носят весьма сложный характер. Это вызвано наличием фрикционных связей (связей трения) в подвижных опорных частях пролетных строений.

Связи между подвижными концами пролетных строений и верхними сечениями опор носят фрикционный характер: до преодоления трения покоя они обеспечивают несмещаемость этих элементов относительно друг друга; после начала подвижки в опорных частях динамическое взаимодействие пролетных строений и опор может быть представлено с помощью сил трения  $F_{Tp}$ , развивающихся при движении.

Таким образом, в общем случае силы трения переменны и зависят от скорости относительного движения. Однако в практических задачах прикладной динамики обычно считают, что силы сухого трения постоянны во времени и направлены противоположно относительной скорости.

#### Список литературы:

1. Красин Н. А. Сейсмостойкость транспортных искусственных сооружений. Инженерная сейсмология. Часть 1. Учебное пособие для магистров строительного профиля. Таш ИИТ, 2005. 80 с.
2. ШНК. 2.01.20-19 «Строительство в сейсмических районах», 2016
3. Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С.Петербург: Изд-во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – с. 176.
4. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects, 2003

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В ЗДАНИЯХ С НАЛИЧИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВ В Г. ТАШКЕНТЕ

Махмудов С.М.<sup>1</sup>, Тулаганов Б.А.<sup>2</sup>, Бойматов Ш.Х.<sup>3</sup>.  
Ташкентский архитектурно-строительный университет  
[saidmaxmudov1947@gmail.com](mailto:saidmaxmudov1947@gmail.com)<sup>1</sup>, [Bakhrom.Tulaganov@gmail.com](mailto:Bakhrom.Tulaganov@gmail.com)<sup>2</sup>,  
[shaxriddinbaymatov1982@gmail.com](mailto:shaxriddinbaymatov1982@gmail.com)<sup>3</sup>;

**Актуальность:** Высокая концентрация транспорта в условиях уплотненной городской застройки приводит к поиску новых способов решения градостроительных задач, одним из которых является освоение подземных пространств. В настоящее время доля подземных сооружений в развитых странах достигает достаточно высокого уровня, она составляет около четверти от общей площади возводимых объектов. Освоение подземных пространств позволяет решить многие градостроительные проблемы, такие как хранение непрерывно возрастающего парка легковых автомобилей, использование подземных пространств для компактного размещения зданий и сооружений различного назначения, размещение транспортных коммуникаций, инженерных сетей и т. п. Учитывая, что значительная часть территории г.Ташкента находится в зоне повышенной сейсмичности, возникает необходимость оценки влияния наличия развитых подземных пространств на общую сейсмостойкость зданий. Тем не менее их влияние на общую сейсмостойкость надземных конструкций может быть весьма существенным.

**Постановка задачи:** Целью данной статьи является оценка высотой сейсмической активностью, оказывающей существенное влияние на поведение здание введение сейсмоизолирующих опор.

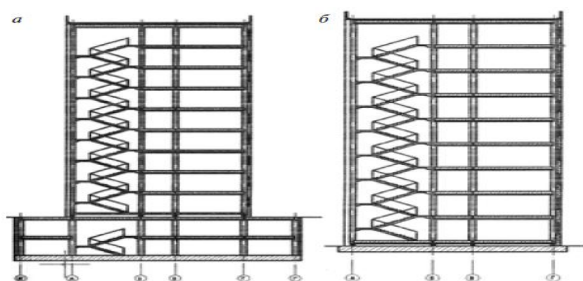
Примером такого влияния может служить падение гражданского здания в результате землетрясения в Шанхае 2009 г. После этого землетрясения на землю упал почти построенный 13-этажный дом (рис. 1).

Здание при падении осталось практически целым. Причинами обрушения явились слабые грунты и наличие подземной парковки.

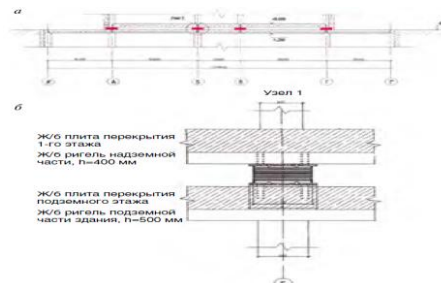


**Рис.1. Обвал многоэтажного дома в результате землетрясения в Шанхае**

Пути повышения сейсмостойкости зданий, как известно, могут быть различными. В современном строительстве все большее распространение получает применение специальных средств сейсмозащиты в виде систем сейсмоизоляции, которые эффективно используются в различных зданиях и сооружениях. В мире построено достаточно большое количество зданий с использованием этих систем защиты, в том числе и в зданиях с наличием подземного пространства. Такие здания построены в Японии, Китае, России, Армении и во многих других странах.



**Рис.2. Конструктивные схемы здания:**  
**а - здание с подземным гаражом;**  
**б - здание без гаража**



**Рис.3. Разрез здания в месте установки опор: а-фрагмент разреза здания;**  
**б-узел сопряжения опор с конструкциями**

Несмотря на достаточно большое количество конструктивных предложений по реализации систем сейсмоизоляции, применение этих систем в зданиях с наличием развитых подземных пространств с учетом особенностей проявления сейсмических воздействий и характера грунтовых условий требует проведения дальнейших исследований.

**Методы исследования:** Влияния систем сейсмоизоляции в виде скальзящих опор между надземной и подземной частями представляет собой эффективное средство сейсмозащиты.

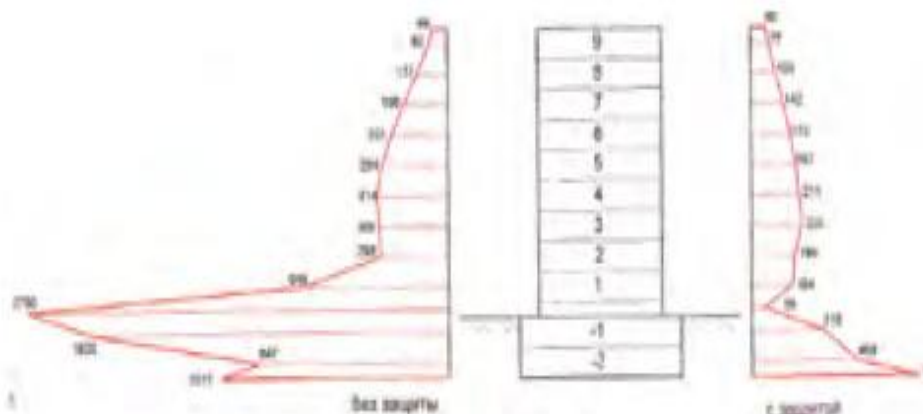
Рассмотрим жилое здание с наличием двухэтажной парковки в сейсмическом районе. Оценка степени влияния наличия подземного пространства на сейсмостойкость здания производилась для сравнения на здании без парковки. Конструктивное решение надземной части представлено монолитным каркасом рамного типа. Колонны железобетонные, прямоугольного сечения 300x300 мм. Шаг колонн в продольном направлении принят 3 м, в поперечном - 3 и 6 м. Плиты перекрытия монолитные. Подземная часть здания выполнена в виде монолитной железобетонной плиты толщиной 800 мм с вертикальными монолитными стенами и колоннами прямоугольного сечения 350x350 мм. Перекрытия представляют собой также монолитные железобетонные плиты (рис. 2).

В проекте в качестве сейсмоизоляции приняты известные сейсмоизолирующие опоры. Это многослойные резинометаллические опоры. Опорные устройства характеризуются низкой горизонтальной жесткостью, высокой вертикальной жесткостью и высокой демпфирующей способностью. В исследовании рассматривались различные упругие характеристики резинометаллических опор. Фрагмент разреза здания в месте установки опор представлен на рис. 3.

Описание грунтовых условий представлено в таблице. Взаимодействие заглубленной конструкции с грунтом осуществлялось с помощью коэффициента постели.

№ п/п	Наименование грунтов	Примерная мощность, м	Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>
1	Насыпной грунт	1-4,5	1870
2	Глина желто-бурая плотная, полутвердая до тугопластической	1,5-3	2100
3	Песок крупный и средней крупности заглинизированный	0-0,5	1825
4	Галечник средних фракций с единичными мелкими валунами и песчано-глинистым заполнителем	2-7	1950
5	Глина аллювиальная, аргиллитовая, слоистая, трещиноватая	0-4	1087
6	Аргиллит серый слоистый, пониженной прочности до малопрочного, участками трещиноватый с прослойками песчаника	8-14	2170

Расчет коэффициента постели был выполнен в программном комплексе отдельно для горизонтальной фундаментной плиты и вертикальных стен гаража. Расчеты выполнялись с использованием спектрального метода и динамического метода с применением записей ускорений грунта при землетрясениях, представленных набором синтезированных акселерограмм. Сила землетрясения изменялась от 7 до 9 баллов. Некоторые результаты расчета представлены на рис.4. Показанный рисунок иллюстрирует эпюры усилий, возникающих в колоннах по одной из осей здания



**Рис.4. Результаты расчета:**  
здание без сейсмозащиты - слева; здание с защитой – справа

**Результаты:** Анализ результаты исследований показывает, что в здании до установки сейсмоизолирующих опор (эпюра слева) наблюдается резкий скачок в месте сопряжения подземной и надземной частей. После установки сейсмоизолирующих опор усилия в этом месте значительно снижаются [2].

**Заключение:** Наличие подземной парковки изменяет напряженно-деформированное состояние объекта, которое при сейсмическом воздействии приводит к увеличению усилий в элементах более чем в два раза; Использование систем сейсмоизоляции в виде податливых опор между надземной и подземной частями представляет собой эффективное средство сейсмозащиты, при этом происходит снижение сейсмической нагрузки в два раза и более; Эффективность сейсмозащиты может быть достигнута при различных видах опорных элементов; Грунтовые условия несущественно влияют на эффективность работы систем сейсмоизоляции, что подтверждают данные, полученные другими авторами [2].

#### **Список литературы:**

1. Melkumyan M. New Solutions in Seismic Isolation. Yerevan: LUSABATS, 2011.264 p.
2. Рашидов Т.Р.,Кондратьев В.А.,Фахриддинов У. Исследования,практика и перспективы развития систем активной сейсмозащиты зданий и сооружений в условиях Узбекистана.Журн.Механика муаммолари №2,3.Изд. «Фан»АН Республики Узбекистан.Ташкент.2008г.
3. Махмудов С.М.Расчетные модели для проектирования конструкций здания.Монография.Ташкент.2019г.
4. Смирнов В.И. Современные методы сейсмозащиты сооружений // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2013. № 4. С. 41-54.
5. СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах»
6. ҚМҚ 2.01.03-2019 «Сеймик хуудларда қурилиш»



## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДВУХПРОЛЕТНЫХ МОСТОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ НАГРУЗКИ

Бекмирзаев Д.А., Бердibaев М.Ж., Ботабаев Н.И.

Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т.Уразбаева АН РУз, Ташкент  
e-mail: [mars.berdibaev@mail.ru](mailto:mars.berdibaev@mail.ru)

**Введение.** В настоящее время изучение и анализ напряженно-деформированного состояния мостовых сооружений под действием подвижной нагрузки приобретает еще более важное значение. Увеличение грузоподъемности транспортных средств приводит к возникновению новых качественных и количественных особенностей и эффектов динамического воздействия, которые ранее не проявлялись или были незначительными. Для изучения особенностей динамического воздействия подвижной нагрузки на мостовые сооружения в современных условиях существующих подходов становится недостаточно, а методы динамического расчета требуют совершенствования и развития. Все это подтверждает важность и актуальность решения проблемы исследования изменения динамических реакций транспортных сооружений на подвижную нагрузку.

**Методы.** Рассмотрим двухпролетный железобетонный автодорожный мост (рис. 1). Рассмотрим напряженно-деформированное состояние пролетного строения под воздействием подвижной нагрузки, движущейся с постоянной скоростью (рис. 2).



Рис. 1. Общий вид двухпролетного железобетонного моста

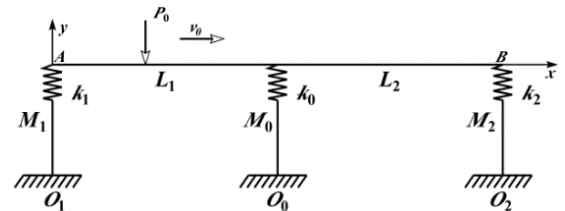


Рис. 2. Схема расчета сосредоточенной подвижной нагрузки по мосту

Рассмотрим случай, когда на пролетное строение действует подвижная нагрузка в виде дельта функции Дирака  $P_0\delta(v_0t-x)$  ( $v_0$  – скорость движения подвижной нагрузки,  $P_0$  – сосредоточенная подвижная нагрузка). Установим начало координат в точке  $O_1$  и направим ось  $x$  вдоль нейтральной оси балки, а ось  $y$  перпендикулярно к ней (рис. 2). Прогибы пролетного строения  $W_i(x,t)$  ( $i=1,2$ ) удовлетворяют уравнениям

$$m_1 \frac{\partial^2 W_1}{\partial t^2} + EJ \frac{\partial^4 W_1}{\partial x^4} = P_0 \delta(v_0 t - x) \text{ при } 0 < x < L, \quad (1)$$

$$m_2 \frac{\partial^2 W_2}{\partial t^2} + EJ \frac{\partial^4 W_2}{\partial x^4} = P_0 \delta(v_0 t - x) \text{ при } L < x < 2L, \quad (2)$$

и нулевым начальным и граничным условиям

$$\frac{\partial W_1}{\partial x} = 0, \quad W_1 = W_2 = W_0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial W_1}{\partial x} = 0, \quad M_1 \frac{\partial^2 W_1}{\partial t^2} = EJ \frac{\partial^3 W_1}{\partial x^3} - k_1 W_1 \text{ при } x=0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial x} = 0, \quad M_0 \frac{\partial^2 W_0}{\partial t^2} = -EJ \frac{\partial^3 W_1}{\partial x^3} + EJ \frac{\partial^3 W_2}{\partial x^3} - k_0 W_0 \text{ при } x=L, \quad (5)$$

$$\frac{\partial W_2}{\partial x} = 0, \quad M_2 \frac{\partial^2 W_2}{\partial t^2} = EJ \frac{\partial^3 W_2}{\partial x^3} - k_2 W_2 \text{ при } x=2L, \quad (6)$$

где,  $m_1$  и  $m_2$  – погонные массы пролетных строений,  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_0$  – массы соответственно левой, средней и правой опор,  $k_1$ ,  $k_2$ , и  $k_0$  – коэффициенты жесткости левой, правой и средней опорных частей,  $E$  – модуль Юнга,  $J_z$  – момент инерции сечения,  $L$  – длина пролетного строения.

Рассмотрены случаи граничных условий (4) – (6), когда опоры мостов закреплены с пролетными строениями через опорные части по закону Винклера.

Устанавливая начало координат на среднюю опору, уравнение (2) принимает следующий вид для интервала времени  $0 < t < L/v_0$ :

$$m_2 \frac{\partial^2 W_2}{\partial t^2} + EJ \frac{\partial^4 W_2}{\partial x^4} = 0. \quad (7)$$

Принимая во внимание граничное условие (3), функцию  $W_2(x,t)$  представим в виде

$$W_2 = W_{01} a_0(x) + \bar{W}_2(x,t),$$

где

$$a_0 = (-2\xi^5 + 5\xi^4 - 5\xi^2 + 2)/2, \quad (\xi = x/L).$$

Функция  $\bar{W}_2(x,t)$  удовлетворяет следующим граничным условиям.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{W}_2}{\partial x} = 0, \quad m_0 \frac{\partial^2 \bar{W}_2}{\partial t^2} = EJ \frac{\partial^3 \bar{W}_2}{\partial x} - k_0 \bar{W}_2 = 0, \quad \text{при } x=0, \\ \frac{\partial \bar{W}_2}{\partial x} = 0, \quad m_2 \frac{\partial^2 \bar{W}_2}{\partial t^2} = EJ \frac{\partial^3 \bar{W}_2}{\partial x} - k_2 \bar{W}_2 = 0, \quad \text{при } x=L. \end{aligned} \quad (8)$$

Уравнение (7) принимает вид:

$$m_2 \frac{\partial^2 \bar{W}_2}{\partial t^2} + EJ \frac{\partial^4 \bar{W}_2}{\partial x^4} = -m_2 a_0(x) \ddot{W}_{01} - EJ a_0^{IV}(x) W_{01}(t) \quad (9)$$

Представим решение уравнения (9,) удовлетворяющее условию (8), в виде ряда Фурье.

$$\bar{W}_2 = \sum_{i=1}^{\infty} \varphi_i(x) T_{2i}(t). \quad (10)$$

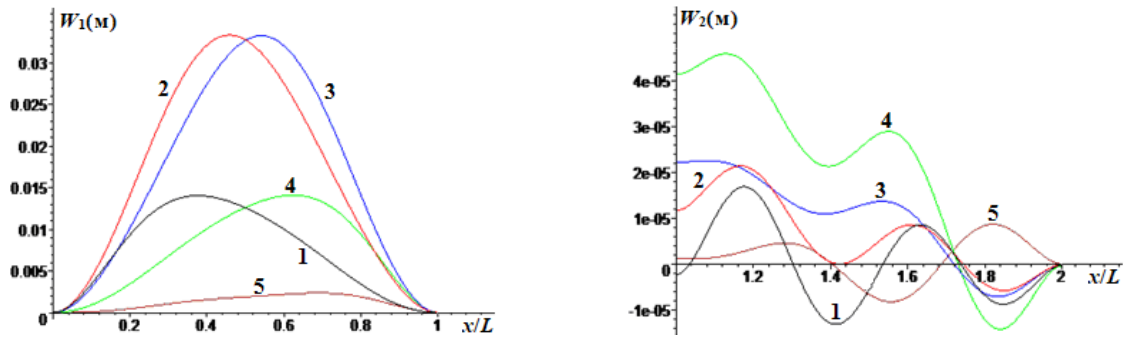
**Результаты и обсуждение.** На рис. 3 представлены графики распределений прогибов  $W(\zeta, \tau)$  (а) и напряжений  $\sigma(\zeta, \tau)$  (б) по длине  $\zeta=x/L$  пролетного строения при различных значениях безразмерного времени  $\tau=v_0 t/L$ . В расчетах принято:  $E=3.45 \cdot 10^4$  МПа,  $J=0.023$  м<sup>4</sup>,  $L=24$  м,  $v_0=30$  км/ч,  $P_0=400$  кН,  $m=1517$  кг,  $M_1=M_2=M_0=5000$  кг.

При значении коэффициента жесткости опорных частей  $k=10^{10}$  Н/м наблюдалось, что при воздействии сосредоточенной подвижной нагрузки на середину первого пролётного строения прогиб достигает значения, равного  $W_2=3$  см (рис. 3 а), а напряжение  $\sigma_2=2$  МПа (рис. 3 б).

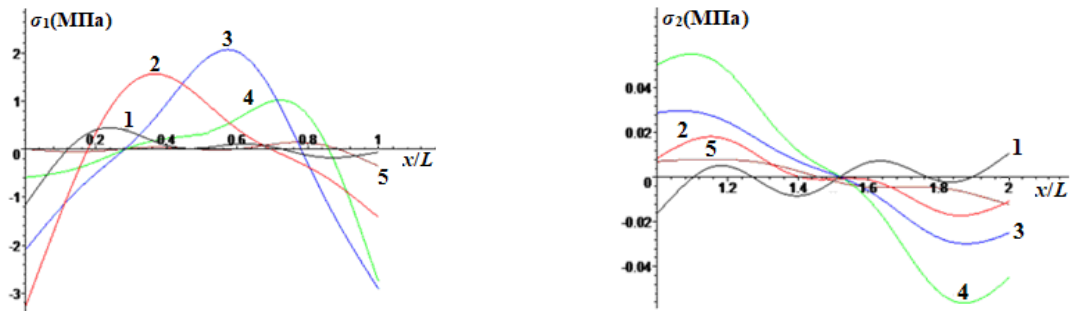
При значении коэффициента жесткости средней опорной части  $k_0=5 \cdot 10^{10}$  Н/м наблюдалось, что при воздействии сосредоточенной подвижной нагрузки на середину первого пролётного строения прогиб достигает значения, равного  $W_2=3 \cdot 10^{-3}$  см (рис. 4а), а напряжение  $\sigma_2=0,02$  МПа (рис. 4б).

$k=10^{10}$  Н/м

a)



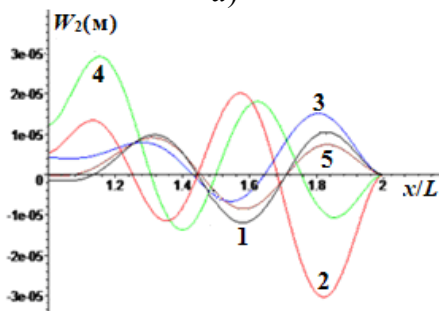
б)



**Рис. 3.** Распределения прогибов  $W_1(\xi, \tau)$  и  $W_2(\xi, \tau)$  (a) и напряжений  $\sigma_1(\xi, \tau)$  и  $\sigma_2(\xi, \tau)$  (б) пролетного строения по длине для  $k_0=10^{10}$  (Н/м) при различных значениях безразмерного времени  $\tau$ : 1)  $\tau=0,2$ ; 2)  $\tau=0,3$ ; 3)  $\tau=0,6$ ; 4)  $\tau=0,8$ ; 5)  $\tau=0,98$ .

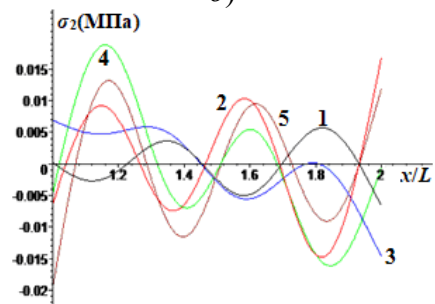
$k_0=5 \cdot 10^{10}$  Н/м

a)



$k_0=5 \cdot 10^{10}$  Н/м

б)



**Рис. 4.** Распределения прогибов  $W_2(\xi, \tau)$  и напряжений  $\sigma_2(\xi, \tau)$  пролетного строения по длине для  $k_0=5 \cdot 10^{10}$  (Н/м) при различных значениях безразмерного времени  $\tau$ : 1)  $\tau=0,2$ ; 2)  $\tau=0,3$ ; 3)  $\tau=0,6$ ; 4)  $\tau=0,8$ ; 5)  $\tau=0,98$ .

**Заключение.** Методом Фурье получено аналитическое решение задачи и численно проанализирована динамика конструкции при воздействии подвижной нагрузки с учетом взаимодействия опорной части моста с пролетом строением. Действие подвижных грузов на пролетное строение приводит к возникновению максимальных продольных усилий в начальных, средних и концевых сечениях каждого пролетного строения в момент прохождения нагрузки через эти сечения. Рост коэффициента жесткости опорной части по-разному влияет на характер распределения напряжения по длине пролетного строения. При этом рост значения этого коэффициента приводит к уменьшению напряжений и прогибов в сечениях пролетного строения. Это обстоятельство указывает на необходимость учета

характера взаимодействия опорной части с опорами при проведении расчетов пролетного строения на действие подвижных нагрузок.

#### **Список литературы:**

1. Мардонов Б.М., Бекмирзаев Д.А., Нишонов Н.А., Бердибаев М.Ж., Ботабаев Н.И. Колебания балки железобетонных мостов, взаимодействующих с грунтовыми опорами при действии подвижных сверхнормативных грузов // Узбекский журнал «Проблемы механики». Ташкент, 2023. № 2. С– 56-63.
2. Гриднев С.Ю. Развитие теории динамического расчета автодорожных мостов на подвижную нагрузку. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Воронеж - 2013. – С. 370.
3. Сергеев А.А. Методика экспериментальной оценки динамических воздействий подвижной нагрузки на пролетные строения автодорожных мостов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва - 2007. – С. 197.
4. Айдаралиев А.Е. Регулирование усилий в балках при динамических воздействиях с изменением геометрической схемы расчета сооружений (на примере балочного моста). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Бишкек - 2011. – С. 134.
5. Соломенцев М.Е. Методика динамической диагностики типовых балочных железобетонных пролетных строений автодорожных мостов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва - 2011. – С. 143.

### **МЕЪМОРИЙ ОБИДАЛАРДА ҚЎЛЛАНИЛГАН ҚУРИЛИШ АШЁЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ФИЗИК-МЕХАНИК КЎРСАТКИЧЛАРИ**

**Ахунджанов Д.Г., Холиқов М.Б., Собиров З.Ж.**

**ЎзР ФА М.Т. Ўрозбоев номидаги Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги  
институти? e-mail: [dilmurod.88@mail.ru](mailto:dilmurod.88@mail.ru)**

Мамлакатимиз маданий меърос объектларига бой бўлиб, улар ўзларида ўтмиш маданиятимиз, кадрияларимизни акс эттирган бўлиб, бугунги кунда миллий ва маънавий кадрияларимизни тиклаш, ўрганиш ва тарғиб этиш, маданий ёдгорликлар, муқаддас кадамжоларни асраб-авайлаш, уларни асл қиёфасига мос тарзда белгиланган меъморий талаблар асосида қайта тиклаш ва таъмирлаш долзарб муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Ушбу ишларда меъморий обидаларнинг техник ҳолатини ўрганиш ҳамда сейсмик мустаҳкамлигини баҳолашда уларда қўлланилган қурилиш ашёларини тадқиқ қилиш муҳим муандислик масалаларидан бири ҳисобланади.

Материалшунос олима Н.С. Гражданкина меъморий обидаларнинг ҳар хил турдаги ва даврдаги лойдан ясалган кулолчилик қурилиш материалларини таҳлил қилган ҳамда уларнинг физик, кимёвий ва механик кўрсаткичларини тадқиқ қилган [1]. Тадқиқотлар натижасида тарихий обидаларда ишлатилган асосий қурилиш ашёси ҳисобланган керамик ғиштлар эрамиздан аввалги I - II асрларга бориб тақалиши аниқланган.

Пишириб тайёрланган қурилиш ашёлари фақат намлик таъсирида емирилиш эҳтимоли бўлган жойларда қўлланилган. Ҳаммаси иншоотнинг аҳамияти ва муҳимлигидан келиб чиққан ҳолда заруратга қарб ишлатилган. IX-X асрлардан бошлаб иншоотлар юк кўтарувчи деворларига пишган ғишт қўлланила бошлаган. Бирок, керамика маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳар доим жуда кўп меҳнат талаб қилган. Лой массасининг таркибини талаб даражасига олиб келиш учун катта тажрибани талаб қилиб, қўлда қолиплаш юқори маҳорат

талаб қилган ҳамда ушбу технология сир ҳисобланган ҳамда авлоддан-авлодга ўтиб келган. Ғиштларни пиширишда очик хумдонларда ишлаш жуда қийин ҳисобланган (1-расм).



1-расм. Усталарнинг қурилиш ашёларини тайёрлаш жараёни

Ҳозирги пайтда ҳам қулолчилик соҳасида технологиялар чиққан бўлса ҳам сифатли керамик материалларни олиш учун кўп меҳнат сарф этилади. Тахминларга кўра, объект қурилишидан олдин хунармандлар доимо ғишт тайёрлаш учун қарер ташкил қилганлар ва бу жойда ишлар осон бўлиши учун печлар - хумдонлар махсус қурилган. Шаклга киритиладиган массани тайёрлаш технологияси ҳозирги кунгача сақланиб қолган. Лёсс грунт қатламда тупроқ қопламини яхшилаб олиб ташлагач, чуқур қазилган, унда кетмонлар билан юмшатиш грунтга сув қуйилган ва яхшилаб аралаштирилиб пишитилган. Тупроқдаги тузларни ювиш учун вақти - вақти билан сув дренажлар орқали чиқариб қайта қуйилган ҳолда янгилаб турилган. Қиш вақтида лойли аралашма бўшашиши учун бир жойга тўплаб музлатиш учун ташлаб қўйилган.

Ўтмишда усталар лойни узоқ муддат ишлов бериш (музлатиш, тузларни ювиш, пишитиш) келажакда узоқ муддат сифатли хизмат қилишига асос бўлади деб ҳисоблашган. Ҳозирда технологиялар ривожланган шароитда ҳам ўтмишда ота боболаримиз қурилишда қўллаган технологиялар нақадар тўғри эканлигини исботларди. Мисол учун грунт таркибини яхшилаб майдалаш лой аралашмасининг пластиклигини оширган, узоқ муддат хизмат қилиш учун унинг зичлигининг ошишига асос бўлади. Тупроқ таркибидан тузларни чиқариб ташлаб, пишириб тайёрланган керамик ғиштлардан тикланган деворда тузларнинг пайдо бўлишиги йўл қўймайди ҳамда намланишини камайтиришга имконият яратади. Лойдан тайёрланган материалларни қаерда тайёрланган бўлса очик жойда табиий шароитда очик қуритилган.

Табиий шароитда қуритилган керамик ғиштларни хумдонларда пишириб тайёрлашган. Пиширишда ҳарорат хумдонининг турли қисмларида турлича бўлиб, доимий бўлмаган. Унинг натижасида ғиштларни пишириш даражаси турлича бўлган. Хумдонда ғиштларни пишириш даражаси тахминан 850-1000 °С ни ташкил этган. Шунинг учун ғиштларнинг баъзи жойларида ғиштлар тўлиқ пишмаган ёки ортиқча пишиб қолган. Хумдонда ғиштларни пишириш ҳарорати бир хил бўлишини таъминлаш мураккаб бўлганлиги сабабли ғиштларнинг ранги ҳам турлича бўлган.

IX-X асрларда қурилган архитектура ёдгорликлар деворлари, поллар ва ховли қисмлар қуришда қўлланилган керамик ғиштлар квадрат шаклда (мусулмон ғишт) бўлиб, 0,23x0,23x0,03 м; 0,12x0,12x0,03 м ва 0,63x0,63x0,065 м ни ташкил этган (2-расм). X-XI асрларда бунёд этилган меъморий ёдгорликларда эса ғишт ўлчами 0,21x0,21x0,025 м ни

хамда XII-XVI асрларда бунёд этилган меъморий ёдгорликларда эса ғишт ўлчами 0,24x0,28 бўлиб, қалинлиги 0,045; 0,05 ва 0,07 м ни ташкил этган [2].



2-расм. Обидаларда қўлланилган пишиқ ғиштлар

Девордаги керамик ғиштларининг сув шимувчанлиги материалнинг ғоваклилигига қараб 18 дан 30% гачани ташкил қилади. Ғиштларнинг сиқилишдаги чегаравий мустаҳкамлиги 50-300 кгс/см<sup>2</sup> (5-30 МПа) ни ташкил этиб, совуққа чидамлилиги 50 циклдан юқорини ташкил этади. Қоришманинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги бўйича маркази 2,0 ÷ 6,0 МПа ни ташкил этган. Ғишт билан қоришманинг илашишдаги мустаҳкамлиги 0,05 ÷ 0,15 МПа ни ташкил этган [3].

Тадқиқотлардан керамик ғиштнинг механик кўрсаткичларидан ташқари уларнинг физик ва кимёвий кўрсаткичлари ҳам тадқиқ қилинган.

Бунга кўра ғиштларнинг ўртача зичлиги, ғоваклиги, сув шимувчанлиги, сиқилишдаги чегаравий мустаҳкамлиги ва товуш ўтишининг тезлиги ва бошқалар ўрганилган.

Бутун комплекснинг асосий қурилиш ашёси бу пишиқ ғишт бўлиб, улар ганч қоришмаси ёрдамида терилган. Ганч қоришмаси мустаҳкам ва ёриқбардош бўлиши учун соф ганчга ғишт ва тош кукуни қўшилган. Қоришма ўз мустаҳкамлигини бир йилда олган. Қоришма 130-150 °С да пишириб олинган. Майда ганч кукуни йирик ганчга нисбатан тез қотган, шунинг учун усталар майда ганчни кам ишлатишган. Базида унга кул ва кўмир талқони қўшилган. Масжид девори ҳар баландлиги бўйлаб 12 қатор ғиштга камаяди. Девор қалинлиги иморатнинг ҳар хил қисмларида ҳар хил. Асосий бинода минимал деаор қалинлиги 3,8 м, ўртача қалинлиги 4,5-5 м ни ташкил қилади. Кичик масжидларда 1,8 м дан 2,3 м оралиқда ўзгаради. Ғиштлар орасидаги қоришма ганч қоришмасидан ташкил топган бўлиб, унга кум ва майдаланган ғишт кукуни қўшилган [4-6].

Меъморий ёдгорликларида девордаги қоришма бутун девор ҳажмининг 30 фоизини ташкил қилган. Меъморий обидаларда икки ғишт орасидаги чок 0,012 дан 0,02 м гача ўзгариб, иншоот тепа қисмига қараб ушбу қиймат камайиб борган. Бу ўзгариш ҳам зилзилага қарши асосий чораларидан бири деб билишган.

### **Хулоса**

Маълумки тарихий обидаларнинг аксарият қисми республикамизнинг сейсмик фаол худудларида жойлашганлиги сабабли, уларнинг техник ҳолатини тадқиқ қилиш ҳамда сейсмик мустаҳкамлини ўрганиш долзарб масалалардан ҳисобланади.

Адабиётлар таҳлилига кўра обидалар конструкциялари кўп йиллик техноген таъсирлар ва зилзилалар натижасида техник ҳолати салбий ҳолатга келиб қолган.

Ҳозирги кунда конструкциялар материалларининг хоссаларини тадқиқ қилишда замонавий асбоб-ускуналар ишлаб чиқилган бўлиб, бу муҳандис ва олимларнинг тадқиқот жараёнида ишини ва тадқиқот сифатини сезиларли даражада оширишга имкон беради.

Архив материалларига кўра тарихий обидалар конструкцияларини кучайтириш масалалари етарли даражада ўрганилмаган. Асосан конструкцияларни реставрация қилиш бўйича тадқиқотлар амалга оширилган. Шундай экан тош-ғишт конструкцияларни кучайтириш бўйича тадқиқотларни ўтказиш ечимини кутаётган долзарб масалалардан ҳисобланади.

Ғиштли девор конструкцияларини кучайтиришда материаллар физик-механик хусусияларини тўлиқ тадқиқ этиш ҳамда ҳисобларга киритган ҳолда самарасини тадқиқ этиш талаб этилади.

Ҳозирги кунда юзага келаётган шикастланишларнинг аксарияти техноген таъсирлар натижасида юзага келаётгани, атмосферадаги зарарли кимёвий унсурлар ва ер ости сизот сувлари сатҳининг кўтарилиши билан баҳолаш мумкин. Ғиштли конструкцияларни кучайтиришда ушбу асосий факторларни инобатга олиш муаммони ечишда катта аҳамият касб этади.

### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

1. Гражданкина Н.С. Архитектурно-строительные материалы. Средней Азии. Ташкент: Узбекистан. 1989.- 208 с.
2. Гражданкина Н.С., Рахимов М.К., Плётнёв И.Е. Архитектурная керамика Узбекистана. (очерк исторического развития и опыт реставрации). Ташкент: Фан. – 1968.
3. Гинсбург В.П. Керамика в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1983. -200 с.
4. Ратия Ш.Е. Мечеть Биби -Ханым. Государственное изд-во «Архитектуры и градостроительства». - Москва, 1950.
5. <https://vesti.uz/wp-content/uploads/2020/11/D5XoqCAWwAMStXW.jpg>
6. <https://frankfurt.apollo.olxcdn.com/v1/files/7tj2rr9v6w0l-UZ/image;s=1000x700>

## **ZAMONAVIY QURILISHDA KO‘P QAVATLI BINOLAR VA ULARNING KONSTRUKTIV TIZIMLARI**

**S.F. Bozorqulov<sup>2</sup>, S.U. Toshpulatov<sup>1</sup>, Z.J. Sobirov<sup>1</sup>, M.B.Xolikov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – O‘zR FA M.T. O‘rozboev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti

<sup>2</sup> – Toshkent arxitektura-qurilish universiteti

**Аннотация:** Ushbu maqola yuqorida qayd etilgan ko‘p qavatli binolarni rivojlanishini sabablari hamda ularning konstruktiv tizimlari to‘g‘risida hamda ularning tahlili to‘g‘risida bo‘lajak muhandislar uchun kerakli ma‘lumotlar berishga bag‘ishlangan.

**Калит со‘злар:** Ko‘p qavatli binolar, karkas, diafragma, yadro, ustivorlik, ramali tizimlar.

**Кирish.** Qadimgi zamonlardan boshlab Bobil minorasi, Misr ehromlari va Meksikadagi inka ibodatxonalaridan tortib inson har doim barchani tashqi ko‘rinishi bilan o‘ziga jalb qiladigan, hamda balandligi jihatidan dunyoda unikal binolarni qurishga intilgan. Ushbu turdagi bino va inshootlar insoniyat sivilizatsiyasining boshidanoq barchani o‘ziga maftun etib kelmoqda. Fikrimizning isboti sifatida miloddan avvalgi 26-asrda qurilgan dunyoning yetti mo‘jizasidan biri bo‘lgan Misr ehromlari ham ma‘lum davrdagacha baland inshootlar sirasiga kirgan. Bunday inshootlar mudofaa uchun va aholining o‘z sivilizatsiyasi bilan faxrlanishini ko‘rsatish uchun qurilgan bo‘lsa, o‘n to‘qqizinchi asr oxirlariga kelib barpo etilayotgan zamonaviy ko‘p qavatli binolarni o‘sishi asosan tijorat va turar-joy maqsadlariga mo‘ljallangan [1]. XX asrga kelib ilmfanda erishilgan yutuqlar, jumladan, elektr energiyasining paydo bo‘lishi, qurilish po‘latining sifat jihatidan takomillashuvi, temir-beton konstruksiyalar va lift texnologiyalarining rivojlanishi tufayli osmono‘par binolar yanada balandroq qurila boshlandi va bu o‘z navbatida qurilish texnologiyalarini rivojlanishiga ham olib keldi. Biroq, baland binolar A.K. Ryabuxin va

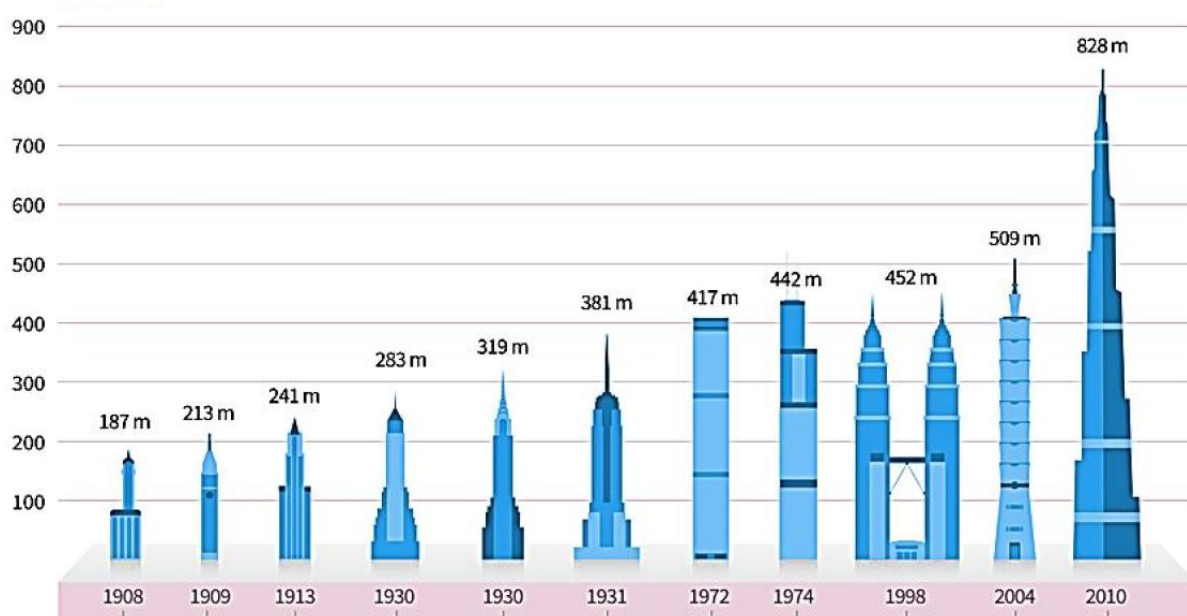
D.V. Leyerlar o'zining "Железобетонные конструкции высотных зданий" nomli o'quv qo'llanmasida ta'kidlab o'tilganidek, faqat odamlar va yuklarni yuqori qavatlariga olib chiqadigan ishonchli va xavfsiz liftlar paydo bo'lgachgina amaliy ahamiyat kasb eta boshladi. Dastlabki osmono'par binolar jadal rivojlanayotgan shaharlarda yashovchi aholining yuqori sifatli ofis va turar-joy binolariga bo'lgan ehtiyojini qondirgan. Ushbu davrda qurilgan Gonkongdagi Xitoy banki binosi, Malayziyaning Kuala-Lumpur shahridagi Petronas minoralari va albatta, 2017 yil holatiga ko'ra dunyodagi eng baland bino – Birlashgan Arab Amirliklaridagi Burj-Xalifa kabi binolar shular jumlasidandir [2].

**Asosiy qism.** Har qanday turdagi baland binoni loyihalash ularning asosiy vazifasini hal qilishdan — ya'ni ma'lum funksional va texnologik talablarga asoslangan holda konstruktiv tizimni tanlashdan boshlanadi. Konstruktiv tizimning tanlanishi binoning fazoviy tuzilmasida har bir yuk ko'taruvchi konstruktiv elementning rolini oldindan belgilab beradi [1]. Shu sababli ham, muhandis-konstruktorlar oldida eng avvalo loyihalashning barcha shartlarini qanoatlantiruvchi eng yaxshi konstruktiv yechimni tanlash masalasi yotadi. Balandlik binoning funksional vazifasidan qat'iy nazar uning shakli va hajmiy-rejaviy yechimini tanlashga ta'sir qiladi va baland binolar asosan minora tipida loyihalanaadi, rejaning markaziy shakli ixcham bo'ladi. Quyida 1900-2010 yillar davomida konstruktiv tizimlarning takomillashuvi orqali baland binolar balandligining ortib borishi 1-rasmda keltirilgan [2]. Ko'p qavatli binolarni loyihalashda konstruktiv tizimning to'g'ri tanlanishi binoning barqarorligi, mustahkamligi va iqtisodiy samaradorligini ta'minlash uchun muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy baland binolar qurilishida to'rtta asosiy konstruktiv tizim keng qo'llanilib kelinmoqda (2-rasm): ramali tizim, rama-bikr diafragmali tizim, quvursimon (yadro) tizim va quti (qobiq) tizimi. Har bir tizimning o'ziga xos afzalliklari, kamchiliklari va qo'llanish sohalari mavjud [2].

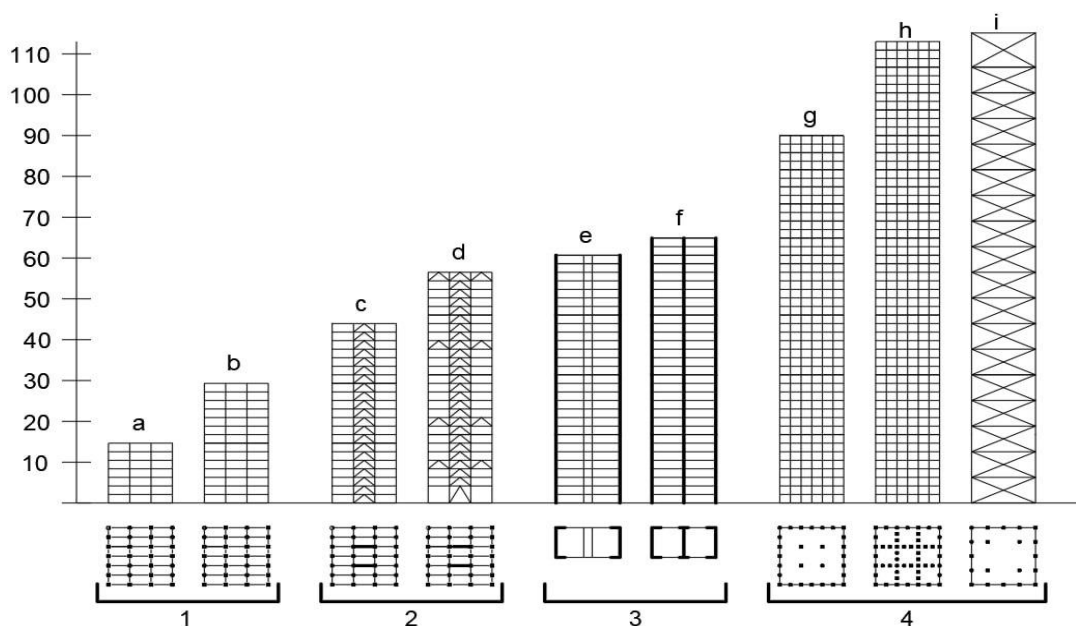
**Ramali konstruktiv tizim** eng an'anaviy va keng tarqalgan tizimlardan biri hisoblanadi [3]. Bu tizimda asosiy yuk ko'taruvchi elementlar sifatida ustunlar va rigellar xizmat qiladi. Sistemada gorizont va vertikal yuklar ustunlar va rigellar orasidagi bikr bog'lanishlar orqali taqsimlanadi [4]. Tizimning afzalliklariga devorlar yuk ko'taruvchi vazifasini bajarmaganligi sababli [1] ichki maydonlarni erkin rejalashtirish imkonini borligi, binoning ekspluatatsiya qilish jarayonida ichki qismini xajmiy-tarxiy rejalashtirish o'zgartirilishi mumkinligi [5], standart (unifikatsiyalangan) elementlardan foydalanish qurilish jarayonini soddalashtirishi [3] hamda past qavatli binolar uchun eng tejamkor yechimlardan biri sifatida hisoblanishi [5] kabilarni keltirishimiz mumkin. O'z navbatida ushbu tizim ma'lum balandlikdan so'ng strukturaviy jihatdan samarasizligi [3], gorizont yuklarga qarshi chidamliligini cheklanganligi [4], seysmik hududlarda qo'shimcha kuchaytirish usullari (bog'lovchilar)ni talab qilishi [2] kabi kamchiliklari mavjud.

**Rama-bikr diafragmali tizim** ramali tizim va bikr devorlarning kombinatsiyasi hisoblanadi [6]. Bu tizimda ramaning egiluvchanligi bilan devorlarning yuqori fazoviy bikrligi bir tizimda birlashtiriladi. Tizim gorizont yuklar ta'sirida ikki komponent o'rtasida kuch taqsimotini amalga oshiradi [7]. Devorlar va ramalarning birgalikda ishlashi yuqori fazoviy barqarorlik





1-rasm. Baland binolar karkasining konstruktiv qurilishi



2-rasm. Baland qavatli binolar karkasining konstruktiv tizimlari:  
 1- ramali tizim, 2 - rama-bikr diafragmali tizim, 3 - quvursimon (yadro) tizim,  
 4 - quti (qobiq) tizimi.

ta'minlashi [6], seysmik hududlar uchun yaxshi xususiyatlarga ega ekanligi [8], har ikkala tizimning afzalliklarini o'zida aks ettirishi [5] va zilzila paytida energiyani samarali yutish qobiliyatiga ega ekanligi [6] uning afzalligi hisoblanadi. Kamchiliklari esa bikr devorlar ichki makonni rejalashtirish imkoniyatlarini cheklayganligi [8], ikki tizimning birgalikda ishini ta'minlash murakkab hisob-kitoblarni keltirib chiqarishi [6], o'rta qavatli binolar uchun xarajatlarni ortishi hisoblanadi [5].

**Quvursimon konstruktiv tizim**da binoning markazida joylashgan yadro asosiy fazoviy yukni qabul qiladi [3]. Yadro odatda liftlar, zinapoyalar va muhandislik kommunikatsiyalarini o'z ichiga oladi. Tashqi ustunlar asosan vertikal yukni ko'taradi [9]. Ushbu tizim baland binolar uchun eng samarali tizimlardan biri ekanligi [4], binoning buralishga qarshi yuqori chidamlilik [8], markaziy yadro texnik kommunikatsiyalarni birlashtirishi [9], tashqi fasadni loyihalashda keng me'moriy erkinlik berishi [4] bilan ajralib turadi. Asosiy kamchiligi sifatida yadroning

shikastlanishi butun binoning barqarorligini xavf ostiga qo'yishi [10], yadro va tashqi ustunlar orasidagi bog'lanishlarni loyihalash murakkabligi [9], muhandis quruvchilardan qurilish montaj ishlarini yuqori sifatli qilib bajarish talab qilinishi [11] kabilarni keltirishimiz mumkin.

**Quti tizimida** tashqi yuk ko'taruvchi qobiq binoning asosiy strukturaviy elementini tashkil etadi [3]. Bu tizim binoning tashqi perimetrida zich joylashtirilgan ustunlar va rigellardan iborat [4]. Ushbu tizimda eng yuqori fazoviy bikrlilik ta'minlanishi [3], materialning samarali taqsimoti [4], juda baland binolar uchun mosligi [3], butun perimetr yuk taqsimotida ishtirok etishi [12] kabilar uning afzalligini, zich ustunlar fasad dizaynini cheklashi [3], oynalar o'lchami konstruktiv talablar bilan cheklanganligi [4], muhandis quruvchilardan qurilish montaj ishlarini yuqori sifatli qilib bajarish talab qilinishi [12], strukturaviy elementlarga kirish cheklanganligi [3] esa uning kamchiligi hisoblanadi.

Konstruktiv tizimlarning balandlik jihatidan samaradorligini qiyosiy tahlili

<b>Tizim</b>	<b>Past qavatli (1-10)</b>	<b>O'rta qavatli (10-20)</b>	<b>Yuqori qavatli (20+)</b>
<b>Ramali</b>	Eng samarali	O'rtacha	Samarasiz
<b>Rama-diafragmali</b>	Yaxshi	Eng samarali	Yaxshi
<b>Quvursimon</b>	O'rtacha	Yaxshi	Eng samarali
<b>Quti</b>	Ortiqcha	Yaxshi	Juda samarali

Seysmik faol zonalarda konstruktiv tizimlardan foydalanishda albatta har bir tizimning ham o'ziga xos avzalliklari mavjud [6]. Ramali tizimda qo'shimcha bog'lovchi elementlar zarur, energiya yutish qobiliyati cheklangan, Rama-diafragmali: Eng yaxshi seysmik xususiyatlar, energiyani samarali tarqatish [8], Quvursimon: Yaxshi, lekin yadroning shikastlanish xavfi mavjud [11], Quti: Yuqori bikrlilik, lekin kam energiya yutish [12]. Iqtisodiy jihatdan esa qurilish xarajatlari va material sarfi bo'yicha [5] - 10 qavatgacha - ramali tizim eng tejamkor, 20 qavatgacha - Rama-diafragmali tizim optimal, 20+ qavat bo'lsa quvursimon va quti tizimlari raqobatbardosh hisoblanadi. Ramali tizim past qavatli binolar uchun optimal tanlov hisoblanadi, lekin balandlik ortishi bilan samaradorligi keskin kamayadi [5] [3]. Rama-diafragmali tizim esa o'rta qavatli binolar va seysmik faol hududlar uchun eng muvozanatli yechim [8] [6]. Quvursimon tizim baland binolar uchun samarali, lekin markaziy yadroning ishonchligiga bog'liq [9] [10]. Quti tizimi super baland binolar uchun eng yaxshi tanlov, ammo fasad dizayni cheklavlari mavjud [3] [12].

**Xulosa.** O'zbekiston sharoiti uchun seysmik xavflilik hisobga olingan holda, 10 qavatgacha bo'lsa, ramali tizim + qo'shimcha bog'lovchilar; 10-25 qavat bo'lsa, rama-diafragmali tizim (tavsiya etiladi); 25+ qavat bo'lsa quvursimon yoki kombinatsiyalashgan konstruktiv tizimlardan foydalanish maqsadga muvofiq. Shuningdek, binolarni vazifasiga qarab ham ularning konstruktiv tizimlarini turlicha bo'lishi mumkin. Masalan, turar-joy binolarida rama-diafragmali, ofis binolarida quvursimon va Kompleks binolarni barpo qilishda esa kombinatsion konstruktiv yechimlardan foydalanish mumkin.

Konstruktiv tizimni tanlashda binoning vazifasi, balandligi, seysmik sharoitlar va iqtisodiy imkoniyatlarni kompleks hisobga olish zarur. Ko'p qavatli binolarni loyihalashda konstruktiv sistemalarni to'g'ri tanlash muhim ahamiyatga egadir. Har bir konstruktiv sistemaning o'ziga xos afzalliklarga ega va muqobil konstruktiv sistemani tanlash - qurilish maydonining joylashuvi, funksional talablar, hududning seysmik xavflilik darajasi, iqtisodiy talablar asosida belgilanar ekan.

O'zbekiston kabi seysmik faolligi yuqori bo'lgan mamlakatlarda binolarning zilzilabardoshligini ta'minlash asosiy vazifalardan biridir. Shu sababli ham o'ziga xos bikrlilik va energiyani yutish xususiyatiga ega konstruktiv sistemalarni tanlash maqsadga muvofiq hisoblanadi. Yuqori darajadagi seysmik xavf mavjud hududlarda bikrlilik yadrosiga ega va kombinatsiyalashgan konstruktiv sistemalardan foydalanish afzalroqdir.

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati**

- [1] А. К. Рябухин, and Д. В. Лейер, *ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫСОТЫХ ЗДАНИЙ*. in Учебное пособие. Краснодар : КубГАУ, 2017. [Online]. Available: <https://kubsau.ru/upload/iblock/31c/31c409d98ddcc345dadd6a981e943de6.pdf>
- [2] V. Pershakov *et al.*, “Конструктивні схеми багатопверхових будівель,” *Proc. Natl. Aviat. Univ.*, vol. 81, no. 4, pp. 34–44, Dec. 2019, doi: 10.18372/2306-1472.81.14599.
- [3] M. M. Ali and K. Al-Kodmany, “Structural Systems for Tall Buildings,” *Encyclopedia*, vol. 2, no. 3, pp. 1260–1286, Jul. 2022, doi: 10.3390/encyclopedia2030085.
- [4] G. G. Madhubhai and Mr. S. Naik, “Comparative Analysis of Framed-Tube & Braced-Tube System in Tall Buildings Using ETABS,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 12, no. 5, pp. 2932–2951, May 2024, doi: 10.22214/ijraset.2024.62272.
- [5] J. Ahmed, J. Ismail, Y. Al-Kamaki, and P. Mahmood, “Evaluation of the Cost Effectiveness of Three Different Structural Systems for Tall Buildings,” *Passer J. Basic Appl. Sci.*, vol. 6, no. Special Issue, pp. 130–144, Jan. 2024, doi: 10.24271/psr.2024.188490.
- [6] Z. K. Abaev, M. Yu. Kodzaev, and A. A. Bigulaev, “Earthquake resistance analysis of structural systems of multi-storey civil buildings,” *Struct. Mech. Eng. Constr. Build.*, vol. 16, no. 1, pp. 76–82, Dec. 2020, doi: 10.22363/1815-5235-2020-16-1-76-82.
- [7] Ö. N. Aslantamer and H. E. Ilgin, “Space Efficiency of Tall Buildings in Singapore,” *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 18, p. 8397, Sep. 2024, doi: 10.3390/app14188397.
- [8] B. Özşahin, “An Assessment of the Relation between Architectural and Structural Systems in the Design of Tall Buildings in Turkey,” *Buildings*, vol. 12, no. 10, p. 1649, Oct. 2022, doi: 10.3390/buildings12101649.
- [9] F. Laccone, A. Casali, M. Sodano, and M. Froli, “Morphogenesis of a bundled tall building: Biomimetic, structural, and wind-energy design of a multi-core-outrigger system combined with diagrid,” *Struct. Des. Tall Spec. Build.*, vol. 30, no. 6, p. e1839, Apr. 2021, doi: 10.1002/tal.1839.
- [10] K. Kamath, “A Study on Static and Dynamic Behavior of Outrigger Structural System for Tall Buildings,” *Bonfring Int. J. Ind. Eng. Manag. Sci.*, vol. 2, no. 4, pp. 15–20, Dec. 2012, doi: 10.9756/BIJEEMS.1655.
- [11] F. N. Malik and C. Kolay, “Optimal parameters for tall buildings with a single viscously damped outrigger considering earthquake and wind loads,” *Struct. Des. Tall Spec. Build.*, vol. 32, no. 7, p. e2003, May 2023, doi: 10.1002/tal.2003.
- [12] Y. Ishibashi, Y. Terazawa, H. Tanaka, R. Yokoyama, H. Mizuno, and T. Takeuchi, “A novel damped braced tube system for tall buildings in high seismic zones,” *Struct. Des. Tall Spec. Build.*, vol. 31, no. 8, p. e1926, Jun. 2022, doi: 10.1002/tal.1926.

## **БИНО ВА ИНШОТЛАРНИНГ ТУРҒУНЛИГИГА СЕЙСМИК ТАЪСИР ВА УНИ ОЛДИНИ ОЛИШ**

**Каюмов А.Д.**

Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техник университети  
e-mail: [abdubakimg@mail.ru](mailto:abdubakimg@mail.ru), тел.: +998 99-805-73-94

**Тадқиқотнинг долзарблиги:** Охириги йилларда Ўзбекистон ҳудудининг кўп шаҳарларида аҳолининг ўсиш суръатлари ортган сари у ерлардаги бино ва иншоотларни қурилиши ортиб бормоқда ва кучли ер силкинишлари натижасида ҳалқ хўжалигида кўплаб йўқотишлар юз бермоқда. Шунинг учун бино ва иншоотларни қурилишида уларга сейсмик таъсирни ўрганиш ва уни олдини олиш долзарб вазифалардан ҳисобланди.

**Тадқиқотнинг мақсади:** Бино ва иншоотларнинг турғунлигига сейсмик таъсир ва уни олдини олиш бўйича назарий таҳлил қилиш.

**Усул ва услублар:** Қўйилган мақсадга эришиш учун иншоотлар динамикасининг математик аппаратлари, ишонччилик ва хатар назариясидан, фактик материалларни қайта

ишлаш усулларидан ва бошқа муаллифларнинг ишлари билан солиштиришдан олинган натижаларни таҳлилидан фойдаланилган.

**Натижалар:** Зилзила пайтида бинолар ва иншоотлар қуйидаги омилларнинг индивидуал ёки биргаликда таъсири натижасида шикастланиши мумкин [1-3]: иншоотлар пойдеворининг грунт қатламининг барқарорлигини йўқотиши; сейсмик инерция кучларнинг таъсири; табиий тебранишлар ва сейсмик тўлқинларнинг даврлари мос келганда резонанс эффектнинг намоён бўлиши.

Агар зилзилалар пайтида иншоотлар пойдевори остидаги қум қатлами сув билан тўйинган бўлса, уларнинг барқарорлигини аниқ бузилиши юз беради [7]. Агар сейсмик тезланиш кумнинг зичлигига, унинг бир жинслилигига, доналарнинг юмалоқлик даражасига ва бошқа шунга ўхшаш омилларга қараб маълум бир қатлам учун чегаравий қиймат  $\alpha_{кр}$  дан ошса, у ҳолда қум қатламларининг ўз-ўзидан зичлашиш жараёни ривожлана бошлайди. Бундай ҳолда, қум ғоваклигида сув, юзага келадиган динамик босим таъсирида юқорига, эркин юзага чиқа бошлайди.

Динамик босим  $h_z$  сейсмик таъсирнинг доимий параметрларида ва бир хил қалинлик учун Э.М. Добров [6] бўйича қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$h_z = \frac{v_n}{K_\phi} \left( HZ - \frac{Z^2}{2} \right), \quad (1)$$

бу ерда  $v_n$  – динамик зичлашиш коэффициенти ( $c^{-1}$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ), тажриба йўли билан аниқланади, маълум бир динамик режими таъсири остида  $n$  ғовакликда берилган кумнинг мумкин бўлган зичлашиш тезлигини тавсифлайди.  $K_\phi$  – қум филтрлаш коэффициенти;  $H$  – қум қатламининг қалинлиги;  $Z$  – ҳисобий горизонтнинг чуқурлиги.

Динамик босим ва юқорига қараб ҳаракатланувчи филтрлаш оқимининг пайдо бўлиши қум қалинлигининг қўшимча енгиллашишига ва натижада унинг қаршилигини камайишига, умуман кумли пойдеворнинг мустаҳкамлигининг пасайишига ва структуранинг барқарорлигини йўқотиш эҳтимолини ошишига олиб келади [4, 5]. Бунда энг хавфлиси сув ўтказувчанлиги кам бўлган (кичик  $K_\phi$  қиймати) ва қалин қатламда учрайдиган нозик ва майда заррала кумлардир.

Иншоотнинг сейсмик барқарорлигини баҳолашда фойдаланиладиган ифодага инерсия кучларини ҳисобга олиш учун унинг оғирлиги  $G$  бўлган ҳар бир конструктив элементига горизонтал йўналтирилган  $S_c$  инерсия кучи қўшимча равишда қўшилади.

$$S_c = aK_cG, \quad (2)$$

бу ерда  $a$  – грунт турининг инерсия кучлар катталигига таъсирини акс эттирувчи коэффициент;  $K_c$  – сейсмиклик коэффициенти, қуруқ кумли грунтлар учун – 1,75, сувга тўйинган кумли, супесли ва суглинокли грунтлар учун – 2,0.

Зилзилаларнинг бино ёки иншоотларга таъсири кўплаб омиллар билан белгиланади: зилзила манбасининг диапазони ва чуқурлиги, ҳудуднинг геологик тузилиш хусусиятлари ва гидрогеологик шароитлари, сейсмик тебранишларнинг частотаси ва иншоот тебранишининг хусусий частотаси, бино ёки иншоотнинг ўзига хос хусусиятлари (унинг ўлчами, шакли ва оғирлиги, монолитлиги, мустаҳкамлиги ва конструкциянинг фазовий қаттиқлиги, қурилиш материалларининг динамик хусусиятлари ва бошқалар).

Зилзилалар пайтида бино ёки иншоотнинг бузилиши чуқур бўйлама сиқувчи тўлқинлар ёрдамида юзага келадиган вертикал тебранишлар натижасида бошланади. Жуда қисқа даврлар билан тавсифланган бу тебранишлар, айниқса, ғиштли бинолар каби қаттиқ тузилмаларга кучли таъсир кўрсатади. Улар бундай биноларнинг мустаҳкамлигини бузади ва бирламчи ёриқлар пайдо бўлишига олиб келади. Эгилувчан тузилмалар биринчи қисқа муддатли тебранишларга нисбатан камроқ сезгир ва қоида тарикасида зарар кўрмайди.

Бино ва иншоотларнинг кейинги вайрон бўлиши узок муддатли таъсир қилувчи чуқурликдаги кўндаланг ва бўйлама тўлқинларнинг тебраниши натижасида содир бўлади. Бу тебранишлар эгилувчан тузилмаларнинг бузилишига олиб келади.

Зилзиланинг эпицентр зонасида бино ва иншоотларнинг асосий вайрон бўлишига вертикал зарбалар (тебранишларнинг вертикал компоненти), эпицентрдан маълум масофада (бир неча километр) - горизонтал силжишлар (тебранишларнинг горизонтал компоненти) сабаб бўлади.

Зилзила натижасида етказилган зарар даражаси асосан бино ва иншоотнинг турига боғлиқ. Ер ости иншоотлари бошқаларга қараганда камроқ вайрон бўлади: резервуарлар, туннеллар, қудуқлар ва бошқалар. Бундай ҳолат уларда пайдо бўладиган инерсия кучларининг атрофдаги грунтларга таъсири билан изоҳланади, бу уларда пайдо бўладиган кучланишларни камайтиради.

Зилзила таъсирида энг кам вайрон бўлувчилар ер усти иншоотларининг пойдеворларидир. Зич грунтлардаги пойдеворлар, қоида тариқасида, кучли зилзилалар пайтида ҳам сақланиб қолади. Иншоотларнинг деворлари нисбатан тез бузилади. Деворларнинг барқарорлиги унинг узунлиги ва баландлигига, уларнинг мослашувчанлигига, режа ва баландлик бўйича бинонинг шаклига, материаллар ва ишлов бериш сифати ва бошқаларга боғлиқ. Биноларнинг энг заиф нуқталари бурчаклар, кесишмалар ва деворларнинг кесишган жойлари ҳисобланади. Биноларнинг темир-бетонли қисмлари сейсмик жиҳатдан анча чидамли. Шунинг учун биноларни асосий бузилиш сабаби, қоида тариқасида, деворларнинг вайрон бўлишидир.

Сейсмик тебранишлар даври иншоотнинг табиий тебранишлари даврига тўғри келганда, резонанс ҳодисалари катта хавф туғдиради. Бундай ҳолда, инерсия кучлари (2) ифода билан аниқланган нормал қийматига нисбатан бир неча марта ортиб, иншоотни бутунлай йўқ қилиши мумкин.

Бино ва иншоотларга зарур сейсмик қаршилиқни бериш учун уларнинг фазовий уйғунлиги, қаттиқлиги ва барқарорлигини таъминлашда турли архитектура, режалаштириш ва конструктив тадбирлар амалга оширилади. Шу мақсадда қаттиқ каркаслар, рамкалар, таянчлар, боғлаш, ғилофлар, шунингдек, махсус сейсмик тасмалардан фойдаланилади. Биноларнинг умумий ўлчамлари ҳам чекланган, чунки биноларнинг катталиги ошгани сайин бузилиш хавфи ва қабул қилиб бўлмайдиган кучланишининг пайдо бўлиш хавфи ортади. Ушбу ҳодисаларнинг олдини олиш учун бино антисейсмик бўғинлар билан оддий шаклдаги алоҳида бўлимларга бўлинади. Томни ҳар томонлама енгиллаштириш, чиқадиган корнизларни, катта балконларни ва шунга ўхшаш конструктив элементларни йўқ қилиш тавсия этилади. Баъзи ҳолларда, шунингдек, биноларнинг қаватлар сонини чеклаш тавсия қилинади.

Бино ва иншоотларнинг пойдеворлари арматуралар билан мустаҳкамланади ва уларнинг чуқурлиги оширилади. Антисейсмик чора сифатида баъзи ҳолларда табиий асосларда грунтларни сунъий мустаҳкамлаш усули қўлланилади, бу кучли нураган ва ёриқли тоғ жинсларида гидротехник иншоотларнинг пойдеворларини қуришда энг самаралиси ҳисобланади.

**Хулоса:** Зилзилага чидамли қурилиш талабларига қатъий риоя қилиш биноларнинг ер силкинишидан вайрон бўлиш хавфини сезиларли даражада камайтиради.

#### **Адабиётлар рўйхати:**

1. Braja M.Das. Principles of Geotechnical Engineering. 2010. United States. 470 p.
2. David George Price. Engineering Geology principles and practice. 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 450 p.
3. Craig R.F. Craig's soil mechanics. London and New York, 2010. 446 p.
4. Казарновский В.Д. Основы инженерной геологии, дорожного грунтоведения и механики грунтов. (Краткий курс). –М.: «ООО Трансдор». 2007. 284 с.

5. Kayumov A.D. Gruntlar mexanikasi, O‘zbekiston Respublikasi oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi, Toshkent davlat texnika universiteti. - T.: DK «IMR», 2020. - 271 b.
6. Добров Э.М. Механика грунтов. –М.: Академия, 2008. 272 с.
7. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. Учебник для вузов. –М.: Высшая школа, 1982. 511 с.

## **МЕЪМОРИЙ ОБИДАЛАРДА ҚЎЛЛАНИЛГАН АНТИСЕЙСМИК ТАДБИРЛАРНИНГ ИЛМИЙ АСОСЛАРИ**

**Ювмитов А.С., Ахунджанов Д.Г., Собиров З.Ж.**  
**ЎзР ФА М.Т.Ўрозбоев номидаги Механика ва иншоотлар сейсмик**  
**мустаҳкамлиги институти**  
**e-mail: [anvar.sayfullaevich@mail.ru](mailto:anvar.sayfullaevich@mail.ru), [dilmurod.88@mail.ru](mailto:dilmurod.88@mail.ru)**

Республикамиз маданий меърос объектларига бой мамлакатлардан ҳисобланиб, у халқимизнинг ўтмиш тарихидан, давлатимизнинг дунё тарихида қандай мавқега эга бўлганлигидан далолат беради. Юртимиздаги архитектура ёдгорликлари, уларнинг зангори гумбазлари, нафис пештоқлари, рангли кошнлари ва баланд миноралари инсон қўли билан яратилган буюк санъат асарлари бўлиб, ҳар биримизда фахрланиш ҳиссини уйғотади. Шундай экан келажак авлод ҳам ўз аجدодларининг ким бўлганликларидан, қандай куч-қудрат ва илмий салоҳиятга эга бўлганлигидан хабардор қилиб туради. Шундай экан тарихий обидаларни асраб авайлаш ҳамда келажак авлодларга етказиш муҳим ва долзарб масалалардан ҳисобланади.

Республикада 8208 та кўчмас мулк объектлари мавжуд бўлиб, улардан 4748 таси археологик ёдгорликлар, 2250 таси меъморий ёдгорликлар, 678 таси монументал санъат ва 532 таси диққатга сазовор жойлардир [1].

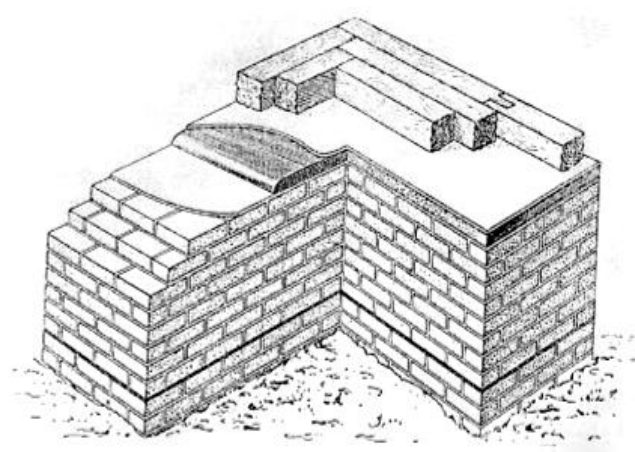
Тарихий обидаларнинг умрбоқийлигини оширишда уларнинг конструкцияларини техник ҳолатини ўрганиш ҳамда конструкцияларининг тузилиши ва типологиясини таҳлил қилиш муҳим муҳандислик масалаларидан ҳисобланади [2]. Меъморий обидалар асосий конструкциялари ғиштли конструкциялардан ташкил топган бўлиб, улар ганч қоришмаси ёрдамида терилган. Ганч қоришмаси мустаҳкам ва ёриқбардош бўлиши учун соф ганчга ғишт ва тош кукуни қўшилган. Қадим-қадимдан инсоният ҳаётига ҳавф солиб келаятган зилзила таъсири ўтмиш уста-бинокорлар диққат эътиборидан четда қолмаган. Тадқиқотчилар Марказий Осиёда бунёд этилган кўпгина меъморий ёдгорликларни таҳлил қилишлари натижасида қадимги уста-бинокорлар зилзила кучининг иншоотларга таъсир этиш қонуниятини яхши билганлар деган хулосага келишган. Бу чора-тадбирлардан иншоотларнинг сейсмик мустаҳкамлигини таъминлаш мақсадида бино қуришда қўлланилган ғишларнинг ўлчамлари ҳам иншоотдаги кучланишларни кесим бўйича текис тарқалишини таъминлаган. Чунки, ғишларнинг ўлчамлари квадрат шаклида бўлган. Бобокolonларимиз неча юз йиллар зилзила таъсиридан азият чекиб, натижада улар

иншоотлар сейсмик мустаҳкамлигини таъминлайдиган энг мақбул ечимини топишган. Уларнинг фикрича қурилишда эластик материаллардан фойдаланиш иншоотлар зилзилабардошлигини таъминлайдиган тадбирлар сирасига киради. Бу ўз навбатида қурилиш қоришмаси сифатида ганч ва лойдан фойдаланишган, пойдеворларнинг махсус конструкцияларини ишлаб чиқишга ҳамда деворларнинг цоколь қисмида қамиш тасмалар қўлланилишига олиб келган. Ғишт теришда ганч ҳеч қачон соф ҳолда ишлатилмаган. Унга 1:1 ёки 1:3 нисбатда соз тупроқ ёки қум қўшиб ишлатилган. Бу эса иншоотнинг мустаҳкамлигини ва ёриқбардошлигини таъминлаган. Марказий Осиёда қурилган кўп иншоотлар деворидаги ғишт қаторлари орасидаги қоришма қалинлиги иншоот пастки қисмларида қалинроқ, юқорига томон эса қалинлиги камайиб борган, яъни, деворнинг пастки қисмида ғишт қалинлигига яқин 0,05 м атрофида олинган ва юқори қисмида 0,010-0,012 м ни ташкил этган. Шу билан ҳам зилзила таъсири сўндирилган. Кўпгина тарихий ёдгорликларда пойдевор остига маълум қалинликда соф тупроқдан яхшилаб пишитилган лойдан ёстиқ қўйилган. Бу ҳам зилзилавий тадбирлардан бири ҳисобланади. Тарихий обидаларда пойдевор ер сиртига етганда цоколь билан пойдевор орасига кучсиз қоришмаси билан бир қатор ғишт терилган. Бу эса зилзиланинг горизонталь таъсир этувчи кучлари пойдеворни бино остидан суриб чиқаришига қарши чоралардан биридир, яъни, бинонинг пастки ва юқори қисми билан боғланмаган ғишт қатлами эса пойдевор ва цоколь орасида кўзғалишга имкон беради (1-расм).



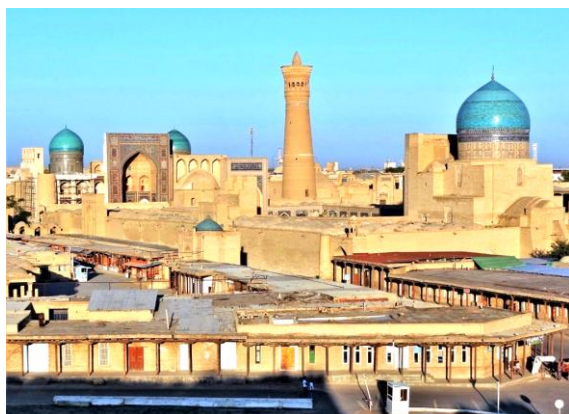
1-расм. Тарихий обидаларда ғиштли деворнинг ташқи кўриниши

Марказий Осиёнинг баъзи архитектура ёдгорликларининг цокол қисмида қўлланилган қамиш қатламларини юқоридаги ғоянинг мантиқий давоми дейиш мумкин. Яъни, шу қатлам орқали зилзиланинг таъсири иморатга камайтириб узатилган. Цоколнинг ер сиртига чиққан қаторига аввал текис қилиб лой қоришма ёйилган. Қоришманинг устига 8-10 девор сиртига тик йўналишда қамиш бостирилган. Қамишнинг узунлиги девор энига тенг қилиб олдиндан қирқиб тайёрлаб қўйилган. Қамиш қатлами устига яна лой қоришмасини ёйиб унги устига ғишт терилган. Бу ҳам юқоридаги ғишт қатлами сингари ишлаган. Баъзи биноларда қамиш қатлами икки қатор қилиб ётқизилган. Бунда иккинчи қатлам цоколнинг юқори қисмида жойлашган [3]. Олиб борилган текширишлар натижаси шуни кўрсатдики, қамиш қатлами эзилмаган. Чунки унинг ичидан ҳаво ўтиб турган ва яна бир сабаби девор сувоғи қамиш қатлампидан ажратиб сувалган. Бу эса қамиш чиришининг олдини олган. Шундай қилиб қадимги меъморлар бинони қуришда эластик материаллардан фойдаланиш бинони зилзила таъсиридан асрашнинг ягона воситаси деб билишган. Тарихий ёдгорликларда зилзила таъсирини бино деворини бўш қисмлари арка ва меҳроб бор жойларида кўришимиз мумкин (2-расм).

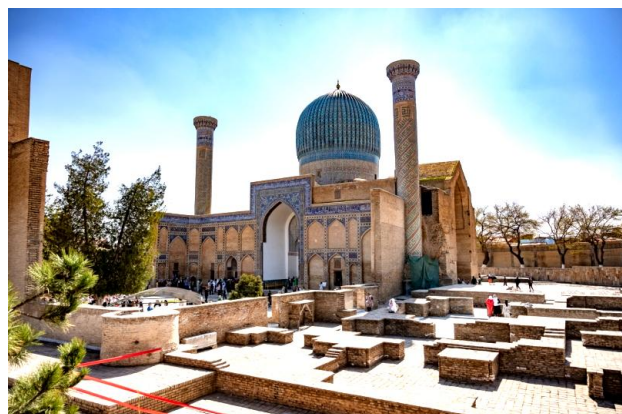


2-расм. Пойдевор сатҳида ёғоч ва қамишли антисеймик қатлам

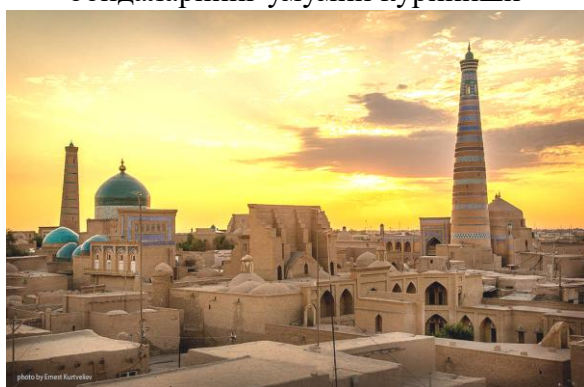
Ислом оламида қад қурилган меъморий обидалар конструкциялари типологияси деярли бир - бирига яқин бўлиб, улар пойдевор, гулдасталар, пешток, контрфорс, призма, аркалар, аркалар тизимидан ташкил топган квадрат шаклдан айлана шаклига ўтиш конструкцияси, барабан, ички гумбаз, бикрлик қовурғалари, ташқи гумбазлар ва ички меҳроблардан ташкил топган (3-9-расм) [4-5].



3-расм. Бухоро шаҳридаги тарихий обидаларнинг умумий кўриниши



4-расм. Самарқанд шаҳридаги Гўри Амир мақбарасининг умумий кўриниши

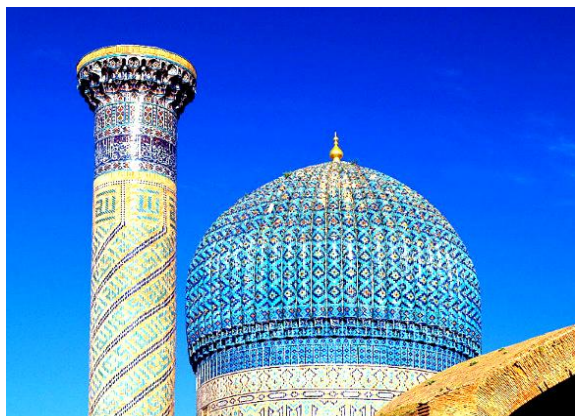


5-расм. Хива шаҳридаги меъморий обидаларнинг умумий кўриниши

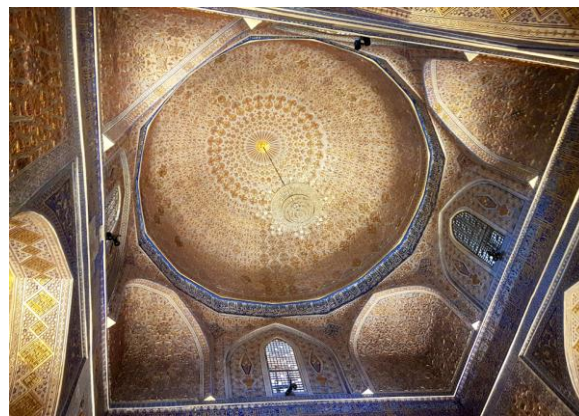


6-расм. Бухоро шаҳридаги Калон масжиди комплексининг умумий кўриниши

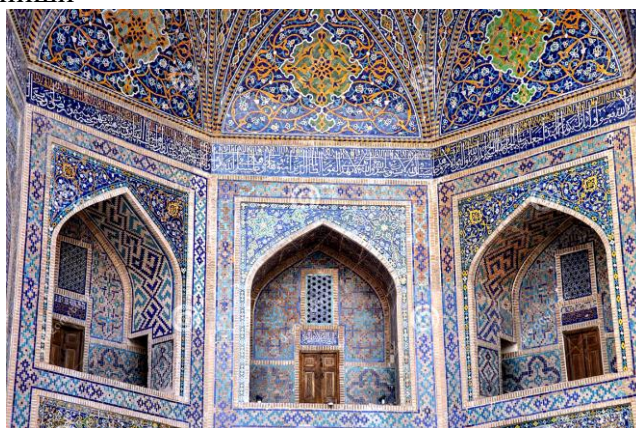




7-расм. Марказий Осиёда маъморий обидалар мовий гумбазларидан бирининг кўриниши



8-расм. Маъморий обидаларда ички аркалар тизими



9-расм. Иншоот фасад қисмида эшиклар ўрнининг конструктив ечими

Маъморий обидалар конструкциялари таҳлили тўғрисида тўхталадиган бўлсак, деярли барча обидаларда кириш қисмида пештоқ қурилган бўлиб, унинг икки четида минорасимон гулдасталар билан боғланган. Бу кўриниши иншоотга салобат бахш этиб турган. Иншоот пойдевори тўғри тўртбурчак, трапециясимон ёки ёйсимон кўринишда бўлиб, пастга томон қисқариб борган. Пештоқ миноралари пойдевори конуссимон бўлиб, у ер тагига сезиларли даражада қирган [6].

Пештоқ ва призма ўзаро контрфорс билан боғланган бўлиб, асосий призма конструкциясидаги кириш бўшлиқлари аркалар тизими билан ажралиб туради. Призманинг квадрат шаклдаги асоси аркалар тизими орқали барабаннинг асосига, яъни айлана шаклга ўтилган. Барабаннинг юқори қисмидан ички гумбаз билан қопланган. Ички гумбаз биқрлик қовурғалари билан кучайтирилган бўлиб, маълум бир сатҳда ташқи мовий кошинлар билан қопланган. Ташқи ва ички гумбазлар орасидаги бўшлиқ обида ичида мўътадил иқлимни сақлашга хизмат қилган.

Биринчи геометрик ҳажм устида гумбаз асоси бошланадиган жойда айланасига майдон бўлган ва бунга айланма зиналар орқали миноралар ичидан ва меҳроб икки четидаги зина орқали чиқилган. Архитектура ёдгорликларида девордаги қоришма бутун девор ҳажмининг 30 фоизини ташкил қилган. Обидаларда икки ғишт орасидаги чок 1,2 дан 2 см гача ўзгариб, бино юқорисига томон қалинлиги камайиб борган. Бу ўзгариш ҳам zilзилага қарши чоралардан бири деб ҳисоблашган [7-16].

Маъморий обидаларда барча конструкциялари квадрат шаклдаги мусулмон ғишт ва ганч қоришмасидан иборат бўлиб, уларнинг техник ҳолатини ва конструктив таҳлил қилганда биринчи навбатда конструкцияларнинг майда элементларини мустақамлигини ўрганиш талаб этилади.

### **Хулоса**

Ўзбекистон тарихий обидаларга бой мамлакатлардан ҳисобланиб, уларнинг сони республика бўйича 2250 тани ташкил этади.

Адабиётлар таҳлиliga кўра обидалар конструкциялари кўп йиллик техноген таъсирлар ва zilzilalar натижасида техник ҳолати салбий ҳолатга келиб қолган.

Обидаларни асраш ва келажак авлодга етказиш учун замонавий бузмасдан туриб қурилиш материалларининг хоссаларини ўрганадиган асбоб-ускуналарни қўллаган ҳолда техник ҳолатини ўрганиш ва сейсмик мустаҳкамлиги ошириш талаб этади.

Обидаларда қўлланилган қурилиш материалларининг хоссаларини тадқиқ қилишдан олдин архив материаллари ва адабиётлардан шу пайтгача ўтказилган тадқиқотлар натижаларини тўлиқ ўрганиш талаб этилади.

### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

1. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 4 октябрдаги “Моддий маданий мероснинг кўчмас мулк объектлари миллий рўйхатини тасдиқлаш тўғрисида” ги Қарори.
2. Булатов М.С. Геометрическая гармонизация в архитектуре Средней Азии IX-XV вв. Изд-во Наука, М., 1976. стр. 380.
3. Бачинский Н.М. Антисейсмика в архитектурных памятниках Средней Азии. - Москва. Изд-во АН. 1949 г. - 47 с.
4. Аҳмедов М.К. Ўрта Осиё меъморчилиги тарихи. - Тошкент, “Ўзбекистон”, 1995 й.
5. ЎзР ФА Хоразм Маъмун академияси илмий-тадқиқот ишлари ҳисоботи. №ФА-А14-001 "Бино ва иншоотларнинг zilzilабардошлигини таъминлашнинг фаол усулларини такомиллаштириш (архитектура ёдгорликлари ва замонавий иншоотлар мисолида)." 2018. – 123 бет.
6. Холмурадов Р.И., Хасанов А.З. Конструкция архитектурных памятников Самарканда. Самарканд. Полиграф центр - "Графити". 2003. - 135 с.
7. Гендель Э.М. Инженерные работы при реставрации памятников архитектуры. Москва: Стройиздат. 1980 г. - 199 с.
8. <https://pics.livejournal.com/aldanov/pic/00464501/s640x480>
9. <https://p1.piqsels.com/preview/725/569/229/fortress-rome-history-byzantine-brick.jpg>
10. <http://news.fergananews.com/photos/2018/10/bukh.jpg>
11. <https://avesta.tj/wp-content/uploads/2024/05/1674-1694168287.jpg>
12. <https://fondkarimov.uz/wp-content/uploads/khiva-300x173.jpg>
13. <https://topstartour.com/wp-content/uploads>
14. <https://ic.pics.livejournal.com>
15. <https://autotravel.ru/phalbum/91838/180-s.jpg>
16. <https://thumbs.dreamstime.com>

### **YURTIMIZDA LOYIHALANAYOTGAN VA QURILAYOTGAN BINO VA INSHOOTLAR UCHUN ZAMONAVIY SEYSMIK TADQIQOTLAR VA TEXNOLOGIYALARNI QO'LLASH**

**Abduraimova X.R., Samiyeva S.X., Isomiddinova F.S.**  
Toshkent Arxitektura qurilish universiteti, Toshkent shahri  
e-mail: [khadichaabduraimova1989@gmail.com](mailto:khadichaabduraimova1989@gmail.com)

Ўзбекистон Республикаси zilzilalarga moyil bo'lgan seysmik faol hududda joylashgan mamlakatlardan biri hisoblanadi. Bu sharoitda urbanizatsiya jarayonining jadallashuvi, yirik shaharlarda baland binolarning ko'payishi, tarixiy obidalarni saqlab qolish zarurati va zamonaviy inshootlar qurilishi bilan bir qatorda zilziladan himoya qilish texnologiyalarini joriy etish dolzarb muammolardan biri bo'lib qolmoqda.

O'zbekistonning janubiy va sharqiy hududlari zilzilalar yuz berishi mumkin bo'lgan seysmik faol hudud sifatida tanilgan. Ayniqsa Toshkent, Samarqand, Farg'ona kabi yirik shaharlarda seysmik xavf yuqori bo'lib, 1966-yilda Toshkentda yuz bergan zilzila, 2000-yilda Farg'ona vodiysida sodir bo'lgan zilzila kabi misollar O'zbekistondagi mavjud seysmik xavfni namoyon qiladi. Bu hududlarda qurilayotgan binolarda seysmik xavfsizlikni ta'minlash uchun zamonaviy texnologiyalar va tadqiqotlar zarur. Dunyoning ko'plab mamlakatlari seysmik xavfsizlikni ta'minlashga katta e'tibor qaratmoqda. Ushbu tezisda O'zbekistonda loyihalananayotgan va qurilayotgan binolarni seysmik xavfga qarshi mustahkamlashda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash, shuningdek, jahon tajribasi va ilg'or echimlar ko'rib chiqiladi.

Dunyoning bir qator mamlakatlari ya'ni Yaponiya, Xitoy, AQSh, Turkiya, Italiya, Isroil, Yangi Zelandiya, Chili, Filippin kabi davlatlarda seysmik xavfsizlikni ta'minlash uchun ilg'or texnologiyalarni qo'llashda katta tajribaga ega. Ushbu mamlakatlarda binolarni loyihalash va qurishdagi chora-tadbirlar yangi me'yorlar va normativlarni joriy etishdan tortib, zamonaviy texnologiyalarni qo'llashgacha, eski binolarni modernizatsiya qilish va mutaxassislarni tayyorlashni o'z ichiga oladi.

O'zbekiston uchun bu mamlakatlar tajribalarini o'rganish va ulardan samarali foydalanish muhimdir. O'zbekistonda seysmika xavfini hisobga olgan holda qurilish me'yorlari va standartlari mavjud. Biroq, ba'zida qurilishda ushbu me'yorlar to'liq qo'llanilmaydi, bu esa binolarning seysmik xavfga qarshi zaif bo'lishiga olib keladi. Qurilish bosqichida esa seysmik tahlilning to'liq amalga oshirilmaligi yoki noto'g'ri bajarilishi muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Zamonaviy binolarni loyihalash va qurilishda eski texnologiyalar qo'llanilishi seysmik xavfsizlikka to'g'ri kelmaydi. Binolarni seysmik xavfga qarshi barqaror qilish uchun aniq tahlillar, hisob-kitoblar va tadqiqotlar o'tkazilishi kerak.

**Usul va uslublar.** Binolarni mustahkamlash uchun turli texnologiyalar mavjud. Masalan, po'lat va temir-beton kuchaytirish tizimlari, qo'shimcha seysmik absorberlar va o'zgaruvchan tuzilma elementlarini o'rnatish. Bu usullar seysmik xavfni engish uchun juda samarali.

Seysmik xavfsizligini ta'minlash uchun maxsus echimlar, masalan, "base isolation" tizimlari va seysmik amortizatorlar qo'llanilishi kerak.

- Binoni zilziladan himoyalash tizimi (base isolation) - binoning asosini seysmik ta'siridan himoya qilish uchun maxsus mexanik tizimlarni o'rnatish. Bu tizimlar seysmik kuchlar binoning yuqori qismlariga ta'sir qilmasligi uchun asosdan ajratadi. Ushbu tizimi hozirgi kunda binolarni zilzila ta'siridan himoya qilishda samarali echimlardan biri hisoblanadi.

- Binoning elementlari orasida o'rnatiladigan dampferlar va amortizator tizimlar seysmik ta'sirni engillashtiradi. Ular zilzila paytida binoning harakatini cheklaydi va energiyani so'ndiradi.

Seysmik tahlil dasturlari va simulyatsiyalar zamonaviy kompyuter dasturlari orqali binolarning seysmik xavfsizlikni baholash mumkin. Bu dasturlar simulyatsiya qilish orqali binolarni seysmik shoklarga qanday javob berishini aniqlash imkonini beradi. Seysmik monitoring tizimlari: Binolarni qurishdan oldin seysmik monitoring tizimlari o'rnatilishi kerak. Bu tizimlar binoning harakatlarini real vaqtda kuzatib boradi va zarur bo'lganda javob choralari ko'rish imkonini beradi.

O'zbekistonda Binoni zilziladan himoyalash tizimi (base isolation), dampferlar va amortizator tizimlar texnologiyasining qo'llanilishi hali keng tarqalgan emas, lekin ba'zi yirik va strategik ob'ektlarda ya'ni Toshkentdagi yirik shifoxonalar va sog'liqni saqlash muassasalari zilzilalarga chidamli bo'lishi kerak bo'lgan shifoxonalar va boshqa tibbiyot muassasalarida seysmik izolyatsiya tizimlari qo'llanilishi tavsiya etiladi. Jahon tajribalariga ko'ra shifoxonalar va tibbiyot muassasalari nafaqat barqarorlik, balki favqulodda vaziyatlarda evakuatsiya va xizmat ko'rsatish imkoniyatlarini ta'minlash maqsadida ushbu binolarga seysmik izolyatorlardan foydalanilgan. Yana tavsiya etiladi Yangi qurilayotgan baland qavatli binolarga: Toshkent kabi seysmik xavf mavjud hududlarda yangi qurilayotgan baland qavatli binolarda, binoni zilziladan himoyalash tizimi (base isolation), dampferlar va amortizator tizimlarini qo'llash zarur. Ushbu texnologiya baland binolarda zilzilaning ta'sirini sezilarli darajada kamaytiradi va binolarning xavfsizligini oshiradi.

Seysmik xavfsizlikni ta'minlash uchun kerakli texnologiyalar va materiallar ko'pincha qimmat. Bu iqtisodiy muammolarga olib keladi: lekin bu muammolarni hal qilish uchun zamonaviy texnologiyalar, malakali mutaxassislar va yangilangan qurilish me'yorlari zarur. Seysmik xavfga qarshi yuqori sifatli materiallar, texnik bilimlar va ijtimoiy hamkorlik orqali bu muammolarni engish mumkin bo'ladi.

Mazkur texnologiyani muvaffaqiyatli va samarali joriy etish uchun ilg'or tajribaga ega bo'lgan davlatlar bilan yaqin hamkorlik qilish zarur. Yaponiya, AQSh, Turkiya, Italiya, Janubiy Koreya va Xitoy – bu mamlakatlar seysmik xavfsizlik va zilzilaga chidamli qurilish bo'yicha katta tajribaga ega bo'lib, ular bilan hamkorlik qilish orqali O'zbekiston quyidagi sohalarda rivojlanish imkoniyatiga ega bo'ladi:

- Binoni zilziladan himoyalash tizimi (base isolation), dampferlar va amortizator tizimlarini loyihalash, ishlab chiqarish va o'rnatish texnologiyasini chuqur o'rganish;
- Mahalliy muhandislar va quruvchilarni zamonaviy qurilish texnologiyalariga tayyorlash va malakasini oshirish;
- Ilmiy-tadqiqot institutlari va universitetlar bilan akademik hamkorlik orqali milliy ilmiy salohiyatni rivojlantirish;
- Innovatsion texnologiyalarni joriy etish orqali xalqaro talab va standartlarga mos, barqaror va xavfsiz infratuzilmani yaratish;
- Tarixiy va madaniy obidalarni zamonaviy usullar bilan seysmik xavfdan himoyalash.

**Xulosa.** Shunday qilib, O'zbekistonda seysmik xavfsizlikni ta'minlash, Binoni zilziladan himoyalash tizimi (base isolation), dampferlar va amortizator tizimli texnologiyasini amaliyotga joriy etish va zamonaviy texnologiyalarni o'zlashtirish masalasi — bu nafaqat muhandislik yoki qurilish sohasi bilan bog'liq, balki ijtimoiy barqarorlik, inson hayoti xavfsizligi va barqaror rivojlanishga xizmat qiluvchi strategik yo'nalish hisoblanadi.

Kelgusida ilg'or davlatlar bilan mustahkam hamkorlik, xalqaro loyihalarda ishtirok etish, texnologik transferlar va ta'lim sohasidagi sherikliklar orqali O'zbekiston ushbu sohada jahon miqyosida etakchi amaliyotlarni o'zlashtirgan, seysmik xavfsiz, zamonaviy bino va inshootlarga ega mamlakatga aylanadi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Raxmanqulovna, A. K. X., va Maxmudovich, M. S. (2020). Poydevor muhandisligi va geotexnika sohasidagi innovatsion dizayn va texnologiyalar. Ilmiy va texnologiya tadqiqotlari xalqaro jurnali, 9 (1), 3803-3807.
2. Raxmankulovna A. X., Adirovna S. Z. "Bino-poydevor-zamin" tizimining deformatsiya jarayonlarini tadqiq qilish usullari va yondashuvlari //Строительство и образование. – 2024. – Т. 3. – С. 34-42.
3. Maxmudov S. M., Samiyeva S. X., Ruziyev S. I. Zilzila paytida binoning zamin bilan o'zaro ta'sirini va seysmik ta'sirning o'zgarishini hisobga olish //Golden brain. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 151-153. <https://researchedu.org/index.php/goldenbrain/article/view/4325>

## **REDUCING SEISMIC VULNERABILITY OF EXISTING BUILDINGS USING STEEL BRACING SYSTEMS**

**Azamjonov A.T.**

Fergana State Technic University  
e-mail: [asadbekazamjonov8@gmail.com](mailto:asadbekazamjonov8@gmail.com)

**Introduction:** Ensuring the stability of existing buildings located in seismically active regions is one of the most pressing challenges in modern construction. As seismic risk increases in many parts of the world, especially in high-rise buildings, it has become clear that many of these buildings, originally designed according to older construction codes, may no longer meet the seismic safety requirements set by current standards. This issue is particularly significant for multi-

story buildings, as the horizontal forces and inertia moments generated by seismic events can induce considerable deformations within the structure. These deformations may manifest as horizontal displacement, sliding, tilting, cracking, and even failure at joints and structural connections. When these problems arise, the functionality and safety of the building can be compromised, and in extreme cases, the building may collapse.

In the face of these challenges, improving the seismic resistance of existing buildings becomes crucial. One of the most effective and widely adopted solutions for enhancing seismic stability is the use of steel braces. Steel braces are typically installed diagonally within the frame structure or between the columns of each floor. Their primary function is to increase the horizontal rigidity of the building, effectively redistributing the seismic forces that act on the structure. These braces are designed to absorb seismic energy, which helps limit overall deformation and minimizes the displacement of the structure, particularly at the higher floors of the building.

The application of steel braces has been proven to be an efficient method for improving the performance of buildings under seismic loading, as they offer a cost-effective way to enhance structural safety without requiring major reconstruction or alterations to the existing design. As a result, steel braces have become a common tool in seismic retrofitting projects.

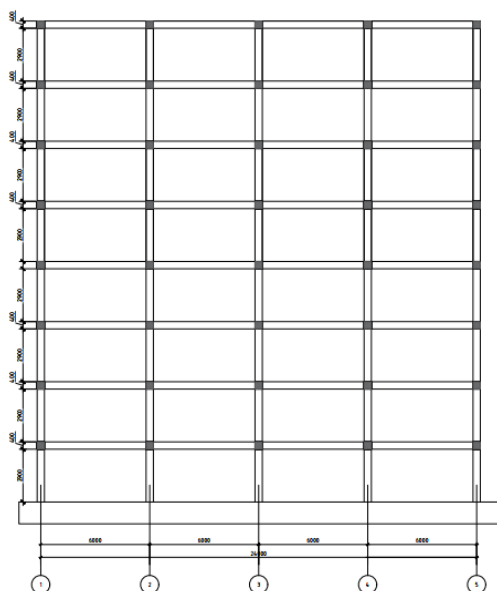
Given the urgency of addressing seismic risks and improving the safety of existing buildings, this study investigates the effectiveness of steel braces in enhancing the seismic stability of a seven-story reinforced concrete frame building. The research focuses on understanding how different configurations of steel braces can improve the building's ability to withstand seismic forces. In particular, it examines the impact of various types of braces (such as X-type, V-type, and Chevron braces) on the building's dynamic behavior during seismic events.

**Research Objective:** The main objective of this research is to investigate the potential for enhancing seismic stability and improving the earthquake resistance of existing multi-story buildings, particularly those with seven-story frame constructions, using various configurations of steel braces in seismically hazardous areas.

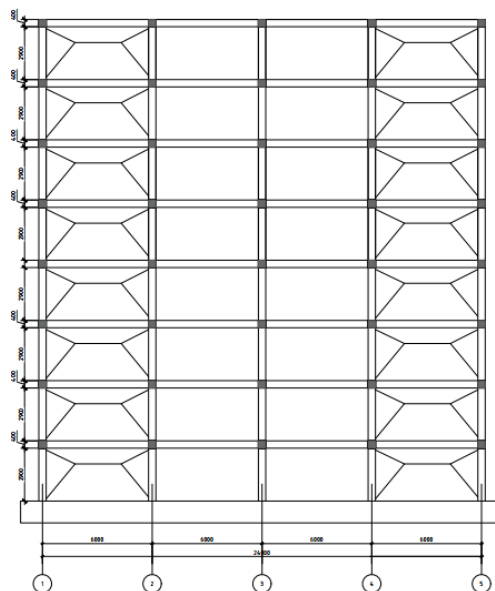
In the study, engineering calculations and simulations were used to analyze the structural elements of the building and its seismic risk. A three-dimensional (3D) model of the building was created using the LIRA-SAPR engineering software. The modeling process incorporated the building's real geometric dimensions, structural elements such as columns, beams, and walls, as well as the physical-mechanical properties of materials. Additionally, operational loads and seismic forces were taken into account based on the QMQ 2.01.03-19 standards.

As a result, the horizontal displacements and overall seismic response of the building in each model were compared. This allowed for the investigation of how the use of braces enhances the horizontal rigidity of the structure, reduces deformations, and controls displacements in the upper floors of the building. The research aims to demonstrate the effectiveness of steel braces in improving seismic stability and to highlight the practical advantages of applying them in strengthening existing buildings.

**Research Methodology:** The research object is a seven-story reinforced concrete frame building. The corresponding planar design models of the building, both with and without steel braces, are as follows (Figures 1 and 2).



**Figure 1. Plan of the building without installed steel braces.**



**Figure 2. Plan of the building with installed steel braces.**

For the purpose of conducting numerical experiments, the structural systems were modeled in the LIRA-SAPR software with and without steel braces, transitioning from the real state to the computational model. The foundation and its interaction with the soil were considered in the program. The computational accelerations of the ground vibrations must be determined based on the responsibility class of the building (structure) being designed and the recurrence interval of earthquakes. This is done by inputting the accelerograms corresponding to the defined seismicity.

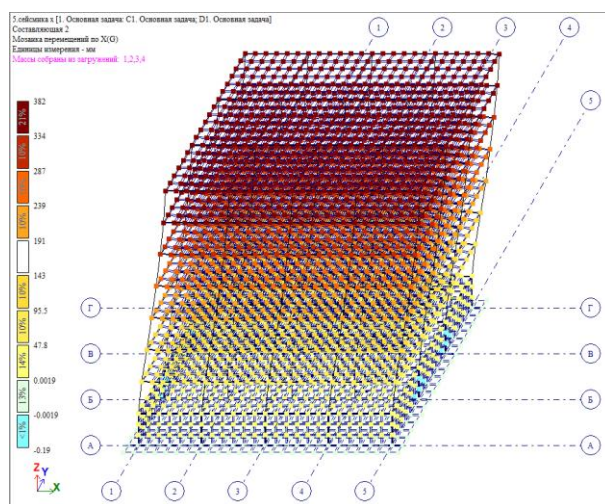
The loads acting on the structure were considered in numerical experiments, and for all types of buildings, the same approach was adopted. The normative and calculated values of the loads were determined in accordance with QMQ 2.01.07-96 – “Loads and Effects.”

For buildings (structures) designed in seismic zones, the structural elements and foundations are calculated considering seismic effects, with both basic and special load combinations being taken into account. The main load combinations follow the requirements of QMQ "Loads and Effects," while the special combinations, considering seismic effects, are determined based on the relevant documentation.

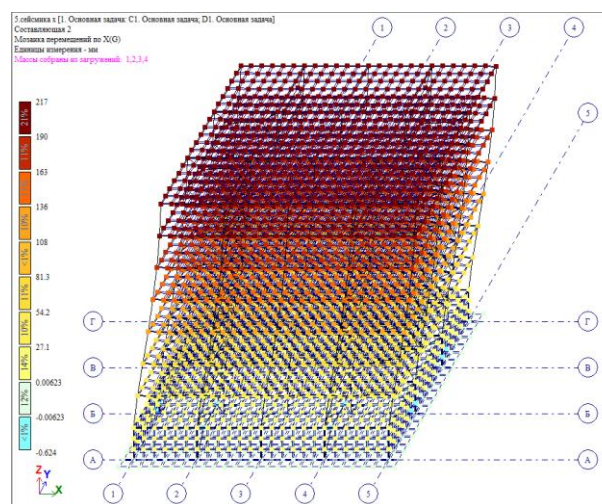
**Results and Analysis:** In this study, the seven-story building with a simple frame construction was analyzed using a three-dimensional (3D) model created in the LIRA-SAPR engineering software. Initially, the model of the building without steel braces, i.e., in its original state, was constructed. During the modeling process, the real geometry of the building, the physical-mechanical properties of the main load-bearing structural elements, and the operational dimensions were fully incorporated.

In the initial, unbraced condition, the dynamic behavior of the building under seismic impact, particularly the maximum horizontal displacement, was calculated and taken as the primary criterion for further analysis.

In the next stage of the study, new models were created by reinforcing the building with steel braces to improve its seismic stability. The analysis results showed that, in the braced configuration, the building's horizontal rigidity increased, leading to a significant reduction in the maximum displacements at the upper floors. This indicates an improvement in the seismic stability and resistance of the frame system to earthquake effects (Figures 3 and 4).



**3-figure. "Results of roof displacement of the building without Steel brace in the direction of the X-axis (mm)"**  
 $\Delta x/H=382/23100=0,016>1/70=0,014$



**4-figure. "Results of roof displacement of the building with Steel brace in the direction of the X-axis (mm)"**  
 $\Delta x/H=217/23100=0,009<1/70=0,014$

In general, the modeling work carried out has proven that the use of steel braces in existing buildings effectively reduces the structural deformations under seismic influence and significantly enhances the seismic safety of the building. This approach can be proposed as a practically useful and reliable technical solution for strengthening existing structures in high seismic risk areas.

**Conclusion:** The conducted research shows that the application of steel braces (bracings) in existing multi-story buildings significantly increases their stability against seismic impacts. The analysis of 3D models of a seven-story building using the LIRA-SAPR software revealed that, in the absence of braces, horizontal displacements reached high values, which could jeopardize the safety of the building structure during an earthquake.

Moreover, the calculation results indicate that the  $\Delta x/H$  ratio is well below the maximum allowable limit, suggesting that the building's movement remains under control when braces are installed. This serves as a basis for recommending the use of steel braces in existing buildings as an effective and economically viable solution for reducing seismic risk.

The findings of this research confirm the significant importance of implementing steel bracing systems in reinforcing existing structures, especially in areas with high seismic risk.

#### **References:**

1. Abdurahmonov, A.A. "Calculation of reinforced concrete slab structure unprotected from sunlight in natural climate in lira pk program" //Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development. – 2023. – T. 21. – С. 245-250.
2. Abduxodi o'g'li, Abdurahmonov Abduxoliq. "Temirbeton karkas tizimli xizmat ko 'rsatish binosini seysmik kuchlar ta'siriga hisoblash va ularni solishtirma tahlili" Miasto Przyszłości 49 (2024): 627-630.
3. Abobakirova, Z., Umarov, S., Davlyatov, S., Mirzababayeva, S., Nasriddinov, H., & Mahmudov, A. (2024). Methodology for checking the seismic strength of buildings based on existing norms. In BIO Web of Conferences (Vol. 105, p. 05014). EDP Sciences.
4. Милованов А.Ф. Расчет железобетонных конструкций для сухого жаркого климата: (расчет, проектирование и испытание железобетонных конструкций предназначенных для эксплуатации в условиях сухого жаркого климата) / А.Ф. Милованов, В.Н. Самойленко. – Ташкент: ТашПИ, 1985.
5. Panasyuk, L., Kravchenko, G., & Trufanova, E. (2017). Researching design solutions for frames of buildings in case of increased seismic intensity in specific zones. In MATEC Web of Conferences (Vol. 106, p. 02027). EDP Sciences.

## **ПОВРЕЖДЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПЛОТИН ВОДОХРАНИЛИЩ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ**

**Салямова К.Д.**

Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т.Уразбаева АН РУз, Ташкент.  
e-mail: [klara\\_51@mail.ru](mailto:klara_51@mail.ru), тел. +998 93 5801432

**Актуальность.** Территория республики Узбекистан является сейсмической зоной, но несмотря на это строить и эксплуатировать плотины (водохранилища) с их гидроэнергетическими узлами означает ограничение развития природных ресурсов, необходимых для развития экономики и жизнедеятельности населения. На территории республики эксплуатируются грунтовые плотины, число которых составляет свыше 60 из них:

- земляные однородные- свыше 29 плотин;
- земляные (каменно-земляные) с ядром- свыше 17 плотин;
- земляные с экраном- свыше 6 плотин.

Наибольшее число подобных плотин эксплуатируется в Нидерландах (100%), в Англии (67%), наименьшее – в Норвегии (1%) и в Австрии (12%).

Наибольшее число грунтовых плотин строятся в высоко сейсмических районах, возводятся из доступных и дешевых местных горных материалов и практически на любых основаниях. К примеру, в Японии за последние 70 лет было построено 1852 плотины, из них 1227 из грунтовых материалов, в США ежегодно строится 125.

В Центральной Азии, являющейся высоко-сейсмической зоной из гравийно-галечниковых и каменно-земляных материалов построены высокие грунтовые плотины (высокие, свыше 100м) -Чарвакская, Нурекская, Рогунская, Гиссаракская, Резаксайская и др. Обеспечение их надежной эксплуатации является одной из основных приоритетных задач.

**Цель исследования.** На основе статистического анализа прогноза последствий от землетрясения на гидротехнические сооружения, в частности плотин обозначить основные задачи по их предотвращению.

**Методы.** В республике плотины начали строить еще сначала прошлого века, они создавались даже на территориях, где раньше отмечались землетрясения. Например, в районе Чарвакского водохранилища, где в недалеком прошлом отмечались ряд землетрясений:-Пскемское 1973 г., с интенсивностью 8 баллов, магнитудой  $M=6$  и глубиной гипоцентра  $h=20$  км;- Бричмуллинское с интенсивностью в 7 баллов, магнитудой  $M=6$  и глубиной очага  $h=15$  км;-Таваксайское 1977 г., с интенсивностью 7 баллов, магнитудой  $M=5$  и др.

По статистике ежегодно в мире происходят повреждения, отказы и аварии около 15% на всех построенных плотин, из них 70 -75% приходится на грунтовые плотины. Широко известны крупные аварии национального масштаба таких плотин с человеческими жертвами, с большим, социальным и экологическим ущербом 6: Мачху-11 (Индия); Буффало Крик, каньон-Лейк и Титон (США); Тоус (Испания); Тоухоу (Китай); Орос (Бразилия); Хаиокори (Южная Корея) и другие.

К горным водохранилищам относятся, например, -Чарвакское; к равнинным – Туямуюнское, Учкизилское, Кукмазарское, Чардарьинское, Талимаржанское, Катта-Курганское и др.

Основной особенностью, отличающей горные водохранилища от равнинных является большая глубина заполнения, до- 300м, при малых площадях водного зеркала и значительные величины сработки, до 30-60м.



Долинные водохранилища характеризуются небольшими глубинами до 40 м, и относительно большими площадями зеркала воды, берега в них представлены уступами речных трасс.

Основная опасность, которой может вызвать крупные оползневые смещения, это перелив воды через плотину, перекрытия входного портала и захват больших площадей. Помимо оползневых процессов интенсивно развиваются присадочные процессы.

Оплыви и сплыви горных пород возникают после резкого снижения водохранилища, они изменяются в пределах от 10 до 1500 м<sup>3</sup>, при этом преобладают оплывинь объемом до 100м<sup>3</sup>, имеющие обвальную и вытяжную вдоль берега форму.

Особую опасность представляют собой участки обвальных перекрытий, способствующих возникновений озер. Сейчас в горно-складчатых областях Узбекистана и смежных территориях Киргизии и Таджикистана наблюдаются около 43 горных завальных озер. Из них 11 находится в Узбекистане, 119 в Киргизии, 12 в Таджикистане.

Четыре озера в бассейне реки Пскем (Узбекистан)- прорыво--опасные. Объем, сосредоточенный в завальных озерах Республики составляет-17,09 млн. м<sup>3</sup>, в завальных озерах смежных районов Кыргызстана-109,37 млн.м<sup>3</sup>,Таджикистана-416,97 млн.м<sup>3</sup>.Одним из характерных примеров разгрузки является прорыв завальной плотины озера Яшинкуль, расположенного на северном склоне Алайского хребта на высоте 2600 м, в долине реки Тегирмоч бассейна реки Исфайрамсай Проседание гребня плотины озера Яшинкуль, затем ее разрушение в центральной части и формирование волны прорыва произошло в результате Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 года [1-3].

К моменту прорыва в озере было накоплено 6,6 млн. м<sup>3</sup> воды. Начало прорыва ознаменовалось выпадением отдельны глыб из тела завала и последующим размывом. При прорыве возникли два мощных вала высотой 15 и 10 м. В течение 2-3 часов было полностью спущено из озера вся накопленная там вода, которая в виде селевой массы прошла по долине реки Исфайрамсай с максимальными расходами до 2200 м<sup>3</sup>/сек. Средняя скорость движения селевого потока составила 4,5-5,8 м/сек., высота головного вала на отдельных участках достигала 10-15 м. Настоящий прорыв не единичный факт, аналогичные прорывы в прошлом, случались и в других районах Центральной Азии.

Натурные наблюдения за поведением грунтовых плотин указывают, что на определенных участках верховых и низовых откосов, а также в пригребневых зонах возникают наибольшие по значению напряженные состояния, что может отрицательно повлиять на прочность сооружения при землетрясениях к их повреждению, что так же подтверждается теоретическими расчетами [4]

Для территории, имеющих такой дополнительный фактор риска, как высокий уровень сейсмической активности, вопрос предотвращения трагических и разорительных последствий сильных землетрясений на гидротехнические сооружения, и в частности, плотинах, является особо важным и требует особого индивидуального подхода. Все государства Центральной Азии, расположены в сейсмоактивном регионе, где происходили катастрофические землетрясения. Возможные разрушения плотин, крупных водных резервуаров как искусственного, так и природного происхождения, под воздействием землетрясений представляют серьезную опасность для Центрально азиатского региона. Так, например, если от Чарвакского водохранилища исходит опасность затопления городов Узбекистана, то разрушение плотины Сарезского озера (Таджикистан) угрожает целому ряду городов Узбекистана, Таджикистана, Афганистана и меньшей степени Туркменистана [1-3].

**Результаты.** Действительно, землетрясения представляют наибольшую опасность для плотин и водохранилищ. И, недоучет этого фактора может привести к повреждению или разрушению гидротехнических объектов с чрезвычайно тяжелыми последствиями. Статистика свидетельствует, что аварии плотин в связи с сейсмическим фактором насчитывают десятки, а с учетом земляных дамб- сотни случаев [1-3].

В результате указанных разрушений формируются так называемые «волны прорыва». Эти волны, возникающие в результате прорыва плотин или завальных озер, в условиях горной местности имеют совершенно иной характер в сравнении с аналогичными, имеющими место на равнинных реках. Основное отличие этих волн, с одинаковым названием, состоит в том, что у равнинных рек максимальные параметры волны прорыва наблюдаются в месте разрушения плотины или завала, а в горных реках, в зависимости от уклонов местности, оно может быть смещено на несколько десятков километров вниз по течению. Следовательно, в горных условиях существует эффект нарастания удельной энергии сечения потока по мере его движения, не имеющий аналогов на равнинах.

**Закключение.** Необходимо постоянно рассматривать вопросы сейсмической уязвимости гидротехнических сооружений и безопасности их функционирования. Это достигается периодическим контрольным инспектированием сооружений, организацией регулярных ремонтных и восстановительных работ, как это делается на строительных объектах гражданского и промышленного назначения. Сюда входят все водохозяйственные объекты, расположенные в сейсмоактивных регионах, особенно, если среди них имеются гидротехнические сооружения, которые эксплуатируются уже более 50-60 лет и нуждаются в капитальном ремонте и усилении в соответствии с требованиями норм сейсмического строительства.

Проведение периодических оценок технического состояния гидротехнических сооружений и соответствующие мероприятия по ликвидации повреждений плотин дают возможность предотвратить возможные разрушения водных объектов. Для этого необходимо, в первую очередь, выполнить анализ и обработку повреждений плотин как в мирное время (эксплуатируемые), так и после воздействия сильных землетрясений; классифицировать и обобщать повреждения по типам конструкций и размеров плотин, как указывается в нормах, правилах эксплуатации, имеющихся на каждом объекте.

Анализ последствий от воздействия землетрясений на плотины (грунтовые, бетонные), еще раз подтверждают, что вопрос безопасности их приобретает особое значение, так как повреждение или разрушение может повлечь за собой серьезные социальные, экономические и экологические последствия. Поэтому необходимо соблюдать все требования по обеспечению безопасности и надежной эксплуатации каждой плотины при проектировании, строительстве для этого, чтобы данное сооружение не представляло угрозу для жизни людей, их здоровья, имущества, а также для окружающей среды.

Для повышения устойчивости гидротехнических сооружений и их безопасного функционирования, необходимо, периодическое контрольное инспектирование и периодическое проведение оценки прочности, надежности ГТС с привлечением соответствующих специалистов из научных организаций. Это касается всех водохозяйственных объектов Республики, многие из которых уже выработали или близки к выработке 40-50 летнего срока эксплуатации, запасы прочности их исчерпываются и нуждаются в капитальном ремонте и замене оборудования [1-3]

#### **Список литературы.**

1. Брэдлоу Д. Д., Пальмиери А., Салман М. А. Нормативно-правовая база безопасности плотин. (Сравнительно-аналитический обзор). М.: Весь мир. 2003. 173 с. Отчет The World Bank. Washington, В.С
2. Ахмедов М.А. О повреждениях и сейсмостойкости водохозяйственных объектов// Водохранилища, чрезвычайные ситуации и проблемы устойчивости. Ташкент.2004.с.15-31
3. Ахмедов М. А., Салямова К.Дж. Анализ и оценка повреждений гидротехнических сооружений.- Ташкент-2016.-158с.
4. K.Salyamova, K.Tashmatov, N.Nishonov ,E.An Comparing Static Analysis of Earth Dam Strength with Space Monitoring Data/ //E3S Web of Conferences 623 02010 (2025) AEES2024 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202562302010>

## **AHOLINI ZILZILAGA TAYYORLASHDA XORIJIY DAVLATLARNING RAQAMLASHTIRISH SOHASIDAGI TAJRIBALARI**

<sup>1</sup>Bekmirzayev D.A., <sup>2</sup>Ismoilov A.M.

<sup>1</sup>O‘zR FA M.T.O‘rozboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti,  
Toshkent shaxri,

<sup>2</sup>Namangan davlat texnika universiteti, Namangan  
e-mail: [diyorbek\\_84@mail.ru](mailto:diyorbek_84@mail.ru), (+998) 99 810-55-78

**Kirish.** Aholini tabiiy ofatlarga tayyorlash hozirgi zamon dolzarb masalalardan biridir. Zilzilalar insoniyat tarixida katta yo‘qotishlarga sabab bo‘lgan tabiiy ofatlardan biri sifatida ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, zilzilalar tabiiy va texnogen muhitga ulkan zarar etkazadi. Bu hodisalarning oldini olish yoki ularning oqibatlarini kamaytirish uchun aholini tayyorlash masalasi asosiy yo‘nalishlardan biri sifatida qaraladi. Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari ushbu jarayonni takomillashtirishda muhim vosita hisoblanadi. Ushbu maqola aholini zilzilaga tayyorlash jarayonlarini raqamlashtirishda xorijiy tajriba va O‘zbekiston misolida innovatsion yondashuvlarni tahlil qilishni maqsad qiladi. Maqsad aholini tabiiy ofatlarga tayyorlashda raqamli texnologiyalar va interaktiv metodlarni qo‘llashning afzalliklarini aniqlashdir [1-5].

Aholini tabiiy ofatlarga tayyorlashda xorijiy davlat tajribasini AQSH misolida ham ko‘rishimiz mumkin. “Public health reports” jurnalining 2009 yil chop etilgan 124-sonida “Aholining zaif qatlamlari uchun favqulodda vaziyatlarga tayyorlik: alohida tibbiy yordamga muhtoj odamlar”<sup>1</sup> nomidagi maqolada shunday yozilgan: “Katrina” va “Rita” to‘fonlari nafaqat favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik ko‘rishni rejalashtirishdagi katta kamchiliklarni ochib berdi, balki ular aholi guruhlari o‘rtasidagi ijtimoiy, jismoniy va iqtisodiy tengsizliklarni ham ta’kidladi. O‘shandan beri sog‘liqni saqlash hamjamiyati bunday bo‘shliqlarni tayyor bo‘lishning bir qismi sifatida bartaraf etishga harakat qilgan bo‘lsa-da, biroq bu aholining ehtiyojlarini o‘rganish va tegishli muammolarni hal qilish uchun yagona asos yaratish uchun mahalliy xizmat ko‘rsatuvchi provayderlarning istiqboli va tajribasini birlashtirganlar kam [6].

Tabiiyki, qat’iy sinov davridagina to‘liq tayyorgarlikni tekshirish mumkin. AQSH hamjamiyati bunday holatlarni oldini olish uchun esa hozirgi kunda zamonaviy axborot-kommunikatsion texnologiyalaridan keng foydalanib kelmoqda. Bunga misol etib Amerikaning “Qizil xoch” tashkiloti va USGS web platformalarini keltirish mumkin. Bundan tashqari 2022 yil may oyida “Building safety month” haftaligi o‘tkazilib uchinchi haftasi “Favqulodda vaziyatlarni boshqarishning to‘rt bosqichini tushunish” mavzusiga bag‘ishlangan.

Xususan, Amerikaning “Qizil xoch” jamiyati web-platformasida favqulodda vaziyatlar uchun aholini tayyorlashga qaratilgan treninglar tashkil etilgan [7]. Trening faqat katta yoshlilar uchun online tarzda tashkil etilgan bo‘lib yosh bolalar uchun esa jamiyat tomonidan kitoblar taqdim etiladi (1-2-rasmlar).

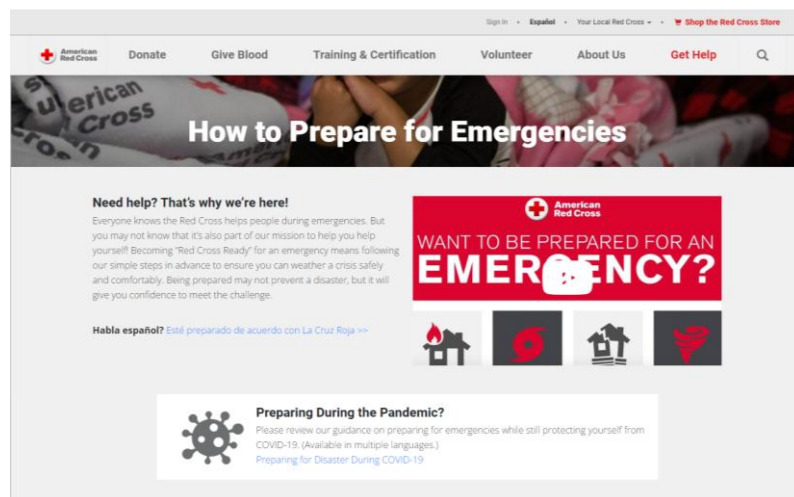
Jamiyat tomonidan taqdim etiladigan bu kabi xizmatlarning barchasi jamiyatni moliyalashtirish va hayriya uchun pullik taqdim etiladi. Platformaga tashrif buyuruvchilar soni 2023 yil avgust holatiga 3,7 mln dan ortiqni tashkil etadi.

Yaponiya davlatida IISEE – xalqaro seysmologiya va zilzila muhandisligi instituti mavjud bo‘lib, web-platformada zilzila vaqtida haraktalanishga o‘rgatuvchi ma’ruzalardan tashkil topgan sahifalar mavjud.

Xalqaro seysmologiya va zilzila muhandisligi instituti (IISEE) zilzilaga moyil rivojlanayotgan mamlakatlardan muhandislar va tadqiqotchilarni taklif qiladi va seysmologiya, zilzila muhandisligi, tsunami va global seysmologik kuzatuv bo‘yicha treninglar o‘tkazadi. Trening uchun IISEE-YUNESKO ma’ruza matnlari loyihasi IISEE o‘quv kurslarida foydalanilgan

o‘quv materiallarini YUNESKO bilan hamkorlikda IISEE veb-saytiga joylashtiradi. IISEE o‘quv kurslarini taqdim etish orqali rivojlanayotgan mamlakatlarda zilzila falokatlarini yumshatishga yordam berishni maqsad qiladi [8]. Web-platfordadan istalgan shaxs foydalana olishi uchun sharoit yaratilgan. Saytlar haqidagi SEO ma’lumotlarini taqdim etuvchi be1.ru ma’lumotlariga ko‘ra saytning mobil ko‘rinishi yo‘q ekanligi aniqlandi. Bu esa foydalanuvchilar uchun biroz noqulayliklar tug‘diradi. Bundan tashqari kurs materiallari mavzulashtirilmagan tartibda bo‘lib, ilk marotaba o‘rganayotgan inson uchun qiyinchilik yuzaga keltiradi.

AQShning Geologik xizmati va AQSh Ichki ishlar vazirligining USGS web saytida “Bolalar uchun zilzilalar” saxifasi mavjud (3-rasm).



1-rasm. Amerikaning “Qizil xoch” jamiyati web-platfordasi



2-rasm. Yosh bolalar uchun favqulotda vaziyatlarga tayyorlanish o‘quv kitoblari

O‘zbekistonda mavjud “ZilzilaMobile” ilovasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi akademiyasi huzuridagi Fuqaro muhofazasi instituti tomonidan zilzilada aholining barcha qatlamini to‘g‘ri harakat qilishga o‘rgatishga mo‘ljallangan mobil dastur yaratildi.

ZilzilaMobile mobil ilovasi yordamida aholiga zilzilada to‘g‘ri harakatlanishni o‘rgatish maqsadida interaktiv vositalar yaratildi. Bu ilova barcha yoshdagi foydalanuvchilar uchun qulay imkoniyatlar yaratadi. Ilova orqali foydalanuvchilar zilzilaga tayyorlanish bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlar va tavsiyalar oladi. Shuningdek, zilzila vaqtida favqulodda holatlarda bajarilishi zarur bo‘lgan qadamlar haqidagi ko‘rsatmalar real vaqt rejimida taqdim etiladi.

Yuqorida keltirilgan tajribalar shuni ko‘rsatadiki, aholining zilzilaga tayyorligi darajasini oshirishda zamonaviy axborot texnologiyalarining ahamiyati katta. AQSh va Yaponiya tajribalari aholini treninglar orqali tayyorlashda samarali usullarni qo‘llab-quvvatlaydi. Ular texnologiyalardan foydalanish orqali fuqarolar bilim va ko‘nikmalarini oshirishga erishgan.

O‘zbekiston tajribasi esa raqamli vositalar orqali aholining amaliy bilim va ko‘nikmalarini oshirishga qaratilgan sa’y-harakatlarning istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi.



**3-rasm.** Maktabda zilzila paytida nima qilish kerak o‘quv portal ishchi oynasi

O‘zbekistonda platformalarning rivojlanishi uchun qo‘shimcha mablag‘ va texnologik qo‘llab-quvvatlash zarur. Ayniqsa, yoshlar va bolalar uchun moslashtirilgan resurslarni ko‘paytirish muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, xalqaro tajribalarni o‘rganish va mahalliy sharoitga moslashtirish orqali rivojlanish uchun yangi yo‘nalishlarni belgilash mumkin.

Aholini zilzilaga tayyorlashda raqamlashtirish jarayonlari yuqori samara beradi. Ushbu maqola O‘zbekistonda ZilzilaMobile kabi loyihalarni yanada rivojlantirish zaruratini ta’kidlaydi. Xalqaro tajribalar asosida platformalarni optimallashtirish va foydalanish qulayligini oshirish muhim. Kelgusida aholi uchun moslashtirilgan va qamrovli raqamli platformalarni ishlab chiqish strategik ahamiyatga ega.

#### **Adabiyotlar ro‘yxati:**

1. Qaxxarov A., Xamrayev X., Ismoilov A. Qurilish ta’lim yo‘nalishdagi talabalarning kasbiy kompetensiyasini rivojlantirishda raqamli texnologiyadan foydalanish // Qurilish va ta’lim ilmiy jurnali. №5-6-Son. 2023 y. 154-158 b.
2. Bekmirzayev D.A, Qosimov E.A va Ismoilov A.M. Xorijiy tajribalar asosida aholini zilzilaga tayyorlash metodlari // Namangan muhandislik – qurilish instituti Qurilish va ta’lim ilmiy jurnali volume 3, Issue 3 No3 (9) 2024 y. 17-21 b.
3. Bekmirzayev D.A, Qosimov E.A, Ismoilov A.M. Aholini zilzilaga tayyorlash jarayonlarini o‘rgatishga mo‘ljallangan milliy ta’lim platformasini o‘rni va ahamiyati // Namangan muhandislik – qurilish instituti Qurilish va ta’lim ilmiy jurnali volume 3, Issue 3 No3 (9) 2024 y. 22-24 b.
4. Bekmirzayev D.A, Qosimov E.A, Ismoilov A.M. Consequences of earthquakes and preventive measures based on foreign experiences // Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology. Volume 9, Issue 2, 2024 y. 189-195 b.
5. Emergency Preparedness for Vulnerable Populations: People with Special Health-care Needs <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2646456/> Gilbert A. Nik and etc.
6. Public Health Reports. (2009). “Emergency Preparedness for Vulnerable Populations: Medical Needs During Natural Disasters”. Vol. 124, Issue 2.
7. Red Cross USA. Official Website. “Training Resources for Disaster Preparedness”.
8. International Institute of Seismology and Earthquake Engineering (IISEE). “Educational Materials on Earthquake Preparedness”. <https://iisee.kenken.go.jp/lna/?mod=seismology>

## **AHOLI TURAR-JOY BINOSIGA TA'SIR ETAYOTGAN TEXNOGEN SHOVQINLARNING HOSIL BO'LISH MANBALARINI INSTRUMENTAL-SEYSMOMETRIK TADQIQOTLAR ASOSIDA ANIQLASH**

**Islamov X.A. , Abduraimov G'.I. , Sunnatullayeva M.Z. , Abdushukurov Sh.Z.**

O'zRFA G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [kh.islamov@gmail.com](mailto:kh.islamov@gmail.com)

**Dolzarbliqi.** Yirik shaharlarda aholi soni va transport vositalari harakati ortishi tufayli turar-joy binolariga ta'sir etuvchi texnogen shovqinlar va tebranishlar soni ko'paymoqda. Ayniqsa, yo'l qoplamasining turli omillar tufayli deformatsiyaga uchrashi natijasida yuzaga kelgan texnogen tebranishlar aholi xavfsizligi va turar-joy binolariga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Ushbu muammoni o'rganish zamonaviy sharoitda dolzarb ahamiyat kasb etadi.

**Tadqiqotning maqsadi.** Turar-joy binoariga ta'sir ko'rsatayotgan texnogen shovqin va tebranishlarning kelib chiqish manbalarini aniqlash, ularning takrorlanish davri va amplituda-chastota tarkibini o'rganish orqali muammoning asosiy sabablarini aniqlash va kelgusida oldini olish choralarini ishlab chiqish muhim hisoblanadi.

**Usul va uslublar.** Guralp CMG-6TD velosimetrlari yordamida turar-joy binosiga (tadqiqot ob'ektiga) va unga yaqin hududlarda texnogen shovqin tebranishlari qayd qilindi, ularning takrorlanishi va chastotaviy tarkibi tahlil qilindi. Kuzatuvlar asosida yo'l qatnov qismining deformatsiyaga uchragan qismidan og'ir yuk transportlari harakatlanishi natijasida yuzaga kelayotganligi aniqlandi.

**Natijalar.** Tadqiqot ob'ekti - Toshken shahrida joylashgan 3 qavatli fuqaroning shaxsiy xonadoniga va u joylashgan maydonga ta'sir etayotgan texnogen shovqinlarning asosiy manbasi sifatida avtotransport yo'l qatnov qismining deformatsiyaga uchragan qismi ekanligi tahlillar orqali isbotlandi.

Deformatsiyaga uchragan asfalt qatlamida og'ir yuk tashuvchi transport vositalari (elektroavtobuslar, samosvallar, beton aralashtirish mashinalari) harakati natijasida sezilarli darajada yuqori chastotali tebranishlar va shovqinlar yuzaga kelayotgani qurilmalar orqali qayd etildi. Bu deformatsiyaga uchragan asfalt qatlami tadqiqot ob'yektidan 100 metrga yaqin masofada joylashgan. Tadqiqot ob'ekti hududida kuzatilgan tebranishlarning amplituda-chastota tarkibi tahlil qilindi. Olingan ma'lumotlarga asosan tebranishlarning tezlik amplitudalari ayrim paytlarda 700 nm/s qiymatigacha etdi.

Rezonans hodisasi aniqlandi: Tadqiqot ob'ektining tabiiy tebranish chastotalari, hamda og'ir transport vositalarining ob'ektga yaqin yo'l qatnov qismining deformatsiyaga uchragan qismida harakati natijasida yuzaga kelayotgan tebranishlar chastotasi bir-biriga mos kelishi tufayli, tebranish amplitudalari bino konstursiyasida 3-4 barobar kuchaymoqda va tadqiqot ob'ektiga qo'shimcha dinamik yuklanishlar uzatmoqda.

Hududdagi transport harakati va yo'l infratuzilmasining holati seysmik shovqin va tebranishlarning asosiy omili sifatida baholandi. Bu holat uzoq muddatli ekspluatatsiya davomida binoning konstruksiyasida texnik zaralar yuzaga keltirib, undan foydalanish xavfini oshiradi. Instrumental o'lchovlar asosida texnogen shovqinlar va ularni vujudga keltiruvchi transport vositalari to'g'risidagi jadval tuzildi va tahlil qilindi. Masalan, elektroavtobus harakati vaqtida tebranishning maksimal tezlik amplitudasi 703,18 nm/s gacha oshdi.

**Xulosa.** Tadqiqotlar davomida instrumental-seysmometrik kuzatuvlar yordamida olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, yo'l qatnov qismining deformatsiyaga uchragan qismlarida yuk transportlari harakati natijasida yuzaga kelayotgan texnogen yo'l bilan hosil bo'layotgan sun'iy tebranishlarning amplituda-chastota tarkibi yaqin atrofda joylashgan 3 qavatli tadqiqot ob'ektining hususiy chastotasi bilan mos tushayotganligi tufayli, tebranishlarning strukturada akslanishi 3-4 barobar ortib ketganligi aniqlandi. Bu esa mazkur hududda istiqomat qiluvchi aholi turar-joy

binosiga sezilarli ta'sir etgan. Ushbu holat, binolarning mustahkamligi va aholi tinchligini buzilishiga salbiy ta'sir ko'rsatgan.

**Tavsiya sifatida**, deformatsiyaga uchragan yo'l qatnov qismini ta'mirlash, og'ir yuk tashuvchi transport vositalari harakatini nazorat qilish va rezonans hodisasiga uchragan aholi bino konstruksiyasini mustahkamlash kabi chora-tadbirlarni ko'rish yoki ishlab chiqish zarurligini ko'rsatadi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Lama, R., and Roberts, D., "Ground Vibration and Noise from Road Traffic," Elsevier Science, 1994.

2. Obermeier, S. F., "Detection of Seismic Waves from Traffic Vibrations," Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 1992. Ю. П. Касьянов, "Городской шум и вибрации", Москва, 1981.

3. S.T. Umarov, "Seysmik mikrorayonlashtirish va bino inshootlarining zilzila xavfsizligi", Toshkent, 2015.

4. Kuo, J., "Characterization of Roadway Vibrations and Traffic Noise," Journal of Acoustical Society of America, 2013.

## **ZILZILA XAVFI YUQORI HUDUDLARDA YO'L VA KO'PRIKLARNING SEYSMIK BARQARORLIGINI TA'MINLASH YO'LLARI**

**Majidov Y.X**

Andijon davlat texnika instituti. e-mail: [myahyobek724@gmail.com](mailto:myahyobek724@gmail.com)

**Dolzarbliqi.** Zilzila xavfi yuqori bo'lgan hududlarda transport infratuzilmasining, ayniqsa yo'l va ko'prik inshootlarining mustahkamligi va ishonchliligi katta ahamiyat kasb etadi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, dunyo bo'yicha yuzaga keladigan tabiiy ofatlar orasida eng ko'p moddiy zarar etkazadigan hodisalardan biri bu — er silkinishlaridir. Zilzila nafaqat bino va inshootlarga, balki ularning funksional aloqalariga — transport, aloqa va logistika tizimlariga ham jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, ko'priklar va avtomobil yo'llari zilzila paytida katta yuklama ostida qoladi, bu esa ularning sinishiga yoki deformatsiyalanishiga olib kelishi mumkin. Bunday sharoitda insonlar xavfsizligini ta'minlash, favqulodda vaziyatlarga tezkor javob berish va iqtisodiy jarayonlar uzluksizligini saqlab qolish uchun yo'l va ko'prik inshootlarining seysmik barqarorligini ta'minlash muhim hisoblanadi. Shuning uchun, zamonaviy yo'l muhandisligida zilzilaga bardoshli konstruksiyalarni loyihalash, seysmik izolyatsiya vositalaridan foydalanish, geotexnik tahlillar asosida grunt barqarorligini baholash kabi muhim bosqichlar mavjud. Ushbu maqolada ushbu masalalarning dolzarbliqi, amaliy muammolari va ularni bartaraf etish bo'yicha mavjud muhandislik yondashuvlari o'rganiladi.

**Geotexnik tadqiqotlar va grunt barqarorligini baholash.** Seysmik xavfi yuqori hududlarda qurilish boshlanishidan oldin geotexnik tahlil o'tkazish zarur. Ushbu tadqiqotlar orqali grunt qatlamlarining fizik-mexanik xossalari aniqlanadi. Jumladan, zichlik, siljishga qarshilik, suvga to'yinganlik darajasi, er osti suvlarining sathi va gruntlarning suyuqlanish ehtimoli tahlil qilinadi. Gruntlar silkinishda suyuqlanish xususiyatiga ega bo'lsa, ular ostida barqarorlikni ta'minlash uchun quyidagi choralar ko'riladi:

- Sun'iy asoslar yaratish (qum, shag'al, beton plitalar yotqizish);
- Gruntni mustahkamlovchi in'ektsiyalar (sement, loy, kimyoviy modda asosida);
- Vertikal drenaj tizimlari (grunt-dagi ortiqcha suvni chiqarib tashlash). Bundan tashqari, nishabliklarda er siljishini oldini olish uchun qiya inshootlar va gabionli to'sinlar qo'llaniladi.

**Ko'prik va yo'l inshootlarida seysmik izolyatsiya texnologiyalari.** Ko'priklar — zilzila ta'sirida eng ko'p deformatsiyaga uchrashi mumkin bo'lgan inshootlar sirasiga kiradi. Zamonaviy

seysmik izolyatsiya texnologiyalari bu xavfni kamaytirishga xizmat qiladi. Ulardan eng muhimlari:

- Elastomer podshipniklar (neopren blok) – ko‘prik ustunlari va qoplama orasida joylashib, tebranish energiyasini yutadi;
- Gidravlik amortizatorlar – silkinish kuchini kamaytiradi va harakatni sekinlashtiradi;
- Izolyatsion bo‘g‘inlar – konstruksiyalar o‘rtasida joylashgan va kuchli zilzila vaqtida ularning bir-biriga urilishini oldini oladi;
- Dempferlar (viskoz, gidravlik, metallik) – kuchli silkinishda inshootning harakatini susaytiradi, rezonansni pasaytiradi.

Bu tizimlar birgalikda ishlaganda, ko‘prikning asosiy konstruksiyasi zarardan asosan saqlanib qoladi.

**Asfaltbeton qatlam va yo‘l konstruksiyasining seysmik bardoshliligi.** Seysmik faol hududlarda asfaltbeton qoplamalarning mustahkamligi va barqarorligini ta‘minlash muhim muhandislik masalasidir. Zilzila vaqtida tuproq qatlamining siljishi, suyuqlanishi yoki cho‘kishi oqibatida yo‘l qoplamalari jiddiy darz ketishi, egilishi yoki butunlay buzilishi mumkin. Ayniqsa, qatlamlar orasidagi kuchlarning notekis taqsimlanishi, asfalt aralashmasining elastikligi etarli bo‘lmasa, bu holat kuchayadi. Asfaltbetonning seysmik bardoshliligini oshirishda birinchi navbatda uning tarkibi va qatlam tuzilmasi muhim rol o‘ynaydi. Modifikatsiyalangan bitum asosidagi asfalt aralashmalari (polimer qo‘shimchali bitumlar) qo‘llanilishi, asfalt qatlamining zarba kuchlarini yutish, deformatsiyalarga bardosh berish xususiyatini oshiradi. Xususan, SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) va EVA (Ethylene-Vinyl Acetate) modifikatorlari yordamida tayyorlangan bitumlar yuqori harorat va kuchli silkinishda elastikligini saqlab qoladi. Qurilishda qo‘llaniladigan geosintetik materiallar, ayniqsa geotextile va geogridlar, asfalt qatlam ostiga yotqiziladi. Ular yuklamani grunt yuzasiga teng taqsimlaydi va qatlamlar orasidagi siljishni kamaytiradi. Bunday qatlamlar grunt cho‘kishining oldini oladi va asfaltbeton sirtining uzluksizligini saqlaydi.

Ko‘prik va yo‘l kesishmalarida, ayniqsa ko‘prikka kirish qismlarida, kompensatsion zonalar tashkil qilinadi. Ushbu zonalar elastik va yumshoq materiallar (masalan, kauchuk plitalar yoki qum-asfalt aralashmalari) yordamida amalga oshiriladi. Bu esa har xil konstruktiv qismlarning mustaqil harakat qilishiga imkon beradi va silkinishda ularning bir-biriga ta‘sirini kamaytiradi. Bundan tashqari, yirik zilzilalardan keyin kuzatilgan tajribalar asosida asfaltbeton qoplamalarni seysmik mustahkamlashda quyidagi echimlar taklif etilmoqda: armaturali asfalt qatlamlardan foydalanish, asfalt qatlamlarini bosqichma-bosqich zichlab yotqizish, pastki qatlamlar tarkibiga mustahkamlikka ega materiallar (granit, bazalt shag‘al) qo‘shish va yostiq qatlam sifatida quyma qumli beton ishlatish. Ayrim hollarda, ayniqsa estakada ostida, to‘ldiruvchi qatlamlar ustiga stabilizatsiyalangan materiallar bilan maxsus tampon zonalar hosil qilinadi. Natijada, asfaltbeton qatlamlar zilzila ta‘sirida buzilmasdan, foydalanish davomiyligini saqlab qoladi. Bu esa nafaqat yo‘l infratuzilmasining ishonchliligini oshiradi, balki favqulodda holatlarda transport harakati uzluksizligini ta‘minlaydi.

**Inshootlar holatini monitoring qilish texnologiyalari.** Zamonaviy yo‘l va ko‘prik inshootlari real vaqt rejimida kuzatib borilishi kerak. Buning uchun seysmik monitoring tizimlari o‘rnatiladi:

- Seysmik sensorlar (akselerometrlar) – tebranish darajasini o‘lchaydi;
- Inklinometrlar – ustunlarning egilishi yoki siljishini aniqlaydi;
- Raqamli platformalar – barcha ma‘lumotlar bulutli tizimda yig‘iladi va tahlil qilinadi;
- Ogohlantiruvchi tizimlar – inshootda normadan ortiq silkinish qayd etilsa, avtomatik ogohlantirish yuboriladi.

Bu tizimlar yordamida zilziladan so‘ng ko‘priklar va yo‘l inshootlari zudlik bilan tekshiriladi va xavfli holatlar aniqlanadi.

O‘zbekiston Respublikasi “Qurilish normalari va qoidalari” (QMQ)da zilzila xavfi mavjud hududlarda yo‘l va ko‘prik qurilishi bo‘yicha alohida bandlar keltirilgan. Xususan, loyihalash ishlari Zilzilabardoshlilik darajasi 7, 8 va 9 ballik hududlarga qarab alohida olib boriladi. Har bir



loyiha inshoot alohida hisob-kitoblar bilan, ehtimoliy seysmik kuchlarga bardosh bera oladigan tarzda ishlab chiqilishi lozim. Seysmik ta'sir faqatgina qurilish bosqichida emas, balki ekspluatatsiya jarayonida ham nazorat ostida bo'lishi kerak. Maxsus datchiklar va sensoriya tizimlari yordamida yo'lning holati real vaqt rejimida kuzatilib borilishi mumkin. Ular grunt harakati, qatlam deformatsiyasi, tebranish tezligi va cho'kish hajmini oldindan aniqlaydi va texnik xizmat ko'rsatish uchun signal beradi. Bu orqali yirik zilzilalardan so'ng yo'l infratuzilmasi tez tiklanadi, xavfsizlik ta'minlanadi. Bundan tashqari, yo'l foydalanuvchilari hayoti bilan bog'liq xavfsizlik masalasi ham dolzarbdir. Zilzila vaqtida asfaltbeton qoplamaning yorilishi, ko'chishi yoki ko'prikdan uzilishi avtotransport vositalarining ag'darilishiga yoki hayot uchun xavfli holatlarning yuzaga kelishiga olib keladi. Shuning uchun, har bir muhandislik echimi faqat texnik emas, balki inson hayotini asrashga qaratilgan bo'lishi lozim. O'zbekiston hududining katta qismi 7–9 ballgacha bo'lgan seysmik zonalarga kiradi. Andijon, Farg'ona, Toshkent viloyatlarida ayniqsa zilzila xavfi yuqori. Shu bois bu hududlarda qurilayotgan avtomobil yo'llarida va ko'priklarda yuqorida aytilgan texnik chora-tadbirlar majburiy tatbiq etilishi zarur. Bu nafaqat qurilish sifatini oshiradi, balki xavfsizlik, ishonchlik va uzoq muddatli xizmat ko'rsatishni ham kafolatlaydi.

**Xulosa.** Seysmik xavfli hududlarda asfaltbeton yo'l qoplamalarini loyihalash va qurish nafaqat muhandislik, balki ijtimoiy xavfsizlik bilan bog'liq muhim masalalardan biridir. Zilzila natijasida yuzaga keladigan silkinishlar va grunt harakati asfalt qatlamlariga jiddiy zarar etkazishi mumkin. Bu esa transport harakati, odamlar hayoti va infratuzilma barqarorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, asfalt aralashmasi tarkibini optimallashtirish, polimer bitumlar va geosintetik materiallardan foydalanish, kompensatsion zonalarni to'g'ri joylashtirish va monitoring tizimlarini joriy etish orqali yo'l qatlamlarining seysmik barqarorligini sezilarli darajada oshirish mumkin. Amaliy tajribalar va zamonaviy texnologiyalarning joriy etilishi yo'l tarmoqlarining chidamliligini, xizmat muddatini va xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, O'zbekiston kabi seysmik faol hududlarda bu yondashuvlar majburiy talablardan biri sifatida qaralishi lozim. Kelajakda ilmiy tadqiqotlar, tajriba sinovlari va innovatsion echimlar asosida yo'l muhandisligi sohasida yanada samarali va xavfsiz echimlar ishlab chiqilishi kutilmoqda.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Ўзбекистон Республикаси қурилиш меъёрлари ва қоидалари (ЎзҚМК) 2.03.01-96. "Автомобил йўллари". – Тошкент: Қурилиш ва архитектура қўмитаси, 1996.
2. Axmedov M.X., Ergashev R.J. "Yo'l qurilishi materiallari". – Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2020. – 320 b.
3. Юлдашев А.Р. "Сейсмостойкое дорожное строительство". – Ташкент: ТИИМС, 2018. – 240 с.
4. Tashpulatov I.I. "Asfaltbeton aralashmalari va yo'l qoplamalari". – Andijon: AndMI, 2021. – 165 b.
5. Michael N. Fardis. Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings. – Springer, 2009.
6. Khosravani M.R., Weinberg K. "Seismic performance of pavement structures: A review." Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2020; 7(4): 417–429.

#### **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ПАСПОРТИЗАЦИИ МОСТОВ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ**

**Бекмирзаев Д.А., Бердибаев М.Ж., Ботабаев Н.И.**

Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева АН РУз, Ташкент

E-mail: [mars.berdibaev@mail.ru](mailto:mars.berdibaev@mail.ru)

**Введение.** Землетрясения относятся к числу наиболее опасных стихийных бедствий, угрожающих человечеству. По своим экономическим, социальным и экологическим последствиям землетрясения занимают ведущее место среди природных катастроф. В прошлом столетии от землетрясений и вызываемых ими пожаров, лавин, наводнений, цунами и оползней погибло более 2 млн человек. За всю историю человечества около 80 млн человек погибло от землетрясений и их прямых последствий – пожаров, цунами, обвалов и др. По данным международного геофизического справочника, каждый год в сейсмически опасных районах земного шара в среднем возникает около 700 землетрясений с магнитудой не менее 5, около 90 – с магнитудой не менее 6 и свыше 12 – с магнитудой 7 и более [1-3].

**Методы исследования.** Паспортизация мостов является первоочередным этапом работ по обеспечению необходимого и экономически целесообразного уровня сейсмобезопасности эксплуатируемых строительных объектов в условиях морального, физического и сейсмического износа сооружений, изменения сейсмической опасности и норм проектирования и строительства в сейсмических районах.

Для проведения анализа уязвимости мостов необходима их инвентаризация, которая должна включать информацию, касающуюся характеристик каждого моста. В последние годы большое внимание уделяется научно-техническому обеспечению и контролю напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций при строительстве и последующей эксплуатации [4].

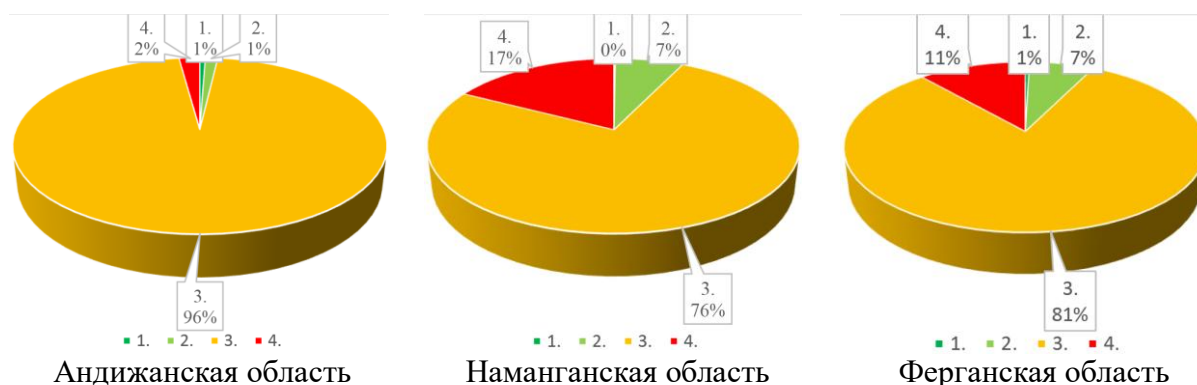
Основные цели данного исследования заключаются в следующем:

- определение необходимости реализации первоочередных мероприятий по учету сейсмического риска, предупреждению социально-экономических потерь, для обеспечения безопасности и повышения качества жизни населения, устойчивого социально-экономического развития;
- создание условий для устойчивого функционирования основных объектов социальной инфраструктуры, систем жизнеобеспечения и транспортных сооружений в Узбекистане;
- достижение приемлемого уровня сейсмической безопасности транспортных сооружений в Узбекистане;
- снижение возможного экономического, социального и экологического ущерба от сейсмических воздействий;
- создание паспортов обследования на сейсмостойкость транспортных сооружений (мосты, путепроводы, эстакады) в Узбекистане.

Для достижения этих целей необходимо выполнить следующие задачи:

- визуальный осмотр и инструментальное обследование транспортных сооружений;
- выявление сейсмически уязвимых сооружений, в отношении которых, в первую очередь, следует разработать мероприятия по снижению их сейсмического риска до приемлемого уровня для дальнейшей эксплуатации;
- выявление наиболее сейсмоопасных сооружений, требующих первоочередного сноса или укрепления;
- оценка ожидаемой степени повреждения сооружений в зависимости от их проектных решений, износа и сейсмостойкости при максимальных сейсмических воздействиях [5];

**Результаты и обсуждение.** В результате инвентаризации мостов, эксплуатируемых в наиболее сейсмически активных регионах Узбекистана, в том числе в Андижанской, Ферганской и Наманганской областях, была сделана оценка их сейсмостойкого состояния.



### Сейсмостойкое состояние мостов по

#### Андижанской, Наманганской и Ферганской области:

1 – сейсмобезопасное; 2 – сейсмостойкость удовлетворительная; 3 – неудовлетворительная сейсмостойкость, требуется инструментально-техническая проверка; 4 – в аварийном состоянии, требуется укрепление

#### Заключение.

В данной статье представлены результаты исследований, которые были проведены для определения сейсмической уязвимости существующих транспортных сооружений в Узбекистане. Результаты паспортизации позволили выявить сейсмоопасные транспортные сооружения, назначить первоочередные объекты по их сейсмоусилению или сносу, определить объемы затрат на усиление сейсмоопасных транспортных сооружений и сносу ветхих сооружений.

#### Список литературы:

1. Бекмирзаев Д.А., Нишонов Н.А., Бердибаев М.Ж., Ботабаев Н.И. Формирование электронно-технических паспортов по сейсмостойкости транспортных сооружений. «Проблемы сейсмологии». Ташкент, 2024. №2, т.6. С. 173-182.
2. Апсеметов М.Ч., Мурзакматов Д.К., Женишбеков Э.Э., Шекеев А.О. Исследование повреждения дорожных сооружений при сильных землетрясениях. Известия ОшГУ, 2017 №3.
3. Шестопёров В.Г. Сейсмическое микрорайонирование участков строительства мостов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва - 2006. – С. 104.
4. Бержинская Л.П. Надежность региональных типов зданий при сейсмических воздействиях (На примере Прибайкалья). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Иркутск - 2006. – С. 125.
5. Кулбаев Б.Б., Шокбаров Е.М. Паспортизация зданий и сооружений существующей застройки города Алматы. Наука та будівництво, 29(3), 24-28. <https://doi.org/10.33644/2313-6669-14-2021-3>.

## **ЗИЛЗИЛАБАРДОШ БИНОЛАР ҚУРИЛИШИДА, ҚУРИЛИШ МАЙДОНИНИНГ МУҲАНДИСЛИК-ГЕОЛОГИК ХУЛОСАСИНИНГ АҲАМИЯТИ**

**КУРБАНОВ Б.И., ХАСАНОВ З.З.**

Самарқанд давлат архитектура-қурилиш университети, Самарқанд шаҳри  
e-mail: [kurbanovbahodir03@gmail.com](mailto:kurbanovbahodir03@gmail.com), Тел. +99890503-22-95

**Долзарблиги.** Статистик маълумотларига асосан қурилишда учрайдиган бузилишлар (авариялар)нинг 90% и асос ва пойдеворлар зиммасига тўғри келади. Улар қуйидаги асосий хатоликлар туфайли рўй беради [1]:

1. Муҳандислик геологик ва гидрогеологик қидирув ишларини етарлича ва сифатли қилиб олиб бормаслик натижасида;
2. Асос ва пойдеворларни лойиҳалашда ва ҳисоблашда қўйиладиган хатоликлар;
3. Аксарият ҳолларда қурилиш технологиясининг талабларини бузиш юзасидан келиб чиқадиган хатоликлар;
4. Қурилиш жараёнида конструкцияларнинг сифатини етарли даражада таъминламаслик.

Мамлакатимизда қуриладиган бино ва иншоотларни лойиҳалаш учун олиб борилган қурилиш майдонининг муҳандислик-геологик изланишлари етарлича ва сифатли қилиб олиб бормаслик. Ҳаттоки, баъзи лойиҳалаш ташкилотлари лойиҳалаш биноларни муҳандислик-геологик хулосаларсиз лойиҳалаб, уларни экспертизага жўнатишяптилар. Экспертиза лойиҳалаш учун муҳандислик-геологик хулосанинг йўқлигини таъкидлагандан кейингина экспертизага тағдим этиш учун лойиҳалаб бўлинган бино учун муҳандислик-геологик хулоса олишяптилар. Агар эксперт бинони лойиҳалаш учун муҳандислик-геологик хулосани йўқлигини таъкидламаса, у бино учун муҳандислик-геологик хулоса олинмайди. Ваҳоланки, қурилиш майдонининг муҳандислик-геологик изланишлар хулосаси экспертиза учун эмас, балким биноларни асос ва пойдеворларини қолаверса бутун бинони бикирлигини тўғри ҳисоблаш учун ҳам зарурий ҳужжат ҳисобланади. Ҳозирги лойиҳачиларнинг кўпчилиги қурилиш майдонининг муҳандислик-геологик хулосаси нима учун кераклигини тушунишмайди. Уларнинг наздида қурилиш майдонининг муҳандислик-геологик хулосаси лойиҳани экспертизадан ўтказиш учун тағдим этиладиган ҳужжатлардан бири ҳисобланади. Агар эксперт шу ҳужжатни бўлиши керак эканлигини талаб қилмаса, улар шу ҳужжатсиз биноларни лойиҳалайдилар.

**Тадқиқотнинг мақсади.** Муҳандислик-геологик хулосада, қурилиш майдонининг *зилзила бўйича неча болга тааллуқли эканлиги, лойиҳаланаётган бино пойдевори остидаги грунт қатламларининг зилзила бўйича қайси тоифага тааллуқли эканлиги ва шу асосида бинони нечи балга лойиҳалаш кераклиги келтириб ўтилади.* Бундан ташқари лёссли ўта кўкувчан грунтлар бўлса, грунтларни ўта чўкувчанлик бўйича типлари берилади. Грунтлар ва ер ости сувларни агрессивлиги кўрсатилади ва шу агрессивлик асосида бино ер ости қисмини барпо этишда қўлланиладиган бетонларни қанақа цементлардан тайёрлаш бўйича тавсиялар берилади. Қурилиш майдонининг муҳандислик-геологик шарт-шароитлари бўлмиш ўсимта айниқса тўқма қатламларининг қалинлиги қолаверса ер ости сувларининг сатҳи ва уларни қанчага кўтарилиши ва бошқа лойиҳалаш учун билишимиз керак бўлган фойдали маълумотлар келтирилади.

**Усул ва услублар.** Зилзилабардош бинолар лойиҳалаш учун аввалам бор қурилиш майдонининг муҳандислик-геологик изланишларини етарли ва сифатсиз олиб бориш талаб этилади. Қурилиш майдонининг муҳандислик-геологик изланишларини етарли ва сифатсиз олиб борилган хулосалари асосида ёки умуман муҳандислик-геологик изланилар хулосасисиз лойиҳаланган бинолар зилзилабардош эканлигига шубҳаланмасдан иложимиз

йўқ. Баъзи ҳолларда биноларни 8 балли зилзила таъсирида ҳисоблаб лойиҳалаш ўрнига 9 балли зилзила таъсирида ҳисоблаб лойиҳалашда ёки унинг тескариси.

**Натижалар.** Статистик маълумотларга қараганда бинони ҳисоблаб ва лойиҳалашда зилзила таъсирини 1 баллга камайтириш ёки ошириш умумий бино таннархининг 30% га камайиши ёки ошишига олиб келади. Бу эса катта сумани ташкил этади. Умуман олганда етарли ва сифатли қилинган муҳандислик-геологик изланишлар бино умумий таннархини 30% га арзонлаштириши ёки қимматлаштириши мумкин. Бундан ташқари бинонинг ер ости қисмини тўғри, арзон ва технологик нуқтаи назардан осон асос ва пойдевори лойиҳаланишига олиб келиши мумкин.

### **Хулосалар**

1. Ҳар қандай бино ёки иншоотларни лойиҳалашда албатта қурилиш майдонинг муҳандислик-геологик изланишлар хулосаси асосида ва унинг хулоса қисмида келтириб ўтилган кўрсатма ва тавсияларига амал қилиш талаб этилади.
2. Муҳандислик-геологик изланишларини олиб боровчи ташкилотларга гувоҳнома бериш учун уларнинг лабораторияларини борлигига ишонч ҳосил қилиш талаб этилади.
3. Муҳандислик-геологик хулосаларсиз лойиҳаланган бино лойиҳаларини эксперт томонидан аниқланган ҳолатлар юзасидан уларга нисбатан баённомалар расмийлаштирилиб уларни моддий жавобгарликларга тортиш.
4. Лойиҳа ташкилотлари ходимларини малака ошириш даврида муҳандислик-геологик хулосаларининг лойиҳалаш босқичидаги роли ва аҳамияти ҳақида тушунтириш ишларини олиб бориш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати**

1. З.З. Сирожиддинов Грунтлар механикаси, асос ва пойдеворлар. Қозикли пойдеворлар. Самарқанд 2024.
2. ШНҚ 1.02.09- 15 Қурилиш учун муҳандислик геология изланишлари.
3. ҚМҚ 2.01.03-19 Сейсмик ҳудудларда қурилиш

## **СЕЙСМОУСТОЙЧИВОСТЬ ТРУБОПРОВОДА, ПРОЛОЖЕННОГО ЧЕРЕЗ ОВРАГ**

**Мирзаев И.<sup>1,2</sup>, Ан Е.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент

<sup>2</sup>Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т.Уразбаева АН РУз, Ташкент  
e-mail: [ibrakhim.mir@mail.ru](mailto:ibrakhim.mir@mail.ru) , [ekaterinaan@mail.ru](mailto:ekaterinaan@mail.ru)

**Актуальность.** Трубопроводы являются важной инфраструктурой, по которой транспортируется вода, газ, нефть и другие жидкости необходимые для обеспечения комфортной жизни людей. Надземная прокладка трубопроводов часто используется в сложных рельефных условиях с топографическими элементами, такими как овраги и реки. Овраги характеризуются значительной глубиной и крутизной склонов из-за чего появляются дополнительные нагрузки на трубопровод, что увеличивает риск его повреждений. В отличие от подземных систем, такие трубопроводы испытывают комплексное воздействие механических и природных факторов, к основным из них относятся статическое давление, температурные перепады, гравитационные, ветровые, сейсмические воздействия, оползни, эрозия и подвижки грунта. Таким образом, изучение устойчивости трубопроводов на эти воздействия является актуальным и жизненно необходимым.

**Цель исследования.** Выявить параметры, влияющие на сейсмоустойчивость трубопровода, проходящего через овраг, при действии сил в виде гравитационных, эксплуатационных и сейсмических нагрузок.

**Методы.** Рассмотрен участок газопровода конечной длины, когда средняя его часть находится на опорах в зоне оврага, а две крайние его части расположены в грунте. Высота опор подбирается таким образом, чтобы обеспечить одинаковый уровень расположения трубопровода в грунте и на опорах. Примыкающие к оврагу участки трубопровода находятся в грунте, где расстояние от верха засыпки трубы до верхней образующей трубы постоянно и равно 1 м. Внутреннее давление в трубопроводе 7,5 МПа, температурный перепад 30°C. Профиль газопровода задан в прямолинейной ортогональной системе координат под действием собственного веса, веса газа и воздействия эксплуатационных (давление транспортируемого газа и температурный перепад) и сейсмических нагрузок.

Граничные условия на торцах трубопровода задаются в предположении, что перемещения равны осадке грунта, а повороты относительно осей координат равны нулю. Так же введено допущение, что трубопровод установлен на скользящих опорах без ограничений на повороты. А в местах контакта с опорами положено, что только поперечные и вертикальные перемещения этих узлов задаются как движение грунта.

Взаимодействие трубопровода с окружающим грунтом на крайних участках, заложенных в грунт, описывается линейной моделью [1 – 4].

Формула распределенной внешней нагрузки, связанная с собственным весом единицы длины трубопровода и весом газа, приведена в работах [2–5].

В продольной осевой силе трубопровода учитывается деформация сжатия-растяжения, влияние давления транспортируемого газа и температурного перепада на изгиб трубопровода [2]. Задача является нелинейной из-за коэффициента продольного усилия в элементах. И для решения этой задачи используется метод последовательных приближений, который связан с большими поворотами и малыми деформациями [6]. Суть этого метода заключается в том, что вначале значение продольной силы принимаем по всей длине трубопровода в виде заданной силы и затем определяем в каждом конечном элементе значение продольного усилия с учетом искривленной формы трубопровода.

Полная математическая постановка задачи приведена в работе [7]. Используя метод конечных элементов (МКЭ), метод конечных разностей и метод последовательных приближений разработаны алгоритм решения и программа для моделирования нелинейного поведения трубопроводов, проложенного через овраг, на сейсмические нагрузки. Задача решена в два этапа. Сначала решена нелинейная статическая задача, т.е., когда трубопровод, проложенный над оврагом, находится под действием собственного веса и эксплуатационных нагрузок. Проведено итерационное уточнение решения: при первой итерации на трубопровод действуют только собственный вес, вес транспортируемого продукта и начальное значение продольной силы, возникающей за счет давления и температурного перепада транспортируемого газа, т.е. после первой итерации образуется изгиб трубопровода. А в последующей итерации на трубопровод действует вычисленная продольная осевая сила, которая связана с деформацией сжатия-растяжения элементов трубопровода. Получается нелинейная задача, так как осевое усилие зависит от прогиба, а прогиб в свою очередь зависит от осевой силы. В результате решения статической задачи полученный вектор обозначается через  $\{U_{st}\}$ .

На втором этапе решена динамическая задача, когда трубопровод, проложенный через овраг, находится под действием гравитационных, эксплуатационных и сейсмических сил. Результаты статической задачи являются начальными данными для решения динамической задачи. Поэтому вводится коррекция по значениям  $\{U_{st}\}$  на значения координат узловых точек и решается задача под действием гравитационных, эксплуатационных и сейсмических нагрузок. Сейсмическая нагрузка задана в виде трехкомпонентной сейсмограммы землетрясения Газли 1976 г. Продолжительность действия землетрясения  $t=28$  с; амплитуда колебаний грунта соответствует 9\*-балльному

землетрясению по шкале MSK-64; сейсмическая волна распространяется со скоростью 500м/с по направлению оси трубопровода.

**Результаты.** При решении статической задачи сделана оценка погонной жесткости трубопровода (диаметр и толщина трубы на единицу длины) и реакций опор на прогиб и напряжения трубопровода, пересекающего овраг. Максимальная деформация трубопровода возникает в зоне оврага. Основным фактором, влияющим на реакцию трубопровода, является наличие опор в зоне оврага. Было выявлено, что отсутствие обеих опор в зоне оврага вызывает наибольший прогиб и наибольшее значение напряжения в трубопроводе, по сравнению со случаем наличия опор. А наименьшее значение максимального прогиба наблюдается в случае, когда трубопровод размещен на двух опорах в зоне оврага и имеется податливый грунт на участке, примыкающего к оврагу, поскольку податливый грунт позволяет трубопроводу просесть. Следовательно, этот случай является наиболее благоприятным решением прокладки трубопровода через овраг.

Исследования показали, что чем больше диаметр трубопровода, тем прогиб меньше вследствие увеличения изгибной жесткости. А с увеличением сжимающей трубопровод силы (обусловленное перепадом температуры и внутреннего давления транспортируемого продукта) происходит увеличение его прогиба. Перепад температуры и давление транспортируемого продукта оказывают большее влияние на прогиб при меньших диаметрах трубопровода.

При решении задачи в динамической постановке получены результаты о сейсмическом воздействии (сейсмограмма Газли) и влиянии опор на сейсмоустойчивость трубопровода, проходящего через овраг. Результаты численного моделирования продемонстрировали сложную картину распределения значений перемещений и напряжений вдоль длины трубопровода, вызванную воздействием сейсмической волны.

При наличии двух опор в зоне оврага динамика изменений амплитуд сейсмической волны в грунте совпадает со значениями колебаний вертикальных перемещений в месте закрепления трубопровода с опорой и жестким закреплением концов трубопровода в грунте, при этом наблюдается сдвиг по времени, связанный с приходом волны. Около правого торца трубопровода происходят высокочастотные колебания поперечных перемещений и максимальных нормальных напряжений, обусловленных тем, что максимальное вертикальное перемещение в заданной волне в этот момент времени подходит к правому торцу с последующим возникновением вибраций с собственной частотой.

Разрушение одной опоры приводит к вертикальному смещению трубопровода, равному перемещению, полученному по результатам расчета в статической постановке. И с приходом волны появляются высокочастотные колебания, связанные с отсутствием опоры. Наблюдается асимметрия картины смещений с преобладанием в левую сторону. На границе грунта появляется наибольшее сжимающее изгибное напряжение в нижней точке трубопровода (-25 МПа) из-за того, что грунт подпирает трубопровод и грунт подвергается большей деформации. В середине трубопровода растягивающее изгибное напряжение составляет 15 МПа, а максимальное растягивающее напряжение (20 МПа) - смещено влево от центра трубопровода.

При полном отсутствии опор наблюдается симметричная картина, наибольшее сжимающее изгибное напряжение составляет -50 МПа в точках, которые соответствуют берегам оврага. В середине трубопровода наибольшее растягивающее изгибное напряжение составляет приблизительно 40 МПа, это значение почти вдвое превосходит аналогичный показатель при наличии двух опор в зоне оврага.

**Заключение.** Проведенное исследование демонстрирует важность анализа распространяющейся сейсмической волны на поведение трубопроводов, проложенных над оврагами, для обеспечения их сейсмоустойчивости. Отмечено, что сейсмоустойчивость трубопроводов на статические и динамические нагрузки при прокладке через овраги

зависит от таких факторов как погонная жесткость трубопровода, наличие опор в зоне оврага, эксплуатационные и сейсмическая воздействия.

Выявлено, что при расчете по сейсмограмме Газли (интенсивностью 9\* баллов по шкале MSK-64) напряжения (для случаев, когда отсутствуют одна или обе опоры в зоне оврага) превышают допустимый предел упругости стали марки Ст.3 с пределом упругости 185 МПа, что повышает риск разрушения трубопровода. Этот эффект обусловлен тем, что на трубопровод воздействует быстро возрастающая продольная нагрузка, аналогичный эффект описан в литературе [8] при изучении устойчивости балочных элементов.

На основе проведенных расчетов предложен наиболее благоприятный случай прокладки трубопроводов через овраг. Рекомендуется использовать усиленные конструкции в зонах оврага, применяя дополнительные меры защиты, такие как установка двух опор в зоне оврага и наличие податливого грунта на расстоянии 5 м на участках, примыкающих к оврагу. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на совершенствование методов и разработку более устойчивых конструкций трубопроводов, прокладываемых через овраги, что позволит повысить эффективность эксплуатации таких систем.

#### **Список литературы:**

1. Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. Ташкент: Фан, 1973. 180 с.
2. Шаммазов А.М. и др. Расчет и обеспечение прочности трубопроводов в сложных инженерно-геологических условиях. М.: Интер, 2005. 705 с.
3. Айнбиндер А.Б. Расчет магистральных и промысловых трубопроводов на прочность и устойчивость: Справочное пособие / А.Б. Айнбиндер. М.: Недра, 1991. 287 с.
4. Ясин Э.М., Черников Э.М. Устойчивость подземных трубопроводов. М.: Недра, 1967. 120 с.
5. Mardonov B., Mirzaev I., Nishonov N., An E., Kosimov E. Study of the uplift of buried pipelines in liquefied soils based on the earthquake record // E3S Web of Conferences TT21C-2024 "Actual Problems of Decarbonization of Transport and Power Engineering: Ways of Their Innovative Solution", 515, 04009.
6. Филиппов А.С. Численные методы в механике деформируемого твердого тела. М., 2016. 233 с.
7. Мирзаев И., Ан Е.В. Исследование устойчивости участка трубопровода, проходящего через овраг, на сейсмические воздействия // «Проблемы механики». 2024. №4. С. 73-81.
8. Вольмир А.С. Устойчивость упругих систем. М., 1963. 879 с.



## **ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО МОСТА**

**Мирзаев И., Аскарова Д.С.**

Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан  
e-mail: [ibrakhim.mir@mail.ru](mailto:ibrakhim.mir@mail.ru) (+998 90 938-80-17)

**Введение.** В работе [1] представлена оценка безопасности на основе предельного состояния существующих предварительно – напряженных железобетонных пролетов моста в отношении изгибающего момента и механизма разрушения под действием осевой силы.

Расчет мостов и путепроводов на воздействие землетрясений с их записями позволяет анализировать их напряженно – деформированное состояние [2, 3].

В настоящей статье на примере расчета трехпролетного железобетонного железнодорожного моста на реальные сейсмические воздействия произошедших землетрясений показано влияние предварительного напряженного состояния пролетного строения на сейсмостойкость моста во время землетрясения.

**Постановка задачи и методы решения.** Сейсмические волны состоят из вертикального и двух горизонтальных смещений, мосты также имеют три измерения. Пролетные строения железобетонных железнодорожных мостов часто состоят из балок поперечного сечения различной формы. Остальные их конструктивные элементы имеют разные деформационные свойства и связаны друг с другом эксцентриситетами. Задача является математически сложной, для ее решения используются численные методы. Мосты сложной конструкции разбивают на элементы и узлы с помощью метода конечных элементов [3, 4]. Создающие предварительное напряжение в пролетном строении рабочие арматуры задаются предварительной деформацией и прикреплением каждого конечного элемента рабочей арматуры к нейтральной оси пролетного строения с эксцентриситетами.

Железобетонный железнодорожный мост состоит из трех пролетов (11.5+23.6+11.5 м), в котором использованы четыре типовые балки по 11.5 м (класс бетона В30) и две типовые балки по 23.6 м (класс бетона В35) с поперечными сечениями в форме тавра. Масса одного пролетного строения длиной 11.5 м составляет 28.9 т, в котором использована ненапряженная рабочая арматура А-III. Масса одного пролетного строения длиной 23.6 м составляет 49.2 т, использована предварительно – напряженная рабочая арматура Вр-II с заданной деформацией -0.00504.

**Обсуждение результатов.** Железнодорожный мост расположен в районе с сейсмической интенсивностью 7 баллов. Численным решением задачи сейсмостойкости моста показано изменение его напряженно – деформированного состояния во времени.

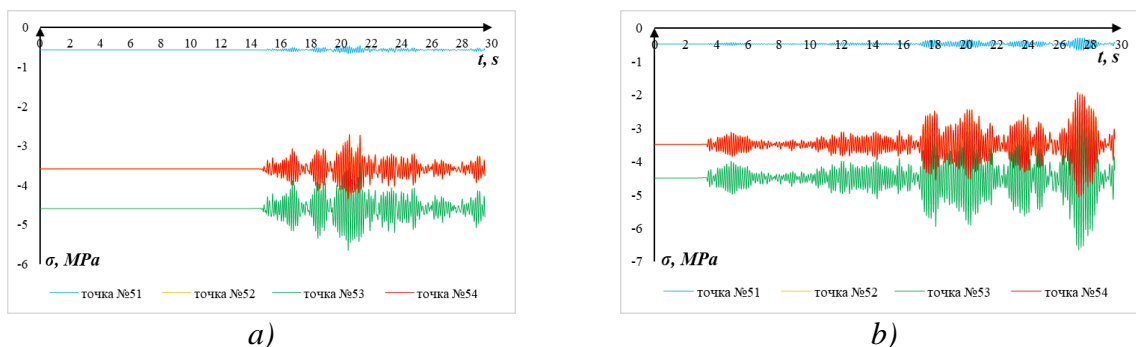
Результаты расчетов железнодорожного железобетонного моста получены на основании реальных записей землетрясений:

1. Boshroyeh (Иран) – 000181 (16.09.1978 г., 7 баллов по MSK-64, максимальные горизонтальные и вертикальное: ускорения – 0.955 м/с<sup>2</sup>, 0.734 м/с<sup>2</sup> и 0.764 м/с<sup>2</sup>; скорости – 0.0901 м/с, 0.0948 м/с и 0.0682 м/с; перемещения – 0.0143 м, 0.0217 м и 0.0109 м; шаг оцифрования – 0.005 с, продолжительность – 41.645 с).

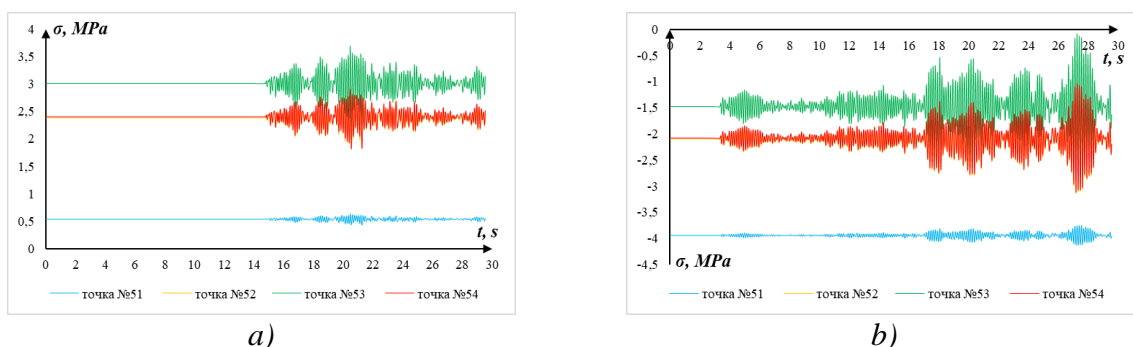
Для дискретизации железнодорожный мост был разбит на 151 конечный элемент с учетом работы каждого типа конечного элемента, количество узловых точек 118. Вычисления проводились по неявной схеме Ньюмарка с шагом по времени 0.001 с. Типы характеристик конечных элементов – 16 различных типов были даны через соответствующие порядковые номера. Количество соединений с эксцентриситетом – 56.

Сначала рассмотрим изменение во времени нормальных напряжений в элементах пролетного строения 23.6 м, а также результаты расчетных значений для случаев работы под воздействием предварительно – напряженной арматуры.

На рис. 1 и 2 приведены графики изменения значений напряжений в верхней и нижней сторонах пролетного строения длиной 23.6 м. Напряжения в симметричных, относительно середины пролета, точках 52 и 54 почти одинаковы, поэтому график 52-го узла, имеющий желтый цвет, остается в тени красного цвета графика 54-го узла.



**Рис. 1. Изменение по времени напряжений, возникающих в верхней стороне элементов пролетного строения, без предварительного напряжения (а) и с предварительным напряжением рабочей арматуры (б)**



**Рис. 2. Изменение по времени напряжений, возникающих в нижней стороне элементов пролетного строения, без предварительного напряжения (а) и с предварительным напряжением рабочей арматуры (б)**

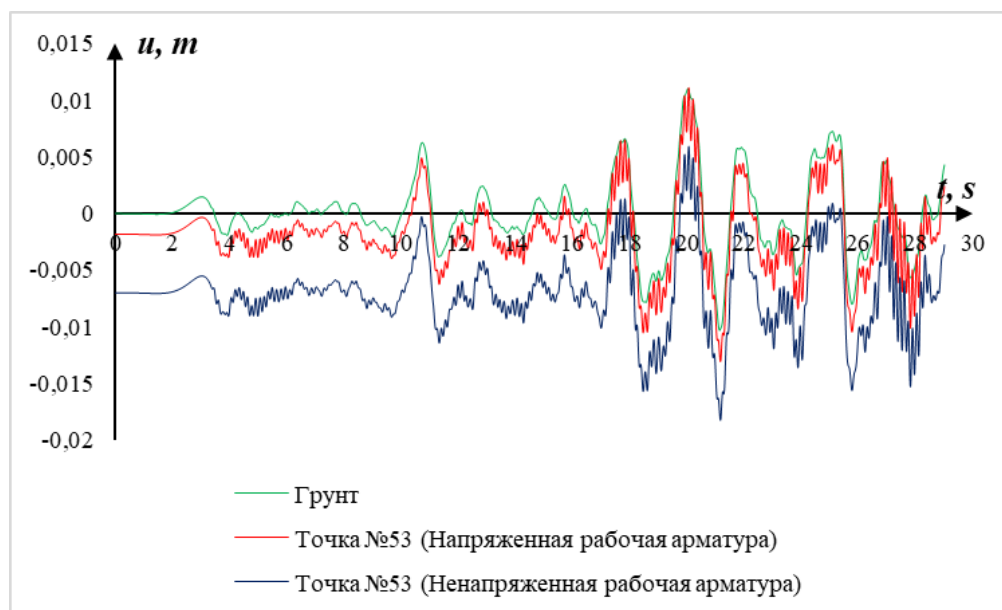
Результаты расчетов на сейсмостойкость железнодорожного моста на основании существующих записей 7 балльного землетрясения “Boshroyeh” в соответствии с нормативным документом ШНК 2.05.03-12 были сопоставлены с допустимыми значениями напряжений для соответствующих классов бетонов. Для пролетного строения длиной 23.6 м, изготовленного из бетона марки В35, допустимые напряжения при сжатии составляют -17.5 МПа, а при растяжении 3.25 МПа. В соответствии с полученными результатами, без предварительного напряжения арматуры железнодорожного моста, вычисленные значения оказались выше допустимых по нормативному документу значений напряжений на растяжение на 0.45 МПа, которое показывает, что пролетное строение может разрушиться под действием землетрясения.

Во втором случае, при получении значений с учетом предварительно – напряженной рабочей арматуры, расчетные значения соответствовали нормативным. По данным, полученным в результате расчетов, с учетом предварительно – напряженной арматуры во время землетрясения максимальное сжимающее напряжение в верхней стороне пролетного строения равно -6.7 МПа, а максимальное сжимающее напряжение в нижней стороне равно -4.2 МПа. Предварительное напряжение рабочей арматуры обеспечивает отсутствие растягивающих напряжений в пролетном строении, тем самым предотвращает образование трещин в бетоне.

В результате численного расчета сейсмостойкости железнодорожного моста с учетом предварительно – напряженной рабочей арматуры было выявлено, что мост выдержит землетрясение интенсивностью 7 баллов.

На рисунке 3 показан график вертикального смещения.

Из рисунка 3 видно, что в статическом состоянии прогиб пролетного строения уменьшается при учете предварительно – напряженной рабочей арматуры, а в динамике колебательный процесс происходит около статически равновесного состояния.



**Рис. 3. Изменение вертикального смещения пролетного строения, без предварительного напряжения (синяя линия) и с предварительным напряжением рабочей арматуры (красная линия) по времени**

**Вывод.** По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы: В соответствии с полученными результатами при землетрясении “Boshroyeh”, без предварительного напряжения арматуры железнодорожного моста, вычисленные значения оказались выше на 0.45 МПа допустимых по нормативным документам значений напряжений на растяжение. С учетом предварительно – напряженной арматуры во время землетрясения максимальное сжимающее напряжение в верхней стороне пролетного строения равно -6.7 МПа, а максимальное сжимающее напряжение в нижней стороне равно -4.2 МПа. Предварительное напряженное состояние пролетного строения обеспечивает его работу в области сжимающих напряжений, тем самым обеспечивает сейсмостойкость моста при землетрясении интенсивностью 7 баллов.

#### Список литературы:

1. Ferrara M., Gino D., Miceli E., Giordano L., Malavisi M., Bertagnoli G. Safety assessment of existing prestressed reinforced concrete bridge decks through different approaches // Structural Concrete. 2024. <https://doi.org/10.1002/suco.202301049>
2. Mirzaev I., Askarova D., Turdiev M., Shomurodov J. Shear oscillations of bridge on sliding foundation during earthquake // E3S Web of Conferences. 2023, vol. 401, 01074. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101074>
3. Shermukhamedov U., Mirzaev I., Karimova A., Askarova D. Calculation of the stress-strain state of monolithic bridges on the action of real seismic impacts // E3S Web of Conferences. 2023, vol. 401, 05080. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340105080>
4. Mirzaev I., Askarova D. Spatial oscillations of a railway bridge under the impact of a real earthquake // V Central Asian conference on soil mechanics and geotechnical engineering. 2022. pp. 91-95.

## **КЎП КВАРТИРАЛИ УЙЛАРНИ РЕКОНСТРУКЦИЯ ҚИЛИШДА ХОРИЖИЙ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТЛАР ШАРҲИ**

**Хотамов А.Т., Раҳматхўжаева Д.Ш.**

Тошкент архитектура-қурилиш университети “Шаҳар инфратузилмаси” кафедраси  
e-mail: [a.xotamov@taqu.uz](mailto:a.xotamov@taqu.uz),

**Аннотация:** Мазкур мақолада хорижий мамлакатларда кўп квартирали уйлар (ККУ)ни реконструкция қилиш бўйича олиб борилган илмий тадқиқотлар ва амалий ёндашувлар ўрганилади. Швеция, Германия, Франция, Дания каби давлатлар тажрибаси асосида ККУ реконструкциясининг энергия самарадорлиги, иқтисодий самарадорлик, ижтимоий ёндашувлар ва техник инновациялар таҳлил қилинади.

**Кириш.** Сўнгги ўн йилликларда кўп квартирали уй-жой фондининг эскириши глобал муаммога айланди. Айниқса, 1950-1980 йилларда қурилган турар-жойлар энергия самарадорлигининг пастлиги, техник носозликлар ва замонавий эҳтиёжларга жавоб бермаслиги билан ажралиб туради. Бу муаммо нафақат бизда, балки Европанинг ривожланган давлатларида ҳам долзарб ҳисобланади. Шу сабабли кўплаб илмий тадқиқотлар ушбу уйларни реконструкция қилишнинг самарали йўллариини излашга қаратилган. Ушбу мақолада Швеция, Дания, Германия, Франция каби давлатларда олиб борилган тадқиқотлар таҳлил қилинади ва уларнинг умумий хулосалари келтирилади.

**Асосий қисм.** Россия Федерациясида умумий уй-жой фондининг 10% ни 1959-1985 йилларда қурилган 290 млн. кв.м 5 қаватли йирик панелли “Хрушчевка”лар ташкил этади. Уларнинг аксарияти ташқи деворларидан замонавий қурилган кўп квартирали уйларга нисбатан 3 баробар кўп иссиқлик йўқотади. Бу кўп квартирали уйларнинг жисмоний эскириш даражаси 40% дан 80% гача [1].

Энг кўп маънавий ва жисмоний эскириш К-7, ИИ-32, ИИ-35, ИИ-32, 1605-АМ, 1МГ-300 каби серияларга тегишли кўп квартирали уйларга хосдир [2-5].

1990 йилларда МНИИТЭП (Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии, экспериментального проектирования) ва МосжилНИИпроект ҳамкорлигида олиб борилган техник текширувлар натижасида оммавий сериялар бўйича қурилган 1-464, 1-447, 1-335, 1-510, 1-511, 1-515 кўп квартирали уйларни бузиш бутунлай иқтисодий нуқтаи-назардан самарасиз ва бу масалани фақатгина шаҳарсизлик чоратадбирлари орқали ечиш мумкинлиги аниқланди. Улардаги мустаҳкамлик захираси узок йилларга ва ҳаттоки кўшимча 1–2 қават, агарда энгил конструкциялардан фойдаланилганда 3–4 қават устига қуриш имконияти мавжудлигини кўрсатади [2; 4-7].

Ҳозирги пайтда бундай кўп квартирали уйларни реконструкцияси бўйича Москвада жуда катта ишлар амалга оширилмоқда. Бу ишлар кўп квартирали уйларни модернизация қилиш, ташқи деворларини иссиқлик қатламлари билан ҳимоялаш, устига 1 ёки 2 қават мансарда сифатида қават қуриш билан амалга оширилмоқда.

Бошқа хорижий мамлакатларда ҳам реконструкция масаласи энг муҳим масала ҳисобланиб, қурилишга ажратилаётган умумий маблағнинг 20-30% янги қурилишга, 70-80% эса реконструкция ишлари учун сарфланади [2]. Бу кўрсаткич РФ да 1.5-3% ни ташкил этса, Ўзбекистонда эса ундан ҳам паст. Яшаётган аҳолини кўчирмасдан 3-6 ойда кўп квартирали уйларни реконструкция қилиш бўйича Франция тажрибаси мутахассисларга маълум.

**Швеция тажрибаси.** Швецияда реконструкция стратегиялари энергия самарадорлигини ошириш ва ижтимоий барқарорликни таъминлашга қаратилган. Кристина Мжёрнелл ва Паула Феменіаснинг тадқиқотлари кўрсатадики, аҳолининг ижтимоий ҳимоясини инобатга олган ҳолда уйларни модернизация қилиш мақсадга мувофиқ [3;7]. Реконструкция жараёнида ташқи иссиқлик изоляцияси, дераза алмаштириш, вентиляция тизимларини янгилаш асосий йўналишлар ҳисобланади. Швецияда кўп квартирали уйларга

хизмат кўрсатиш, реконструкция қилиш тўлиқ аҳолининг тўловлари ҳисобидан амалга оширилади.

**Готенбургда тадқиқоти.** Готенбург шаҳрида кўп квартиралли уйларнинг энергия самарадорлиги ва реконструкция инвестициялари бўйича олиб борилган тадқиқотда, турли мулкдор гуруҳларининг инвестиция қарорлари ва энергия самарадорлиги ўртасидаги боғлиқлик ўрганилган. Тадқиқотда, ижтимоий мақсадли мулкдорлар, масалан, жамоат мулкдорлари, паст даромадли худудларда кўпроқ инвестиция қилишга мойил эканлиги аниқланган. Бундан ташқари, мулкдорларнинг ижтимоий мас'улиятга бўлган ёндошуви ва энергия самарадорлигини оширишга бўлган қизиқишлари таҳлил қилинган [7-8].

**Дания ва Швеция – баҳолаш методологияси.** Ёвко Иванов Антонов ва бошқалар томонидан олиб борилган тадқиқотда, Дания ва Швейцарияда кўп қаватли уйларни реконструкция қилиш учун баҳолаш методологияси ишлаб чиқилган. Ушбу методология, турли реконструкция вариантларини баҳолашда иқтисодий ва энергия самарадорлиги параметрларини ҳисобга олишга қаратилган [1;4;9]. Тадқиқотда, турли реконструкция вариантларини баҳолашда ҳаётий цикл харажатлари ва энергия самарадорлиги каби параметрлар асосида қарорлар қабул қилиш кўрсатилган. Бу ёндашув узоқ муддатли харажатларни ҳисобга олиб, энг оптимал техник ечимни танлаш имконини беради [4].

**Германия ва Франция молиявий ёндашуви.** Бу борада Германия тажрибаси ҳам ўзига хос аҳамиятга эга. Масалан, Берлинда жами уй-жой фондининг 70% — 34 млн. та квартиранинг 24 млн. таси “ночор” турар-жой фонди сифатида қаралиб, реконструкция қилиш учун бунга 816 млрд. немис маркаси сарфланган [5]. Шарқий Германиянинг тажрибаси бўйича сўнгги 10 йилликда ташқи панел конструкцияси реконструкциясидан кейинги энергия тежамкорлик 30-70% га ошди. Германиядаги мазкур кўп квартиралли уйлар 1980-йилларда қурилган бўлиб, ҳали улар техник ҳолат бўйича ночор аҳволда эмас эди [1].

Францияда 6 млн. та квартира комфорт талабига, 200 мингта квартира санитария-гигиеник меъёрлар талабига жавоб бермайди. Бундан ташқари Францияда аҳолини кўчирмасдан 3–6 ой ичида реконструкция қилиш амалиёти кенг қўлланилади [6].

**Бошқа давлатлар мисолида.** Нидерландияда давлат томонидан эски турар-жой даҳаларини реконструкция қилиш дотатсия ажратиш ҳисобидан бажарилади.

**Голландияда** кўп квартиралли уйларни реконструкцияси, шаҳарни янгилаш бўйича ягона фонд эвазига амалга оширилиб, ҳукумат томонидан унга камида йилига 500 млн. доллар харажат қилинади.

**Польшада** ҳукумат томонидан 22% уй-жой фондини реконструкция қилиш белгиланган бўлиб, бунда капитал таъмирлаш ёки реконструкция қиймати бинонинг тикланиш қийматининг 70% идан ошиб кетса, унда кўп квартиралли уйлар бузилишига маҳкум бўлади.

**Чехословакияда** биринчи оммавий серияли кўп квартиралли уйларни реконструкция жараёнида прогрессив сифатида биринчи ва охириги қаватлардан нотурар-жой сифатида бошқа тадбирлар учун фойдаланиш одат тусига кирган.

Умуман олганда, хориж тажрибаси шуни кўрсатадики, алоҳида жойлашган кўп квартиралли уйларни реконструкция қилиш самарасиз ҳисобланади. Шаҳарсизликда реконструкцияни ва реновацияни комплекс равишда амалга ошириш (ўзида капитал таъмирлаш ва модернизацияни акс эттирувчи эски турар-жой даҳаларини) самарали бўлиб, иқтисодий жиҳатдан ҳар томонлама ўзини оқлайди.

Юқорида келтирилган таҳлиллар ғарбий Европа мамлакатлари учун характерли бўлиб, республикамизда албатта бундай илғор тажрибалардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Лекин мавжуд биноларнинг жисмоний умрбоқийлиги, зилзилабардошлик кўрсаткичи бўйича уларнинг захираси республикамиз учун долзарб масаладир. Сабаби, биноларни реконструкция қилишда иқтисодий, ижтимоий самардорликни белгиловчи учун биринчи сабаб – бу уларнинг техник хавфсизлигидир, юк кутарувчи конструкцияларнинг жисмоний захирасидан келиб чиқадиган зилзилабардошлик кўрсаткичидир. Узоқ муддатли эксплуатация мобайнида мавжуд дефектлар ривожланган,

қурилиш конструкциялари материалларининг дастлабки физик-механик хоссалари ўзгарган, бинонинг техник ҳолати категорияси номаълум ҳолатга келишидир.

**Хулоса.** Хорижий тажриба шуни кўрсатадики, кўп квартирали уйларни реконструкция қилишда ягона техник ёки молиявий ёндашув етарли эмас. Бундай дастурларни муваффақиятли амалга ошириш учун қуйидагилар зарур:

- Ижтимоий масъулиятни ҳисобга олган стратегиялар;
- Энергия самарадорлигини таъминлашга йўналтирилган технологиялар;
- Узоқ муддатли иқтисодий баҳолаш;
- Аҳоли ва мулкдорларнинг фаол иштирокини таъминлаш;
- Бинонинг жисмоний ва маънавий умрбоқийлигини прогнозлаш, баҳолаш;
- Бинонинг амалдаги зилзилабардошлигини баҳолаш;
- Бинонинг техник ҳолатини техник ҳолатлар категорияси бўйича аниқлаш.

Демак, Ўзбекистонда мавжуд уй-жой фондини модернизация қилиш, авваломбор мазкур фондга кирувчи биноларнинг сейсмик хатарларни камайтириш учун уларнинг жисмоний умрбоқийлиги ва зилзилабардошлигидан келиб чиққан ҳолда энергия сарфини камайтириш бўйича санация қилиш, комфортлик талаблари бўйича модернизация қилиш каби ишларни бажариш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

#### **Адабиётлар рўйхати:**

1. Чувилова И.В., Кравченко В.В. Комплексные методы реконструкции и модернизации массовой жилой застройки. Вестник ЮУрГУ, Серия «Строительство и архитектура», 2011. - с. 39-44.
2. Mjörnell, K., Femenías, P., & Annadotter, K. (2019). Sustainable Renovation Strategies for Multi-family Buildings in Sweden. Sustainability, 11(24), 6988. <https://doi.org/10.3390/su11246988>
3. Antonov, Y. I., Girsang, A. S., & Achurra, A. (2020). Multi-Criteria Assessment Methodology for Building Renovation in Denmark and Switzerland. Buildings, 10(6), 102. <https://doi.org/10.3390/buildings10060102>
4. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). (2015). Energetische Sanierung von Wohngebäuden in Deutschland: Strategie und Umsetzung. Berlin: BMUB.
5. ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie). (2020). La rénovation énergétique des bâtiments: Enjeux et pratiques. Paris: ADEME Publications.
6. "Building Ownership, Renovation Investments, and Energy Performance - A Study of Multi-Family Dwellings in Gothenburg" (2018) Sustainability - Mikael Mangold, Magnus Österbring, Conny Overland, Tim Johansson, Holger Wallbaum.
7. Yovko Ivanov Antonov, Per Heiselberg, Flourentzos Flourentzou, Michal Zbigniew Pomianowski (2020)"Methodology for Evaluation and Development of Refurbishment Scenarios for Multi-Story Apartment Buildings, Applied to Two Buildings in Denmark and Switzerland". Buildings,10.3390/buildings10060102.
8. Шаҳарсозликда уй-жой фондини эскиришини баҳолаш методологияси ва мониторинг тизимининг илмий асослари. Дис. т.ф.д. Хотамов А.Т. Тошкент, ТАҚУ, 2021. 394 б.
9. <http://www.asninfo.ru/tegi/renovacia-cpb>.

## SEGMENTLI YER OSTI QUVURLARI SEYSMODINAMIKASI

Mirzayev I.<sup>1,2</sup>, Bekmirzayev D.A.<sup>2</sup>, Qosimov E.A.<sup>2</sup>, An E.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent shahri

<sup>2</sup>M.T. O‘rozboev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti,  
Toshkent shahri

e-mail: [ibrakhim.mir@mail.ru](mailto:ibrakhim.mir@mail.ru)

**Mavzuning dolzarbligi.** Yer osti quvurlar tizimi suv, gaz va neft mahsulotlarini uzoq masofalarga tashish uchun keng qo‘llaniladi. Suv ta‘minoti tizimlari odatda turli geologik sharoitlarga ega bo‘lgan ob‘ektlardan o‘tadigan keng geografik hududlarda loyihalanaadi. Lekin er osti quvurlar tizimi kuchli zilzilalar paytida doimo jiddiy shikastlanadi. 2008 yil Venchuan zilzilasi ( $M_L=8.0$ ) paytida 47 000 km dan ortiq er osti suv quvurlari tizimi shikastlangan va buning natijasida Sichuan provinsiyasidagi 69,6% hududlarda suv ta‘minoti to‘xtatilgan [1].

O‘zaro ulangan segmentli er osti quvurlarining mexanik harakati bo‘yicha ko‘plab eksperimental va sonli hisoblash usullar mavjud. Jumladan, Newmark va Rosenblueth tomonidan er osti segmentli quvurlarning seysmik reaksiyasini baholash uchun bir xil deformatsiya usuli birinchi marta 1971 yil taklif qilingan. Ushbu usulda quvur deformatsiyasi atrofdagi grunt bilan bir xil deb hisoblanadi va quvurning inersiya kuchi e‘tiborga olinmaydi [2].

Ushbu ishlarning davomi sifatida ko‘plab olimlar tomonidan kvazistatik analitik usullar taklif qilingan va ishlab chiqilgan. Ushbu usullarga muvofiq, grunt va quvur o‘rtasidagi chiziqsiz o‘zaro ta‘sirni hisobga olish mumkin. Hozirgi vaqtda analitik va chekli elementlar usullari ko‘plab olimlar tomonidan quvur va grunt o‘rtasidagi murakkab o‘zaro ta‘sirni modellashtirish uchun keng qo‘llanilmoqda [3-4].

Yer osti quvurlari tarmog‘i o‘zaro murakkab hamda quduq bilan bog‘lanadigan turli xil bog‘lanishli tarmoqlanib ketgan er osti quvurlaridan tashkil topadi. Ulanishlar quvur strukturasiining geometriyasi va qattiqligini o‘zgartiradi va quvur tarmog‘ining kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatiga ta‘sir qiladi [5].

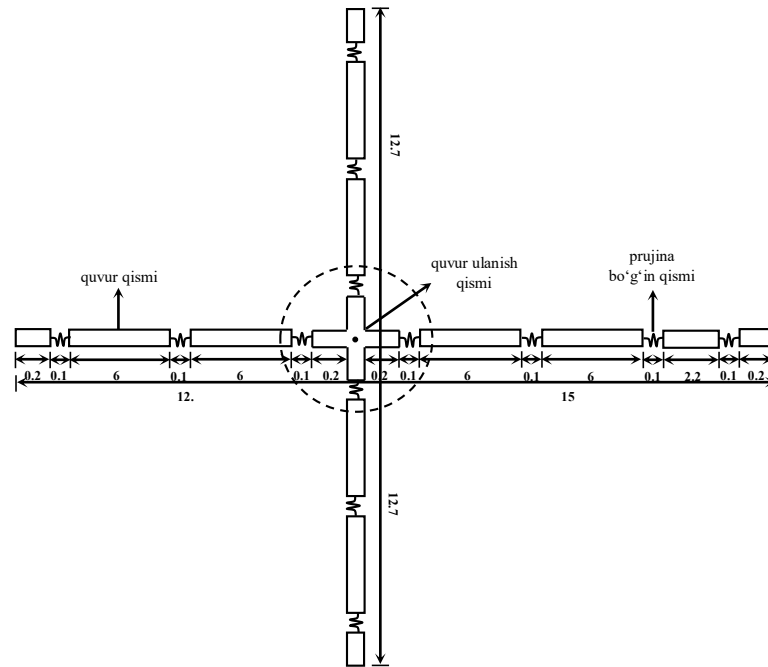
Yuqori darajada ishlab chiqilgan bo‘g‘inlar segmentlangan quvur qismlari orasidagi nisbiy cho‘zilish, siqilish, egilish va burilish orqali deformatsiyani yutish uchun ishlatiladi. Quvurning konstruktiv tizimini uzluksiz holatdan segmentlangan holatga o‘tkazish va shu bilan bo‘g‘inlardagi kuchlanishlar konsentratsiyasini lokalizatsiya qilish orqali quvurning buzilishi xavfini kamaytirish mumkin [6].

Sohaga oid tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, statik va dinamik jarayonlarda er osti quvurlarining seysmodinamik jarayonlarini matematik modellashtirish muammolari hozirgi kunda etarli darajada o‘rganilmagan. Ushbu tadqiqotlar er osti quvurlar tizimi uchun seysmodinamik jarayonlarni modellashtirish muammolarini ishlab chiqish muhimligini ta‘kidlaydi.

**Tadqiqotning maqsadi.** Maqolada “quvur-grunt” tizimining chiziqli munosabatida o‘zaro burchak ostida ulangan bo‘g‘inli er osti fazoviy quvurlar tizimining seysmodinamik jarayonlari ko‘rib chiqilgan.

Wei Liu va boshqalar tomonidan chop etilgan [7] ishda segmentlarga bo‘lingan va o‘zaro perpendikulyar joylashgan quvurlar tizimi 1940-yildagi “El-Centro” zilzilasining bir komponentli akselerogrammasi asosida tahlil qilingan. Mazkur tadqiqotda esa, xuddi shunday geometriyaga ega quvurlar tizimi uchun uch komponentli akselerogramma ta‘sirida dinamik hisoblashlar bajarilgan. Olingan natijalar yuqorida ta‘kidlangan maqolada keltirilgan natijalar bilan solishtirildi.

Maqolada o‘zaro perpendikulyar birikkan bo‘g‘inli er osti fazoviy quvurlar tizimining seysmodinamik jarayonlari o‘rganildi (1-rasm).



1-rasm. O‘zaro perpendikulyar birikkan bo‘g‘inli er osti fazoviy quvurlar tizimi

**Usul va uslublar.** Qo‘yilgan masalani hisoblashda sonli usullar sifatida fazoviy koordinatalar bo‘yicha chekli elementlar usuli va vaqt bo‘yicha chekli ayirmalar usulining oshkormas sxemasidan foydalanilgan. Seysmik to‘lqin ta’sirlari real zilzila yozuvlari asosida modellandi. Quvurlar tizimining mexanik va geometrik parametrlari 7-maqoladan olingan.

Hisoblashlar O‘zbekistonning Gazli shahrida 1976 yil 17-may sanasida sodir bo‘lgan intensivligi MSK-64 shkalasi bo‘yicha 9+ balni tashkil etgan zilzilaning uch komponentli real yozuvlaridan, 1940 yilda sodir bo‘lgan “El Centro” va 1978 yilda Eronning Tabas shahrida sodir bo‘lgan intensivligi MSK-64 shkalasi bo‘yicha 9 ball bo‘lgan zilzilalarning real yozuvlaridan foydalanilgan.

1-jadvalda “quvur-grunt” tizimining bo‘ylama va ko‘ndalang o‘zaro ta’sir koeffitsiyentlari  $k_x = \pi D k_x^*$  ( $k_x^*$  – grunt va quvur o‘zaro ta’siri koeffitsiyenti) keltirilgan [7].

“Quvur-grunt” tizimining bo‘ylama va ko‘ndalang o‘zaro ta’sir koeffitsiyentlari

1-jadval

№	$k_x$ (N/m <sup>2</sup> )	$k_y$ (N/m <sup>2</sup> )
I-tip	$3.4748 \times 10^8$	$1.8596 \times 10^9$
II-tip	$1.3048 \times 10^8$	$6.6940 \times 10^8$

**Natijalar.** Wei Liu va boshqalar tomonidan tayyorlangan ilmiy ishda keltirilgan natijalarda “El Centro” zilzilasi bir komponentli zilzila yozuvlaridan foydalanilgan. 2-jadvalda maqola mualliflari tomonidan olingan natijalar Wei Liu va boshqalar ilmiy ishida natijalar bilan solishtirilgan. Hisoblashlar bir komponentli real zilzila yozuvlari asosida amalga oshirilgan hamda solishtirish natijalari keltirilgan.

Hisoblash natijalarini solishtirish

2-jadval

O‘zaro ta’sir koeffitsiyenti	Real zilzila yozuvlari	[14] ishda natijalar		Maqola mualliflari natijalari		Farq (%)
		$BD_{chop}$ (mm)	$BD_{o'ng}$ (mm)	$BD_{chop}$ (mm)	$BD_{o'ng}$ (mm)	
I-tip	El Centro (1-komp)	0.221	0.221	0.229	0.229	3.5%
II-tip	El Centro (1-komp)	0.291	0.291	0.301	0.301	3.3%



Hisoblash natijalaridan ko‘rinib turibdiki maqola mualliflari tomonidan olingan natijalar Wei Liu va boshqalar maqolasidagi natijalar bilan deyarli mos tushgan. Ushbu hisoblash natijalarini davom ettirgan holda uch komponentli turli hududlarda sodir bo‘lgan zilzilalarning real yozuvlaridan foydalanib hisoblash ishlari amalga oshirildi (3-jadval).

O‘zaro ulangan perpendikulyar shakldagi er osti quvurining OX o‘qida joylashgan chap va o‘ng segmentlaridagi hosil bo‘lgan nisbiy ko‘chishlari.

3-jadval

O‘zaro ta’sir koefitsienti	Real zilzila yozuvlari	$BD_{\text{chap}}$ (mm)	$BD_{\text{o'ng}}$ (mm)
<b>I-tip</b>	El Centro (1-komp.)	0.229	0.229
	El Centro (3-komp.)	0.289	0.289
<b>II-tip</b>	El Centro (1-komp.)	0.301	0.301
	El Centro (3-komp.)	0.421	0.421
<b>I-tip</b>	Gazli (1-komp.)	0.250	0.250
	Gazli (3-komp.)	0.324	0.324
<b>II-tip</b>	Gazli (1-komp.)	0.326	0.326
	Gazli (3-komp.)	0.430	0.430
<b>I-tip</b>	Tabas (1-komp.)	0.412	0.412
	Tabas (3-komp.)	0.558	0.558
<b>II-tip</b>	Tabas (1-komp.)	0.544	0.544
	Tabas (3-komp.)	0.736	0.736

**Xulosa.** Uch komponentli zilzila yozuvlari bo‘yicha moslashuvchan bo‘g‘inlarda yuzaga keladigan deformatsiyalarning qiymatlari hisoblab chiqilgan. Zilzilalar intensivligining oshishi er osti quvurlari va nisbatan ko‘proq deformatsiyalanuvchan bo‘g‘inlarda yuzaga keladigan kuchlarning oshishiga olib kelishi aniqlangan. Olingan natijalar asosida bo‘g‘inlarning buzilishiga baho berish mumkin.

Moslashuvchan bo‘g‘inlarda yuzaga keladigan deformatsiya qiymatlarining ortishi seysmik to‘lqinning ta’sir yo‘nalishiga, uning komponentlariga hamda quvur va bo‘g‘in materialining fizik va mexanik parametrlariga bog‘liq.

#### **Adabiyotlar ro‘yxati:**

1. Li, H. N., Xiao, S. Y., Huo, L. S. Damage investigation and analysis of engineering structures in the Wenchuan earthquake // *Journal of Building Structures*, 2008, vol. 29, no. 4, pp. 10-18.
2. Newmark N., Rosenblueth E. *Fundamentals of Earthquake Engineering*. New Jersey. 1971 y.
3. Wang, L. R. L.; Pikul, R. R.; O’Rourke, M. J. Imposed ground strain and buried pipelines // *Journal of Pressure Vessel Technology. Transactions of the ASME*, 1982, vol. 108, no. 2, pp. 259-263.
4. O’Rourke M.J., Liu X. *Seismic Design of Buried and Oshore Pipelines*, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2012.
5. Mirzaev I., Nishonov N., Bekmirzaev D., Kosimov E. Seismodynamics of the Cross-Shaped Underground Pipeline under Real Earthquakes // *AIP Conference Proceedings*, 2022, 2432, 030107. <https://doi.org/10.1063/5.0089585>.
6. Melissianos V.E., Korakitis G.P., Gantes C.J., Bouckovalas G.D. Numerical evaluation of the effectiveness of flexible joints in buried pipelines subjected to strike-slip fault rupture // *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 2016, 90, 395–410. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2016.09.012>.
7. Wei Liu, Zhaoyang Song and Yunchang Wang. Seismic Analysis of the Connections of Buried Segmented Pipes // *Computer Modeling in Engineering & Sciences. CMES*, vol.123, no.1, pp.257-282, 2020. doi: 10.32604/cmes.2020.07220.

## **НОТУРАР БИНО ВА ИНШООТЛАРНИ ХАТЛОВДАН ЎТКАЗИШ ВА СЕЙСМИК РИСКНИ БАҲОЛАШДА ЗАМОНАВИЙ ИЛМИЙ-АМАЛИЙ ЁНДАШУВЛАР**

**Актамов Б .У.**

ЎзРФА F.O.Мавлонов номидаги Сейсмология институти, Тошкент шаҳри  
e-mail: [b.u.aktamov@gmail.com](mailto:b.u.aktamov@gmail.com). тел: (+998) 97 409-20-27

**Тадқиқотнинг долзарблиги.** Сейсмик хавф юқори бўлган ҳудудларда нотўрар бино ва иншоотларни хатловдан ўтказиш, уларнинг конструктив ҳолатини баҳолаш ва эҳтимолий сейсмик хатарлар даражасини аниқлаш хавфсиз қурилишни таъминлашда муҳим амалий вазифадир. Бу жараёнда рақамли маълумотлар базалари, геоахборот тизимлари (ГАТ) ва кадастр маълумотларини жалб этиш сейсмик риск комплекс баҳолаш имконини беради.

**Тадқиқотнинг мақсади.** Нотўрар бино ва иншоотларни сейсмик риск нуктаи назаридан баҳолаш учун конструктив таҳлил, рақамли маълумотлар базаси яратиш, ГАТ воситаларидан фойдаланиш ва кадастр маълумотларини интеграция қилиш асосида комплекс ёндашувни ишлаб чиқиш ва уни амалиётда қўллаш имкониятларини аниқлаш.

**Сейсмик рискни баҳолашда асосий ёндашувлар.** Сейсмик рискни баҳолашнинг назарий жиҳатлари кўплаб тадқиқотчилар томонидан кўриб чиқилган бўлиб, улар сейсмик риск, қурилишнинг заифлиги ва сейсмик хавф каби омилларни ҳисобга олиш асосида сейсмик рискни баҳолаш ва прогноз қилиш усулини ишлаб чиққанлар [1-2]. Умумий қабул қилинган концепцияга кўра, В.И. Осипов ва бошқалар сейсмик хавф турли хил хавф элементларининг (одамлар, фуқаролик ва саноат аҳамиятига эга муҳандислик иншоотлари, ҳаёт таъминоти линиялари, инфратузилманинг бошқа таркибий қисмлари, иқтисодий ва тижорат фаолияти ва бошқалар) сейсмик хавфи ва заифлиги суперпозитсияси сифатида таърифлайди [1].

Сейсмик рискни баҳолашда услубий ёндашувлар. Сейсмик рискнинг таркибий қисмларини баҳолашда асосан иккита ёндашув қўлланилади: детерминистик ва эҳтимолий.

Детерминистик ёндашув сейсмик манбанинг геологик-тектоник хусусиятлари билан белгиланадиган максимал потенциалини ҳисобга олишга асосланган. 1) асосий сейсмоген зоналардан ўрганилаётган ҳудудгача минимал масофада мумкин бўлган максимал магнитудали ўчоқ мавжуд бўлганда ва 2) зилзила ўчоқларининг тарқоқлиги туфайли бевосита тадқиқот объекти остидаги фон сейсмиклиги асосий сейсмик манба сифатида қабул қилинганда. Бундай ёндашув сўнгги йилларда сейсмик хавфни баҳолашда "неодетерминистик" ёки "сценарли зилзила" деган янги ном олди [1].

Эҳтимолий ёндашув турли хил сейсмик манбалардан участкада ҳисобланган сейсмик таъсирнинг пайдо бўлиш эҳтимолини баҳолайди. Иншоотлар ва биноларга сейсмик таъсирни эҳтимолий баҳолашда асосан учта омил ҳисобга олинади: таъсир кучи, тебранишларнинг спектрал таркиби ва маълум вақт оралиғида ҳисобланган қийматлардан ошиб кетиш эҳтимоли. Таъсир кучини баҳолашда ер юзаси тебранишларининг интенсивлиги (тезланишлар, тезликлар ёки силжишлар қийматларида) ва маълум бир ҳудуд учун сейсмик тебранишларнинг сўниш қонуни каби параметрлардан фойдаланилади [1].

Нотўрар бинолар ва иншоотларни сейсмик риск нуктаи назаридан баҳолашда қуйидаги кўп босқичли ёндашувлар муҳим: [2]

**1-ёндашув. Конструктив параметрларни аниқлаш.** Иншоотнинг лойиҳавий-меъморий хусусиятлари, қўлланилган қурилиш материаллари, ёш даражаси ва эксплуатация

ҳолати иншоотнинг сейсмик барқарорлигига тўғридан-тўғри таъсир этади. Хатлов пайтида куйидаги параметрлар тўпланади:

- Иншоот тузилиши (рамали, панелли, ёпиқ конструкция ва б.к);
- Девор ва устун материаллари (бетон, кирпич, металл ва ҳ.к.);
- Боғловчи элементлар ҳолати ва қўшимча мустаҳкамлаш ишлари мавжудлиги [2].

**2-ёндашув. Грунт асосларини сейсмик таҳлили.** Бино-иншоот пойдевори остидаги грунтлар сейсмик тўлқинларни қандай ўтказиши, уларда юзага келадиган кучайиш коэффициенти ( $a_{\max}/g$ ),  $V_{s30}$  (30 м гача бўлган тезлик профили), HVSR (резонанс частотаси ва спектрал қийматлар) орқали баҳоланади. Грунтларнинг сейсмик хусусиятлари баъзан иншоотнинг ўзига қараганда ҳам рискни кўпроқ белгилайди [2-3].

**3-ёндашув. Сейсмик риск даражасини классификациялаш.** Европа Макросейсмик Шкаласи (EMS-98), FEMA ва маҳаллий сейсмик тузилмалар асосида ҳар бир иншоот учун индивидуал хавф категорияси белгиланади. Масалан:

- A – юқори хавф (функционал бузилиш хавфи юқори);
- B – ўрта хавф (қисман зарар эҳтимоли бор);
- C – паст хавф (ҳимоя ва таъмир талаб этилмайди).

**Электрон маълумотлар базасини яратиш.** Замоनावий хатлов жараёнида маълумотларни қоғоз шаклда эмас, балки электрон форматда тўплаш ва сақлаш талаб этилади. Бу нафақат маълумотларни тизимлаштириш, балки уларни таҳлил қилиш, визуализация қилиш ва бошқариш имконини ҳам беради. Электрон база куйидаги элементларни ўз ичига олади: Иншоот ID рақами ва GPS координаталари, конструктив маълумотлар (яширин нуқсонлар, эскириш даражаси), фото тасвирлари, сейсмик параметрлар ( $V_{s30}$ , HVSR, PGA), муаллиф ва хатлов санаси [2-4].

**Геоахборот тизимлари (ГАТ)дан фойдаланиш.** ГАТ платформалари (QGIS, ArcGIS, MapInfo ва ҳ.к.) орқали тўпланган маълумотлар географик асосда жойлаштирилади. Бу нафақат ҳар бир иншоотнинг аниқ манзили ва ҳолатини визуал кўрсатиш, балки ҳудудий таҳлил, хатарни кластерлаш ва стратегия яратиш имконини беради. Ушбу амалий тадқиқотлардан хавфли ҳудудлар тизимли хариталари, сейсмик рискни юқори туманлар рўйхати, иншоотлар тармоқларининг рискни таҳлил қилинади [2, 5-8].

Сейсмик рискни эҳтимоли юқори ҳудудларда реконструкция ва мустаҳкамлашга устуворлик бериш, хавфли ҳудудлар тизимли хариталари, сейсмик заифлиги юқори туманлар рўйхати, иншоотлар тармоқларининг (электр, сув, транспорт) риск таҳлили, сейсмик риск эҳтимоли юқори ҳудудларда реконструкция ва мустаҳкамлашга устуворлик бериш каби натижаларга эришилади.

**Кадастр маълумотлари таҳлили.** Мавжуд кадастр маълумотларини таҳлил қилиш нотўғри ёки умуман рўйхатга олинмаган нотўрар иншоотларни аниқлаш имконини беради. Айниқса хусусий мулк шаклидаги иншоотлар кўпинча давлат тизимларида қайд этилмаган бўлади. Бу сейсмик риск таҳлилида катта хато манбаи ҳисобланади [6]. Шу боис кадастр билан ГАТ маълумотларини қиёслаш орқали реал ҳолат акс эттирилади.

**Хулоса ва таклифлар.** Нотўрар бино ва иншоотларни хатловдан ўтказишда фақат техник кўздан кечириш етарли эмас. Ушбу жараёнда сейсмик таҳлил, рақамли маълумотлар тўплами, геоахборот тизимлари ва кадастр маълумотлари интеграция қилингандагина тўлиқ ва ишончли сейсмик риск баҳоси тузилиши мумкин. Мазкур ёндашувлар шошилини ҳолатларда иншоотлар ҳолатини тез баҳолаш, ҳудудий реконструкция ва модернизацияни тўғри йўлга қўйиш, давлат бошқарувида сейсмик рискга қараб устуворликни аниқлаш

имконини яратади. Тадқиқот ҳудудида юзага келиши мумкин бўлган ижтимоий-иқтисодий талафотларга олдиндан тайёргарлик кўриш ҳамда сейсмик рискни камайтиришнинг илмий ва амалий дастурларини ишлаб чиқиш учун асос сифатида қўлланилади.

Ушбу мақола Иноватсион ривожланиш агентлиги томондан беринган амалий лойиҳа #АЛ- 8924073457-Р3 рақамли “Кучли zilzilalarda эпитсентрал зоналарда бино-иншоотларни шикастланишини макросейсмик ма’лумотлар базаси платформасини ишлаб чиқиш” лойиҳаси ҳисобидан тайёрланди.

#### **Адабиётлар рўйхати:**

1. Ismailov, V. A., Aktamov, B. U., & Allayev, Sh. B. (2020). Methodology for assessing the consequences of strong earthquakes for urban areas (Методика оценки последствий сильного землетрясения для городских территорий). *Journal of Civil Protection*, 4, 305–315. <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-3.305>
2. V.A. Ismailov, S. I. Yodgorov, S. B. Allayev, T.U.Mamarazikov, S. Avazov. Seismic microzoning of the Tashkent territory based on calculation methods // *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. – 2022. – Vol. 152. – P. 107045 <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.107045>
3. В.А.Исмаилов и др. Научно-исследовательская работа/ Сейсмическое микрорайонирование г.Ташкент в масштабе 1:25 000// Тошкент-2023
4. В.И.Уломов, (1995). Резонансные эффекты при сейсмических воздействиях на грунты и сооружения. *Геотехническая механика*, 10(2), 15
5. P.A. Burrough., R.A. McDonnell. Principles of Geographical Information Systems // Oxford University Press. 2015. 333 p.
6. Aktamov B. U., Ismailov V. A., Yodgorov Sh.I., «Earthquake damage assessment of buildings in rural areas (in the sample of Jizzakh region)», *International Journal of Geology, India*. pp 35–42, (2020)
7. M. Erdik., A. Durukal. Earthquake Risk Assessment for Istanbul Metropolitan Area // *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 2008. Vol. 28, Issue 10-11. Pp. 714-723. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2007.10.007>.
8. Aktamov B.U., Yodgorov Sh.I., Avazov Sh.B. Seismic risk assessment of residential buildings in the city of Jizzakh in terms of economic indicators // *AIP Conference Proceedings*. – 2025. – Vol. 3265. – P. 040011. Published: April 03, 2025. <https://doi.org/10.1063/5.0265044>

#### **РАСЧЕТ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ПРИ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЯХ НА ОСНОВЕ КОНТИНУАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЧАТОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ**

Усаров М.К., Усанов Ф.А., Курбанбаев М.Ш.

*Институт механики и сейсмостойкости сооружений им.М.Т.Уразбаева АН РУз,*

*Ташкент, Узбекистан.*

*e-mail: [umakhamatali@mail.ru](mailto:umakhamatali@mail.ru)*

**Аннотация.** В статье приведено численное решение динамической задачи поперечных колебаний многоэтажного здания в рамках пространственной континуальной пластинчатой модели, разработанной с использованием бимоментной теории толстых пластин. Получены численные результаты расчетов перемещений и напряжений при поперечных колебаниях многоэтажных зданий.

## **Введение**

Расчет зданий и сооружений с пространственным фундаментом на прочность является одной из актуальных сложных и важных задач.

При решении задачи сейсмических колебаний многоэтажного здания в рамках пластинчатой континуальной модели требуется ее определение, приведенное в [3]. При этом, здание рассматривается как пространственное твердое тело в виде параллелепипеда с плотностью и модулем упругости, которые вычисляются по методике, разработанной с учетом многочисленных отсеков (комнат).

**Континуальная модель многоэтажного здания.** Для построения континуальной модели многоэтажного здания необходимо найти его приведенные модули упругости и плотности. Приведем формулы определения упругих характеристик континуальной пластинчатой модели многоэтажного здания из работы [3].

Приведенные модули упругости и сдвигов здания определяются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} E_1^{pp} &= \zeta_{11} E_0, & E_2^{pp} &= \zeta_{22} E_0, & E_3^{pp} &= \zeta_{33} E_0, \\ G_{12}^{pp} &= \zeta_{12} G_0, & G_{13}^{pp} &= \zeta_{13} G_0, & G_{23}^{pp} &= \zeta_{23} G_0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $E_1, E_2, G_{12}, G_{13}$  – модули упругости и сдвигов наружных стен. Значения коэффициентов приведения  $\zeta_{11}, \zeta_{22}, \zeta_{33}, \zeta_{12}, \zeta_{13}, \zeta_{23}, \zeta_0$ , в общем случае, для каждой ячейки (комнаты) определяются в зависимости от размера и материала плит комнат многоэтажного здания, данные в [3],  $E_0, G_0$  – модули упругости и сдвига самой прочной несущей панели здания. Формула (1) определяет модули упругости и сдвигов, в качестве ортотропной пластинчатой модели здания. Согласно этим формулам, приведенные модули упругости меньше модуля упругости панелей примерно в 8–15 раз, а приведенная плотность пластинчатой модели дискретной части здания в 7–12 раз меньше плотности материала панелей. Такое расхождение модулей объясняется наличием большого числа пустот и ячеистой структурой здания. Предлагаемая пространственная модель здания учитывает все виды компонент деформации и напряжений и, как показано в работе [3], пригодны для пространственного расчета на сейсмостойкость зданий и сооружений.

**Постановка задача.** Задача о поперечных колебаниях многоэтажного здания является антисимметричной задачей бимоментной теории пластинчатых сооружений, разработанной в [1-3]. Сейсмические колебания многоэтажного здания в рамках пластинчатой модели рассматриваются в прямоугольной декартовой координатной системе  $x_1, x_2$  и  $z$ . Для удобства, начало координат расположено в нижнем левом углу срединной поверхности континуальной пластинчатой модели многоэтажного здания. Направим оси  $Ox_1$  и  $Ox_2$  по длине и высоте, а ось  $Oz$  – вдоль ширины многоэтажного здания (пластинчатой модели).

Постановка задачи сейсмостойкости многоэтажных зданий при поперечных колебаниях многоэтажного здания описывается в рамках пластинчатой модели [3].

**Метод решения.** Методика и алгоритм численного решения задачи колебаний многоэтажного здания при поперечных колебаниях разработаны на основе метода конечных разностей. Для аппроксимации производных перемещений по пространственным координатам воспользуемся формулами центральных разностных схем. Для аппроксимации производных от напряжений, сил, моментов и бимоментов используются центральные конечно-разностные схемы на полушагах, которые имеют второй порядок точности. Условия о равенстве нулю силовых факторов многоэтажного здания на свободных краях аппроксимируем в виде равенства нулю среднеарифметического значения перемещений внешних и внутренних точек.

Программа расчета перемещений и силовых факторов многоэтажного здания составлена в алгоритмической среде *Delphi*.

**Анализ результатов.** Численные расчеты произведены в предположении, что сейсмическое движение грунта происходит в направлении оси OZ (вдоль ширины здания) в виде ускорения основания здания:

$$\ddot{u}_0(t) = a_0 \cos(\omega_0 t), \quad (2)$$

где  $a_0 = k_c g$  - максимальное ускорение и  $\omega_0 = 2\pi\nu_0$  - круговая частота грунтового основания,  $k_c$  и  $\nu_0$  - коэффициент балльности землетрясения и собственная частота внешнего воздействия, соответственно.

Отсюда получим перемещения основания здания в виде:

$$u_0(t) = \frac{A_0}{2} (1 - \cos(\omega_0 t)). \quad (3)$$

Здесь  $A_0 = \frac{2k_c g}{\omega_0^2}$ . - амплитуда перемещения основания. В качестве начальных условий принимаем нулевые значения.

Отметим, что коэффициенты сейсмичности для семибалльного, восьмибалльного и девятибалльного землетрясений равны  $k_c = 0.1, 0.2, 0.4$ , соответственно.

Считаем, что внешние стены состоят из железобетона с модулем упругости  $E_0 = 30000$  МПа, плотностью  $\rho_0 = 2500$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициентом Пуассона  $\nu_0 = 0.3$ . Внутренние стены считаем состоящими из керамзитобетона со следующими физическими характеристиками: модуль упругости  $E = 7500$  МПа, плотность  $\rho = 1200$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент Пуассона  $\nu = 0.3$ . Приведены результаты расчетов вынужденных колебаний здания в рамках модели пластинчатого сооружения при следующих размерах плит здания:

$$h_1 = 0.30 \text{ м}, h_2 = 0.20 \text{ м}, h_{\text{пер}} = 0.2 \text{ м}, a_1 = 5 \text{ м}, b_1 = 3 \text{ м}.$$

Высота и длина многоэтажного здания принимаются, соответственно равными  $b = nb_1$  и  $a = 30$  м, а ширина здания  $H$  варьируется.

Приведем численные результаты, полученные с использованием разработанной методики и алгоритма расчета многоэтажных зданий при поперечных сейсмических воздействиях. Отметим, что максимальные значения напряжений определены во внешних стенах крупнопанельного многоэтажного здания.

В таблицах 2 и 3 приведены максимальные значения нормальных напряжений  $\sigma_{22}$  в измерениях МПа, полученные в зоне контакта вертикальных стен и максимальные значения горизонтального перемещения  $\tilde{r}$ , в см, вдоль ширины (малого размера), полученные на верхних уровнях 20- и 24-этажных зданий шириной  $H=18$  м при поперечных колебаниях при сейсмическом воздействии с интенсивностью семь баллов.

Таблица 2.

Максимальные значения нормального напряжения  $\sigma_{22}$ , в МПа, для высотных зданий шириной  $H=18$  м при поперечных колебаниях в зависимости от частоты семибалльного внешнего воздействия.

H, м	$\nu_0, Гц$	20-этажного здания	24-этажного здания
22	2.8	5,729	8,525
	3.0	6,435	8,521
	3.2	8,892	9,002

Таблица 3.

Максимальные значения нормального горизонтального перемещения  $\tilde{r}$  (в см) для высотного здания шириной  $H=18\text{м}$  при поперечных колебаниях.

$H, \text{м}$	$\nu_0, \text{Гц}$	20-этажного здания	24-этажного здания
22	2.8	5,222	5,089
	3.0	5,392	5,086
	3.2	5,417	5,266

**Выводы и заключение.** Таким образом, предложены континуальная модель, метод и алгоритм численного решения задачи сейсмостойкости, а также способы определения перемещений, напряжений и сил при поперечных колебаниях многоэтажного здания. С увеличением высоты этажа значительно увеличиваются нормальные напряжения  $\sigma_{22}$ , горизонтальные перемещения  $\tilde{r}$ . Анализ численных результатов показал, что напряженно-деформированное состояние многоэтажного здания существенно зависит от значений высоты этажа  $a_1$  и толщины внешних стен. На основе анализа численных результатов установлено, что пластинчатая модель пригодна для описания динамического поведения и расчета напряженно-деформированного состояния многоэтажных зданий при сейсмических воздействиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Усаров М.К. «Бимоментная теория толстых анизотропных пластин.» Монография – Ташкент: изд-во «Fan ziyosi», 2022. - 246 с.
2. M Mirsaidov and M Usarov Bimoment theory construction to assess the stress state of thick orthotropic plates// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012090// <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012090>
3. M. Usarov, D Usarov , F. Usanov, and Sh Askarhodjaev “Calculation of natural frequencies of multi-story buildings under transverse vibrations within the framework of a continuum plate model”, in *International Conference “Ensuring seismic safety and seismic stability of buildings and structures, applied problems of mechanics” -2024*, AIP Conference Proceedings. 3265, edited by R.A.Abirov (AIP Publishing, Tashkent, 2025), 030011, <https://doi.org/10.1063/5.0265853>

### РЕШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ПРОДОЛЬНО-СДВИГОВЫХ КОЛЕБАНИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В РАМКАХ КОНТИНУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

**Шамсиев Д.К., Усаров Д.М., Аскарходжаев Ш.И.**

Институт механики и сейсмостойкости сооружений им.М.Т.Уразбаева АН РУз

E-mail: [dilshodshamsiyev.1993@gmail.com](mailto:dilshodshamsiyev.1993@gmail.com)

**Аннотация.** В этой статье приведена формулировка решения пространственной динамической задачи продольно-сдвиговых колебаниях многоэтажных зданий в рамках континуальной модели разработанной с использованием бимоментной теории толстых пластин. Приводятся основные уравнения поперечных колебаний, граничные условия на боковых и верхних гранях здания. Результаты расчетов получены в виде таблицы напряжений и перемещения участков зданий. Расчеты выполнены в программах которые разработаны от авторов статьи в среде Delphi.

**Введение.** Задача о продольных колебаниях многоэтажного здания является симметричной задачей бимоментной теории пластинчатых сооружений, разработанной в [1]. Сейсмические колебания многоэтажного здания в рамках пластинчатой модели рассматриваются в прямоугольной декартовой координатной системе  $x_1$ ,  $x_2$  и  $z$ . Для удобства начало координат расположено в нижнем левом углу срединной поверхности континуальной пластинчатой модели многоэтажного здания. Направим оси  $OX_1$  и  $OX_2$  по длине и высоте, а ось  $OZ$  – вдоль ширины многоэтажного здания (пластинчатая модель).

**Постановка задачи.** Симметричная задача бимоментной теории пластин состоит из двух уравнений относительно продольных и тангенциальных усилий и четырех дополнительно построенных уравнений бимоментов относительно девяти неизвестных кинематических функций [2].

$$\begin{aligned} \bar{u}_k &= \frac{u_k^{(+)} + u_k^{(-)}}{2}, & \bar{\psi}_k &= \frac{1}{2h} \int_{-h}^h u_k dz, & \bar{\beta}_k &= \frac{1}{2h^3} \int_{-h}^h u_k z^2 dz, & (k=1,2), \\ \bar{W} &= \frac{u_3^{(+)} - u_3^{(-)}}{2}, & \bar{r} &= \frac{1}{2h^2} \int_{-h}^h u_3 z dz, & \bar{\gamma} &= \frac{1}{2h^4} \int_{-h}^h u_3 z^3 dz. \end{aligned} \quad (5)$$

Вводятся грузовые члены уравнения движения для первой задачи  $\bar{q}_k, (k=1,2), \bar{q}_3$ , которые определяются по формулам:

$$\bar{q}_k = \frac{q_k^{(+)} - q_k^{(-)}}{2}, (k=1,2), \quad \bar{q}_3 = \frac{q_3^{(+)} + q_3^{(-)}}{2} \quad (6)$$

Усилия  $n_{11}, n_{12}, n_{22}$  напряжений  $\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{22}$  определены выражениями:

$$\begin{aligned} n_{11} &= E_{11} \bar{\varepsilon}_{11} + E_{12} \bar{\varepsilon}_{22} + E_{13} \bar{\varepsilon}_{33}, \\ n_{22} &= E_{12} \bar{\varepsilon}_{11} + E_{22} \bar{\varepsilon}_{22} + E_{23} \bar{\varepsilon}_{33}, \\ n_{12} &= n_{21} = G_{12} (\bar{\varepsilon}_{12} + \bar{\varepsilon}_{21}) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\text{где } \bar{\varepsilon}_{11} = \frac{\partial \bar{\psi}_1}{\partial x_1}, \quad \bar{\varepsilon}_{22} = \frac{\partial \bar{\psi}_2}{\partial x_2}, \quad \bar{\varepsilon}_{33} = \frac{2\bar{W}}{H}, \quad \bar{\varepsilon}_{12} = \frac{\partial \bar{\psi}_2}{\partial x_1}.$$

Бимоменты  $\bar{p}_{11}, \bar{p}_{22}, \bar{p}_{12}$  от напряжений  $\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{22}$  определены в виде:

$$\begin{aligned} \bar{p}_{11} &= E_{11} \bar{e}_{11} + E_{12} \bar{e}_{22} + E_{13} \bar{e}_{33}, \\ \bar{p}_{12} &= \bar{p}_{21} = G_{12} \bar{e}_{12}, \\ \bar{p}_{22} &= E_{12} \bar{e}_{11} + E_{22} \bar{e}_{22} + E_{23} \bar{e}_{33}. \end{aligned} \quad (8)$$

$$\text{где } \bar{e}_{11} = \frac{\partial \bar{\beta}_1}{\partial x_1}, \quad \bar{e}_{22} = \frac{\partial \bar{\beta}_2}{\partial x_2}, \quad \bar{e}_{33} = \frac{2\bar{W} - 4\bar{r}}{H}, \quad \bar{e}_{12} = \frac{\partial \bar{\beta}_2}{\partial x_1} + \frac{\partial \bar{\beta}_1}{\partial x_2}.$$

### **Динамический расчет многоэтажного здания при продольных колебаниях**

Приводим численные результаты, полученные с использованием разработанной методики и алгоритма расчета многоэтажных зданий при продольных сейсмических воздействиях. Отметим, что поля распределения перемещений  $\bar{u}_2, \bar{\psi}_2, \bar{\beta}_2, \bar{W}, \bar{r}, \bar{\gamma}$ , возникающие под действием продольно-сдвиговой сейсмической нагрузки, являются симметричными. Аналогично, напряжения  $\bar{\sigma}_{11}, \bar{\sigma}_{22}$ , моменты  $N_{11}, N_{22}$  и бимоменты  $T_{11}, T_{22}, \bar{p}_{33}, \bar{t}_{33}$  являются симметричными, что свидетельствует о достоверности полученных результатов. Поля распределения перемещений  $\bar{u}_1, \bar{\psi}_1, \bar{\beta}_1$ , возникающие под действием сейсмической нагрузки получены антисимметричными. Аналогично,



напряжения  $\bar{\sigma}_{12}$ , крутящие моменты  $N_{12}$  и бимоменты  $T_{12}$ ,  $\bar{p}_{13}$ ,  $\bar{t}_{13}$  являются антисимметричными, что также свидетельствует о достоверности полученных результатов. Анализ численных результатов показал, что напряженно-деформированное состояние многоэтажного здания существенно зависит от значений высоты этажа  $a_1$  и толщины внешних стен. С увеличением высоты этажа значительно увеличиваются нормальные напряжения  $\bar{\sigma}_{11}$ ,  $\bar{\sigma}_{22}$ , горизонтальное и вертикальное перемещения  $\bar{\psi}_1$ ,  $\bar{\psi}_2$  и функции поперечного обжатия  $\bar{r}$ . Надо отметить, что значения нормального напряжения  $\bar{\sigma}_{11}$  и функции поперечного обжатия  $\bar{r}$  значительно меньше, чем значения поперечных сдвигов  $\bar{\psi}_1$  и  $\bar{\psi}_2$  [3].

*Результаты расчетов 12-этажного здания при продольных колебаниях.*

Определим максимальные значения перемещений во трех разных точках самих верхних частях крупнопанельного 12 этажного здания. Расчеты выполнены при следующих значениях: частота внешнего воздействия  $\nu_0=3.0$  Гц, период основного тона колебаний  $T_0 = \frac{1}{\nu_0} = 0.33$ . Амплитуда внешнего воздействия  $A_0$  зависит от балльности землетрясения, которая определяется из условия  $A_0\omega_0^2 = k_c g$ , где  $k_c$ ,  $g$  - коэффициент сейсмичности и ускорение свободного падения. Для восьми балльного землетрясения значение коэффициента сейсмичности равно  $k_c = 0.2$ . Следовательно, значение амплитуды внешнего воздействия получится равным  $A_0 = \frac{k_c g}{\omega_0^2} = \frac{0.2 \cdot 9.8}{(6.28 \cdot 3)^2} = 0.552 \text{ см}$ .

Высота, длина и ширина здания принимаются равными  $b=40\text{м}$ ,  $a=30\text{м}$  и  $H=13$ , соответственно. В таблице 1 представлены численные результаты перемещений, полученные при продольных колебаниях 12-этажного здания при 8-балльном землетрясении. Таблице 1 приведены значения продольного перемещения  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  в три разных точках 12-этажных зданий в самих верхних частью.

Таблица 1

Количество этажей	H, м	$\nu_0$ , Гц	балльность (ks)	$\varphi_1, \text{см}$					
				C <sub>1</sub> (1;40)		C <sub>2</sub> (8;40)		C <sub>3</sub> (16;40)	
				min	max	min	max	min	max
12	13	3.0	0.2	-0.2	0.55	-0.2	0.55	-0.2	0.55
				$\varphi_2, \text{см}$					
				min	max	min	max	min	max
				-0.07	0.07	-0.016	0.016	-0.002	0.002

**Выводы.** На основе разработанной методики расчета на сейсмостойкость получены численные результаты перемещений, напряжений в характерных зонах многоэтажных зданий для различных значений их размеров и частоты и амплитуды сейсмического воздействия. На основе анализа полученных численных результатов установлено, что значения перемещений и ускорений этажей здания могут увеличиваться от 2 до 10 раз в зависимости от интенсивности сейсмического воздействия по сравнению с их значениями в основании.

#### Список литературы:

1. Букша, В. В. Расчет и проектирование оснований и фундаментов промышленных зданий : учеб. пособие / В. В. Букша, Л. Н. Аверьянова, Н. Ф. Пыхтева ; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 110 с.
2. Усаров М.К. «Бимоментная теория толстых анизотропных пластин.» Монография – Ташкент: изд-во «fan ziyosi», 2022. – 246 с.
3. Usarov M., Ayubov G., Usarov D., & Mamatisaev G., (2022). Spatial Vibrations of High-Rise Buildings Using a Plate Model//[Lecture Notes in Civil Engineering this link is disabled](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85236-8_37), 182, P. – 403–418 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85236-8\\_37](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85236-8_37)

## **IV-BO‘LIM**

### **SEYSMOLOGIK MA‘LUMOTLARNI TAHLIL QILISH**

#### **RAQAMLI “CTR4-3S” SEYSMIK STANTSIYASINI ISHGA TUSHIRISH**

**Atabayev D.X., Xusanbayev D.D., To‘xtasinov A.X.**

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent shahri

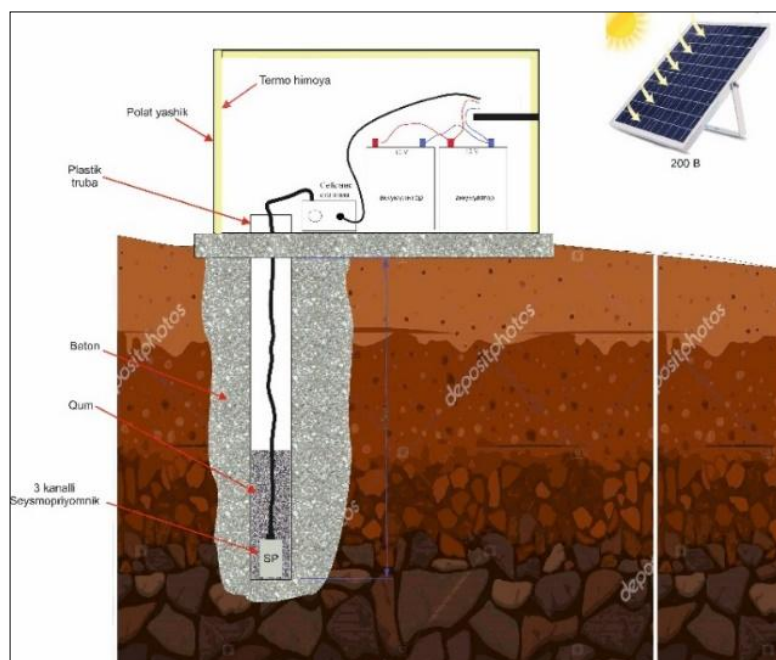
e-mail: [axmad326@mail.ru](mailto:axmad326@mail.ru),

So‘nggi vaqtlarda dunyoning turli davlatlarida sodir bo‘layotgan kuchli zilzilalar oqibatida yuzaga kelayotgan talafotlar mamlakatimizda seysmologiya, inshootlarining seysmik mustahkamligini, hududlar va aholining seysmik xavfsizligini ta‘minlash sohalarini rivojlantirish hamda ilmiy tadqiqotlarning samaradorligini yanada oshirishni, sohaga ilmiy jihatdan zamonaviy yondashuvlarni joriy etishni talab etmoqda. Ushbu masalaning nihoyatda dolzarbligi O‘zbekiston Respublikasining “O‘zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta‘minlash to‘g‘risida”gi 2021-yil 13-sentabrdagi №713 Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 30-maydagi PF–144-sonli “O‘zbekiston Respublikasining seysmik xavfsizligini ta‘minlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni, hamda 2023-yil 16-maydagi PQ–158-sonli “O‘zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta‘minlash tizimini yanada takomillashtirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarorida o‘z aksini topgan.

Ilmiy va texnologik yutuqlar, yangi metod va usullar seysmiklikni o‘rganishni yanada aniqroq va samaraliroq qilish imkoniyatini yaratmoqda. Zilzilalarni qayd etishda imkoniyatlari yuqori bo‘lgan zamonaviy seysmik stansiyalardan foydalanish juda katta ahamiyatga ega [1, 2]. Ular er silkinishlarini aniqlash, tahlil qilish va ularning ta‘sirini baholash uchun zarur bo‘lgan asosiy asbob-uskunalaridir. Bu borada Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti rivojlangan mamlakatlar bilan birgalikda seysmologiya sohasida hamkorlik aloqalarini olib bormoqda, jumladan Amerikaning Michigan state universiteti olimlari bilan birgalikda ikki tomonlama tajriba almashish va ilmiy tadqiqotlarni olib bormoqdalar. O‘zaro hamkorlik doirasida O‘zMU Geologiya va muhandislik geologiyasi fakultetining “Oqsoq-ota” o‘quv-dala amaliyoti bazasida hozirgi kunda so‘ngi rusumdagi “*Centaur Digital Recorder CTR4-3S*” seysmik stantsiyasi o‘rnatildi.

Dala amaliyoti bazasi Markaziy Tyan-Shanning Chotqol tizmasi janubiy-g‘arbiy etaklarida, Toshkent shahridan 80 km shimoliy-sharqda joylashgan. Hudud seysmik jihatdan seysmik faol zonada joylashgan. U Hindiston va Yevrosiyo plitalarining o‘zaro to‘qnashuv zonasining ta‘siri doirasida bo‘lib, ushbu plitalar orasidagi harakatlar va o‘zaro ta‘sirlar mintaqada kuchli tektonik jarayonlarni, shu jumladan, zilzilalarni va er qobig‘ining ko‘tarilishlarini keltirib chiqaradi. Hudud umumiy seysmik hududlashtirish OSR-2017 xaritasiga asosan 8 balli seysmik zona sifatida tasniflanadi. Seysmik stantsiyani o‘rnatishda ushbu hududning tanlanishi yuqoridagi omillardan kelib chiqqan.

Seysmik stantsiyaning o‘rnatilishida avvalambor to‘g‘ri hudud tanlanishi, qayd etilayotgan ma‘lumotlarning sifati birinchi o‘rinda turadi. Bunda turli tashqi ta‘sirlardan hosil bo‘lgan shovqinlardan (infratuzilma obyektlari, sanoat korxonalarini (zavod va fabrikalar), texnogen obyektlar hamda boshqa) halos bo‘lish maqsadida seysmik to‘lqinlarni qayd qiluvchi seymoqabulqilgichlar 1,5 m chuqurlikda tub tog‘ jinslariga o‘rnatilgan (1-rasm). Seysmik stantsiya uzluksiz ishlashi uchun ikkita 12 V kuchlanishli, 50 Vt quvvatga ega bo‘lgan akkumulyatorlar bilan ta‘minlangan. Bu akkumulyatorlar bir vaqtning o‘zida seysmik stantsiyani elektr manbai bilan ta‘minlaydi va ikkita 100 Vt li quyosh panellaridan kunning yorug‘ vaqtida o‘zini-o‘zi quvvatlab turadi.



**1-rasm. Seysmik stantsiyaning o'rnatilish sxemasi**

Seysmik stantsiya tarkibiga boshqaruv bloki, seysmik signallarni qayd qilish va saqlash bloki, aniq vaqt tizimi, ASP platalari, ma'lumotlarni kompyuterga uzatish tizimi, butun tizimni tok bilan ta'minlash tizimi va seismoqabulqilgichlar kiradi [3, 4].

Seysmik stantsiyaning asosiy parametrlari quyidagicha:

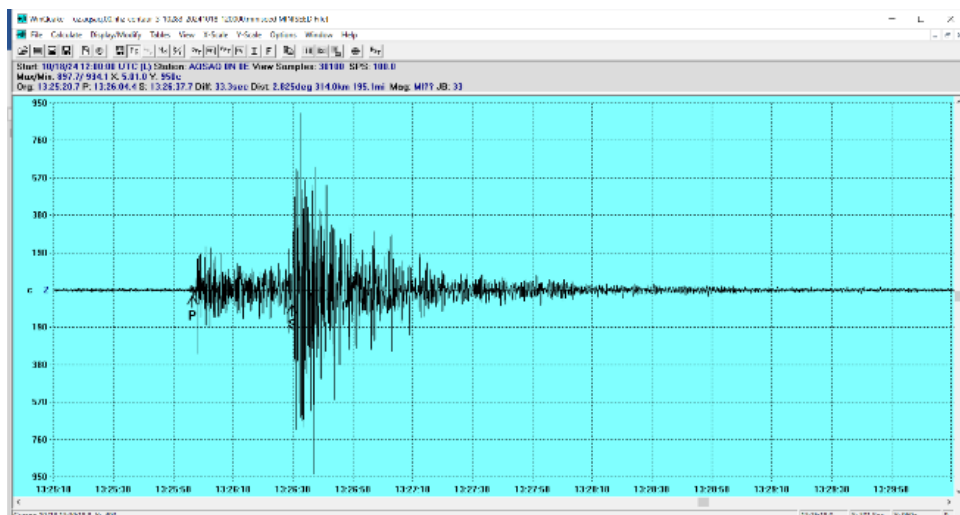
- 3 yoki 6 kanalli qayd qilish;
- 24-bitli ASP;
- kirish signalining kattaligi 40 V;
- seysmik stantsiya blokining o'lchamlari (mm): 195x137x89;
- og'irligi (g): 454;
- kirish kuchlanishi: 9-36 V (doimiy tok);
- diskretizatsiya qadami: 1 dan 5000 tan/s;
- tashqi hotirasi: SD kartaga bog'liq, 64 Gb gacha;
- ichki hotirasi: modelga bog'liq, 64 Gb gacha;
- GPS qabul qilgich (ichki GPS) tashqi antenna orqali.

Mamlakatimizda ushbu turdagi mahsulot uchun tasdiqlangan texnik reglamentlar mavjud bo'lmagan vaziyatda idoraviy sinov usullari va ko'rsatmalarini ishlab chiqish zarur va maqsadga muvofiqdir. Tekshirish va sinov jarayonlari va davriyligini belgilaydigan hujjatlar asosida amaldagi me'yoriy hujjatlar qabul qilinishi kerak va ular xalqaro amaliyotda mavjud bo'lgan usullar bilan to'ldirilishi mumkin. Mazkur seysmik stantsiyaga dasturiy-texnik majmua sifatida yondashish stantsiyaning sinov hajmi va turlarini, normativ, texnik va foydalanish hujjatlari to'plamini belgilaydi. Ushbu yondashuv yangi stantsiyalarni yaratish va ishga tushirish va mavjud seysmik stantsiyalarni sertifikatlashda amalga oshirilishi kerak. Bu borada o'rnatilgan seysmik stantsiya qiyoslash va operatsion sinovlardan o'tkazilib, sertifikatlangan.

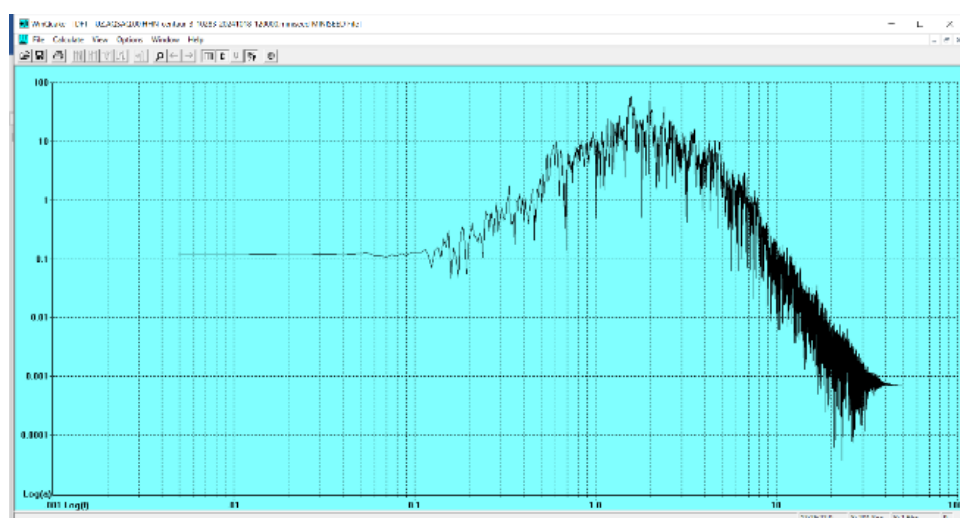
Sinovlar kuchsiz er shovqini modeli va minimal seysmik shovqin darajasi bilan maxsus yaratilgan sharoitlarda qayd etilgan etalon seysmogrammalar sifatida qabul qilingan uskunalar bilan taqqoslash orqali amalga oshirilgan.

MSM xalqaro monitoring tizimida va GSN global seysmik tarmog'ida qabul qilingan, seysmik monitoring sohasidagi o'lchovlarning bir xilligini ta'minlash metodologiyasi ushbu seysmik kuzatuv tizimida qo'llanilgan. Uskunaning alohida elektron qismlarini sinovdan o'tkazish ma'lum standartlarga muvofiq amalga oshirilgan.

Oqsoq-ota amaliyot bazasiga o'rnatilgan seysmik stantsiyaning seysmogrammalari sifatini tekshirib ko'rish maqsadida ma'lumotlar WinQuake dasturida qayta ishlab ko'rildi (2-3-rasmlar).



**2-rasm. Oqsoq-ota seysmik stansiyasi qayd etgan seysmogrammada P va S to'liqlarining ajralishi**



**3-rasm. Seysmik yozuvning spektr ko'rinishi**

Seysmik stansiya seysmik tebranishlarni ochiq kanalda uzluksiz X, Y, Z, komponentlarda qabul qiladi. Seysmogrammalar xar ikki soatlik qilib “*miniseed*” formatida saqlanadi bu esa ma'lumotlarni qayta ishlashda bir qancha qulayliklarni tug'diradi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Третье поколение регистраторов сейсмических сигналов REF ТЕК, модель 130/01. Техническое описание и характеристики. Москва, 2008. Научно-инженерный центр «СИНАПС»-эксклюзивный представитель Refraction Technology Inc. <http://www.sunapse.ru/>. 4с.
2. Сенин Л.Н., Сенина Т.Е. Регистратор сейсмических сигналов «Регистр». Приборы и техника эксперимента №6. М.:Наука, 2005. С.141-142
3. Хусанбаев Д.Д., Атабаев Д.Х., Абдуллаева М.А. Широкополосная автономная цифровая сейсмическая станция АЦСС. Вестник НУУз, 3/1 2017, стр.324-327.
4. То'xtasinov A.X., Xusanbayev D.D. Yaratilgan avtonom raqamli seysmik stantsiyaning samaradorligi. Ilim-fan va innovatsion rivojlanish/6-son 2020 y.

## KRASNOGORSK MAYDONI MISOLIDA SEYSMIK TADQIQOTLAR NATIJALARINI ZAMONAVIY USULLAR YORDAMIDA TAHLIL QILISH

**Idiyev E.E., Eshimov Sh.A., Gofurov J.Z., Jumayev S.R.**

Geologiya fanlari universiteti, H.M.Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti

Mazkur tadqiqot Krasnogorsk maydonida olib borilgan seysmik qidiruv ishlari natijalarini tahlil qilishga bag'ishlangan. Tadqiqot doirasida "Lakkolit-24M" seysmik stansiyasi yordamida uchta seysmik profil bo'yicha o'lchov ishlari bajarildi. Olingan ma'lumotlar "ZondST2d" dasturi orqali qayta ishlanib, singan to'lqinlar korrelyatsion usuli asosida tuproq qatlamlarining geometriyasi va seysmik tezlik xususiyatlari aniqlandi.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, tadqiqot hududi to'rtlamchi davr yotqiziqlari va cho'kindi jinslar bilan qoplangan bo'lib, uchta asosiy qatlamdan iborat. Yuqori ikki qatlam bo'shoq va g'ovak jinslardan tashkil topgan, seysmik to'lqinlarning tarqalish tezligi past ko'rsatkichlarga ega. Uchinchi qatlam esa zich va mustahkam struktura bilan ajralib turib, seysmik to'lqinlarning yuqori tezlikda tarqalishini ta'minlaydi. Shuningdek, tadqiqot chuqurligi 16 metrgacha etgan bo'lsa-da, hech qanday yoriqlar yoki muhim struktura elementlari aniqlanmadi.

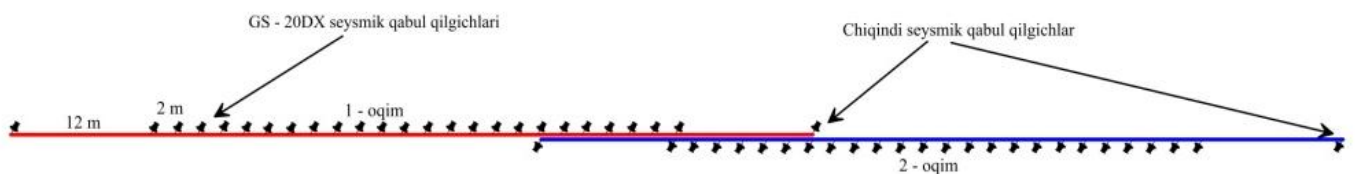
Tadqiqot natijalari geologik tuzilishni chuqurroq anglash va kelgusidagi geofizik izlanishlar uchun ilmiy asos yaratishga xizmat qiladi.

**Tadqiqot metodi.** Krasnogorsk maydonida "Lakkolit-24M" seysmik stansiyasi yordamida seysmik tadqiqotlar olib borildi(1-rasm).

"Lakkolit-24M" seysmik stansiyasi 24 kanalli GS-20DX seysmik qabul qilgichlaridan tashkil topgan bo'lib, bitta profil uchun uchta to'liq oqim (har bir oqim 24 kanaldan iborat) uzatgichi ishlatilib seysmik qabul qilgichlar orasidagi masofa 2 metr, to'liq oqimlar uzunligi 46 metrni tashkil etgan. Elastik tebranishlarni qo'zg'atish uchun 32 kgli giryadan foydalanilgan. Har bir nuqtada 5-6 martadan zarba berildi. Qo'zg'atish nuqtasi 1-12-24 nuqtalarda (navbatib 0, 23, 47 m.) joylashtirildi. Chiqindi (chegaralovchi) seysmik qabul qilgichlaridan birinchi va yigirma to'rtinchi seysmik qabul qilgichlarigacha bo'lgan masofa 12 metr. Umumiy profil uzunligi 116 metrni tashkil etadi(2-rasm).

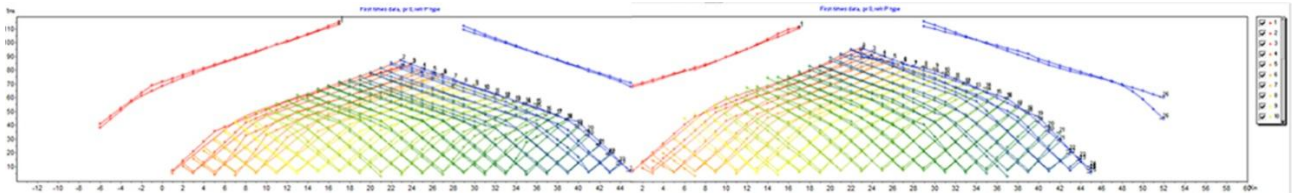


**1-rasm. Tadqiqot maydonidagi seysmik profil joylashuv o'rni.**

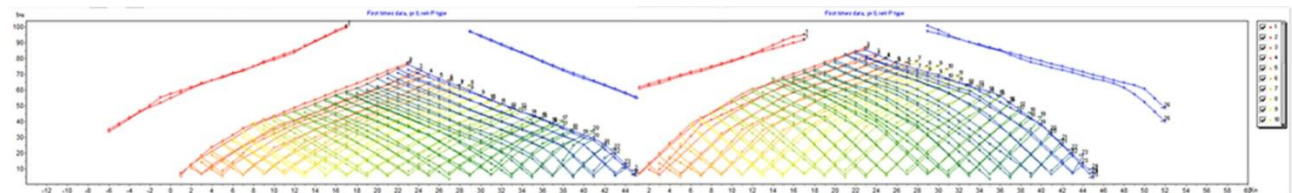


**2-rasm. Seysmik profillarni joylashtirish sxemasi va oraliq masofalari.**

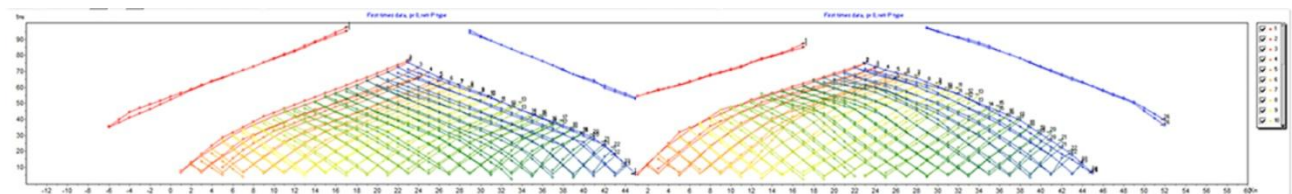
**Olingan natijalar tahlili.** Olingan birlamchi ma'lumotlarni qayta ishlash ishlari esa "ZondST2d" dasturi yordamida amalga oshirildi. Seysmogrammalar asosida singan to'lqinlarning korrelyatsion usulidan foydalanib hisoblagich va tutashuvchi godograflar tuzildi (3, 4, 5-rasmlar), ularning teskari yo'nalishlari profil bo'yicha tuproq qatlamlarining chegaralari geometriyasi va tezlik ko'rsatkichlari seysmik kesim ko'rinishida ko'rsatib berilgan (6, 7, 8-rasm).



**3 - rasm. Birinchi profil tutashuvchi godografi.**



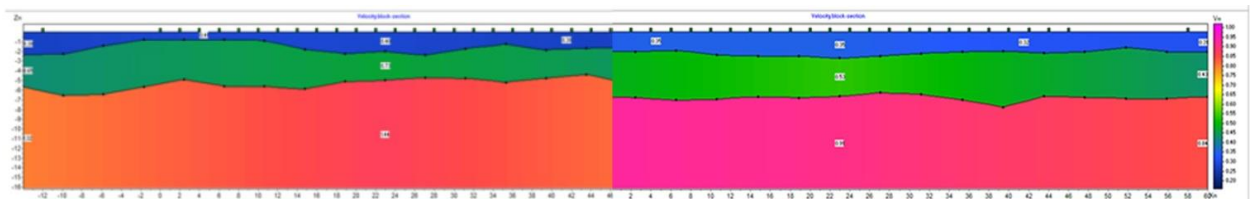
**4-rasm. Ikkinchi profil tutashuvchi godografi.**



**5-rasm. Uchinchi profil tutashuvchi godografi.**

Birinchi seysmik oqim ikkinchi seysmik oqimga to'ldiruvchi hamda mutanosib tarzda joylashtrildi va bular bir bo'lib seysmik profilni tashkil qiladi.

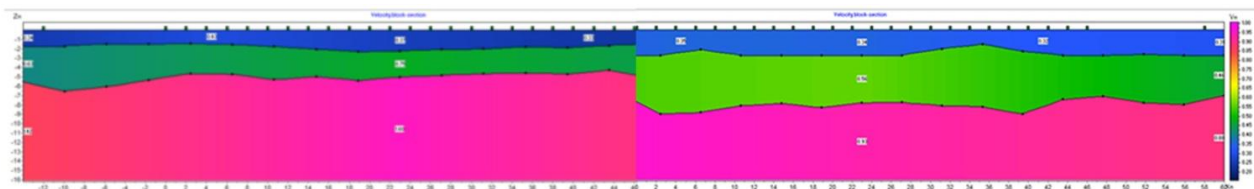
Birinchi seysmik profilda ustki qoplama qatlam qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 1,5 metrdan 2,0 metr oralig'ida o'zgarib boradi. Qatlam g'ovakdorligi kata bo'lganligi hamda bo'shoq jinslardan iboratligi sababli seysmik to'lqin tarqalish tezligi 0,32 km/s dan 0,35 km/s gachani tashkil qiladi. Ikkinchi qatlam qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 3,0 metrdan 4,5 metrgacha oraliqda o'zgarib boradi. Qatlam yuqoridagi qoplama qatlamdan mustahkamroqligi va zichligi bilan sezilarli farq qilganligi sababli seysmik to'lqin tarqalish tezligi ham 0,43 km/s dan 0,53 km/s gachani tashkil qildi. Uchunchi qatlamning o'rganilgan chuqurlikdagi qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 10,0 metrdan – 11,0 metrgacha oraliqda o'zgarib boradi. Yuqorida joylashgan ikki qatlamdan fizik ko'rsatgichlari bilan keskin farq qiluvchi ushbu qatlamda seysmik to'lqin tarqalish tezligi etarlicha yuqori ko'rsatgichni ya'ni 0,85 km/s.dan -0,95 km/s.gachani tashkil qildi (6- rasm).



**6-rasm. Birinchi profil seysmik kesimi.**

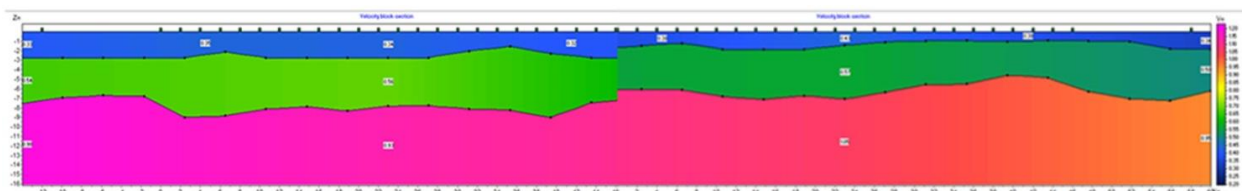
Ikkinchi seysmik profilda ham ustki qoplama qatlam qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 1,0 metrdan 2,0 metr oralig'ida o'zgarib boradi. Qatlam g'ovakdorligi kata bo'lganligi hamda bo'shoq jinslardan iboratligi sababli seysmik to'lqin tarqalish tezligi 0,33 km/s dan 0,35 km/s.gachani

tashkil qiladi. Ikkinchi qatlam qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 3,0 metrdan 4,5 metrgacha oraliqda o'zgarib boradi. Qatlam yuqoridagi qoplama qatlamdan mustahkamroqligi va zichligi bilan sezilarli farq qilganligi sababli seysmik to'liqin tarqalish tezligi ham 0,50 km/s dan 0,56 km/s gachani tashkil qildi. Uchunchi qatlamning o'rganilgan chuqurlikdagi qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 10,0 metrdan 11,0 metrgacha oraliqda o'zgarib boradi. Yuqorida joylashgan ikki qatlamdan fizik ko'rsatgichlari bilan keskin farq qiluvchi ushbu qatlamda seysmik to'liqin tarqalish tezligi etarlicha yuqori ko'rsatgichni ya'ni 0,93 km/s dan 0,98 km/s gachani tashkil qildi (7-rasm).



**7-rasm. Ikkinchi profil seysmik kesimi.**

Uchunchi seysmik profil ham uchta qatlamdan iborat ekanligi aniqlandi. Birinchi qoplama qatlamining qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 1,0 metrdan 2,0 metrgacha oraliqda o'zgarib boradi. Seysmik to'liqinlarning tarqalish tezligi esa 0,34 km/s dan 0,43 km/s gachani tashkil qiladi. Ikkinchi qatlam qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 3,0 metrdan 5,0 metrgacha oraliqda o'zgarib boradi. Qatlam yuqori qoplama qatlamdan fizik ko'rsatgichlari bilan sezilarli farq qilganligi sababli seysmik to'liqin tarqalish tezligi ham sezilarli oshgan, ya'ni 0,50 km/s dan 0,57 km/s gachani tashkil qildi. Uchunchi qatlam o'rganilgan qalinligi oqim uzunligi bo'ylab 10,0 metrdan 11,5 metrgacha oraliqda o'zgarib boradi. Ushbu qatlamning fizik ko'rsatkichlari yuqorida joylashgan qatlamlardan keskin yuqoriligi bilan farq qilganligi sababli seysmik to'liqin tarqalish tezligi ham ancha yuqori ko'rsatkichni 0,95 km/s dan 1,12 km/s gachani tashkil etdi (8-rasm).



**8-rasm. Uchunchi profil seysmik kesimi.**

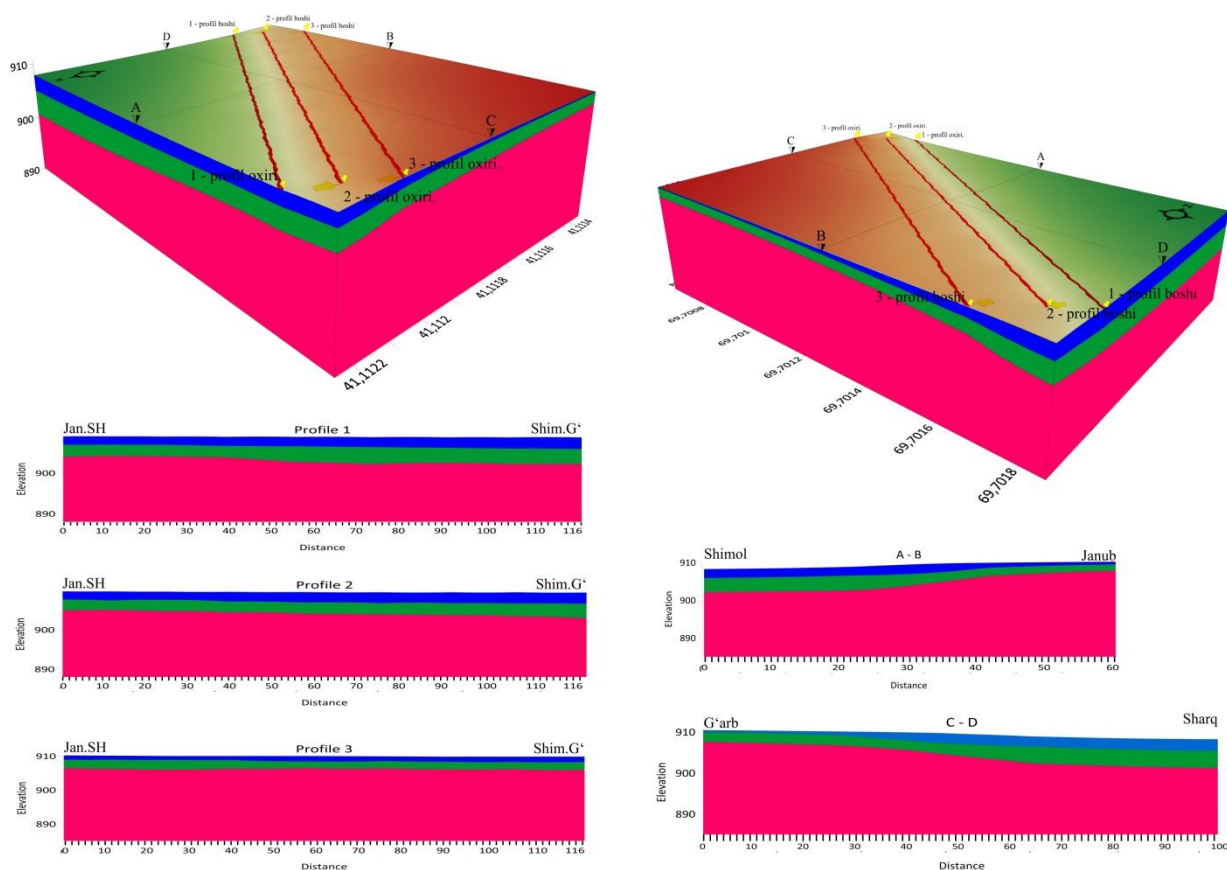
O'tkazilgan seysmik qidiruv ishlari hamda qayta ishlangan ma'lumotlardan shuni tushunish mumkinki, yahlid profil bo'ylab chuqurlik 16 metrgacha bo'lgan qismida hech qanday darsliklar, o'ziga xos struktura elementlari va g'ovakdorliklar aniqlanmadi. Uchta seysmik profilni birlashtirish orqali bunga yanada amin bo'lishimiz mumkun (9-rasm).

**Xulosa.** Krasnogorsk hududida olib borilgan seysmik tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatdiki, 16 metrgacha bo'lgan chuqurlikda hech qanday yoriqlar, tektonik o'zgarishlar yoki geologik struktura elementlari aniqlanmadi. Tadqiqot hududi asosan to'rtlamchi davr yotqiziqlari va cho'kindi jinslar bilan qoplangan bo'lib, ustki qatlamlar bo'shoq tuzilishga ega. Ularning seysmik to'liqin tarqalish tezliklari past bo'lib, geologik barqarorligini tasdiqlaydi.

Hududning chuqurroq qatlamlari esa ancha zich va mustahkam jinslardan iborat ekani aniqlandi. Bu qatlamlar seysmik to'liqinlarning yuqori tezlikda tarqalishini ko'rsatib, cho'kindi qatlamlar ostida yaxlit jinslar mavjudligi haqida ma'lumot beradi. Ushbu qatlamlarning aniqlanishi muhim bo'lib, ular hududda geologik barqarorlikni ta'minlovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

O'tkazilgan tadqiqotlarning ilmiy va amaliy ahamiyati quyidagilarda namoyon bo'ladi:

1. Muhandislik-geologik tadqiqotlar uchun ma'lumot bazasi;



**9 –rasm. Har uchala profil ma’lumotlariga asoslangan holda yaratilgan hududning 3D grafik ko‘rinishi va kesimlari**

- Qurilish loyihalarini ishlab chiqishda, ayniqsa, infratuzilma ob’ektlarini (yo‘llar, ko‘priklar, binolar) joylashtirishda seysmik qatlamlarning xususiyatlarini bilish juda muhim.

- Ustki qatlamlarning g‘ovakdorligi va mustahkamlik darajasi poydevor barqarorligi uchun asosiy ko‘rsatkich hisoblanadi.

2. Suv resurslarini baholash va gidrogeologik tadqiqotlar;

- Bo‘shoq jinslardan tashkil topgan ustki qatlamlar er osti suvlari to‘planishi mumkin bo‘lgan zonalar ekanligini ko‘rsatadi.

- Gidrogeologik tadqiqotlar uchun ushbu natijalar quduqlar va suv ta‘minoti tizimlarini loyihalashda yordam beradi.

3. Arxeologik qazilma ishlarida va er yuzasiga yaqin joylashgan geologik struktura elementlarini aniqlashda;

- Ushbu tadqiqot usullari yordamida arxeologik qazilma ishlari oldidan uncha chuqur bo‘lmagan er sathini o‘rganishda.

- Yer yuzasiga yaqin joylashgan daykalar, kvarts tomirlari, er yoriqlari va shunga o‘xsash mayda struktura elementlarini ham aniqlash imkonini beradi.

4. Tabiiy ofatlar xavfini baholash

- Seysmik tadqiqotlar natijalari hududning zilzilabardoshlik darajasini baholashga yordam beradi.

- Agar hududda cho‘kindi jinslar ustunlik qilsa, zilzila vaqtida deformatsiyalar yuzaga kelishi mumkin, bu esa qo‘shimcha qurilish choralarini talab qiladi.

Kelajakda yanada chuqurroq geofizik tadqiqotlar olib borish orqali er osti qatlamlarining stratigrafik tuzilishini to‘liq o‘rganish va chuqurroq qatlamlar bo‘yicha qo‘shimcha xulosalar chiqarish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Bunday tadqiqotlar muhandislik-geologik loyihalar va qazilma boyluklarni o‘rganish ishlarini yanada samarali olib borish imkonini beradi.



### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. L.A.Sim. Foydali qazilma konlarini izlash va qidirishning geofizik usullari. Toshkent – 1996. 302 – 329 betlar.
2. R.YU.Yusupov, B.X. Xaydarov. Amaliy geofizika. “Sano standart” nashriyoti. Toshkent – 2019. 75 – 102 betlar.
3. X. Atabayev, D.X. Atabayev, A.B. Goipov. Seysmologiya va seysmometriya. Toshkent “Donishmand ziyosi” 2020. 75 – 116 betlar.
4. N.K. Oripov, J.Sh. Bozorov. Qoziq poydevorli binolar qurilgan maydonlarda seysmik ta'sirning o'zgarishi. “Seysmologiya muammolari” jurnali. №2 2024. 86 – 98 betlar.
5. Бондарев В.И. Сейсморазведка: учебник для вузов. Екатеринбург, 2006.
6. Козлов Е.А., Боуска Д., Медведов Д.К., Роденко А.И. Лучшие сейсмика 3Д – только сейсмика 3Д, хорошо спланированния. 1998г. Геофизика №6.
7. Боганик Г.Н., Гурвич И.И., Сейсморазведка: учебник для вузов. Тверь: АИС, 2006.
8. Saxobidinov R.I. Angren ko'mir koni atrofida ko'chki xavfini o'rganish.

## **CHORVOQ SUV OMBORIDAGI SUV SATHI O'ZGARISHINING GEOMAGNIT MAYDON QIYMAT O'ZGARISHIGA BOG'LIQLIGI (2023-YIL MISOLIDA)**

**Jabborov U.Ch.**

O'zRFA G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri  
e-mail: [jabborovulugbek341@gmail.com](mailto:jabborovulugbek341@gmail.com)

**Annotatsiya.** Jaxon amaliyotida suv omborlarining gidrologik rejimining o'zgarishi bilan bog'liq geomagnit maydonlarda sodir bo'ladigan juz'iy o'zgarishlar kuzatilgan. Xususan O'zbekitondagi yirik suv omborlari atrofida shu jarayonga bog'liq bo'lishi mumkin bo'lgan zilzilalar miqdorining o'zgarishi va geomagnit maydonlar anomaliasidagi o'zgarishlar anchayin keng hududlargacha borishi mumkinligi aniqlangan. Ushbu ishda ishida qo'yilayotgan masalalar foydalanilayotgan texnogen obyektlar joylashgan maydonlardagi tog' jinslarining turli gidrologik rejimdagi o'ziga xos geofizik xususiyatlarini tadqiq etish va geofizik maydonlardagi o'zgarishlarni oldindan baholash uchun dolzarbdir.

**Kalit so'zlar:** Zilzila, magnetometr, stansiya, magnet, o'lchov, hudud, marshurt, asbob, tadqiqot, uskuna.

**Tadqiqotning maqsadi.** Chorvoq suv ombori gidrologik rejimining yaqin hududidagi geomagnit maydonlarga ta'sirini tadqiq etishdan iborat.

**Usul va uslublar:** Chorvoq suv ombori hududi joylashgan vohadagi seysmotektonik tuzilmalarining deformatsiyalanish holatidagi o'zgarishlarni o'rganish 1975 yildan boshlab takroriy marshrut, maydon va statsionar geomagnit kuzatishlar yordamida olib borilgan [1,2]. Ma'lumki statsionar kuzatuvlar marshrut va hudud geomagnit tadqiqotlar bilan aniqlangan anomal namoyon bo'lgan hududlarda yoki boshqa bashorat qilish usullari bilan aniqlangan anomal zonalarda o'tkazilgan [1,2]. Bunda asosan sinxron kuzatuvlar usuli ishlatilgan. Kuzatishlar turli geologik va geofizik sharoitlarda yuqori aniqlikdagi (sezuvchanlikgi  $\pm 0,1$  nTl) TMP (ig UO RAS, Yekaterinburg), MPP-1m (IFZ RAS), MV-01 (Rudgeofizika, Sankt-Peterburg, Rossiya), GSM-19t (Kanada) proton magnetometrlarida amalga oshirilgan [1,2].

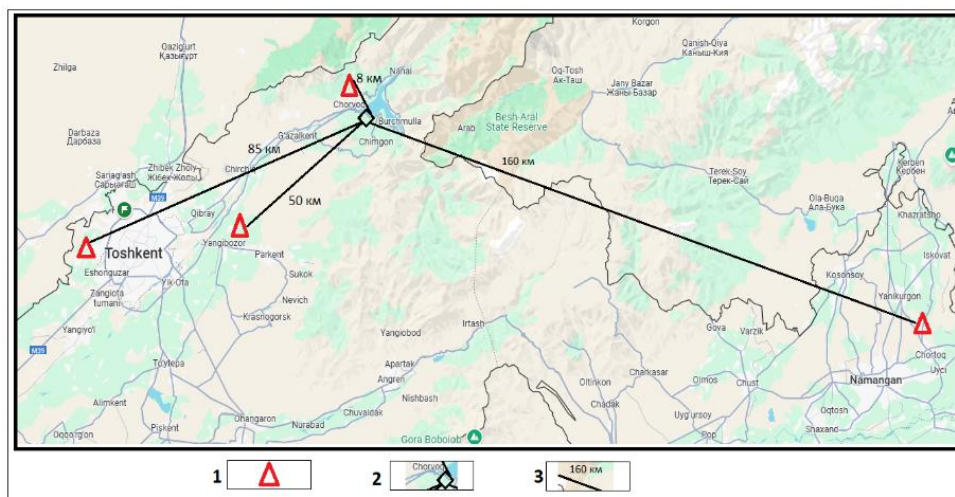
Chorvoq suv ombori hududi joylashgan voha va undan kengroq zonasida statsionar kuzatuvlarning umumiy soni esa – 4 ta o'lchov nuqtalaridan iborat bo'lgan. Bunda 4 ta statsionar kuzatuv o'lchov nuqtalari Xumson, Nazarbek, Chortoq va Yangi-Bozor magnetometrik stansiyalari 2020-2023 yillar davomida uzluksiz ishlagan.

Bungacha Chorvoq suv ombori hududida magnet maydonining variatsiyalari  $\Delta T$  o'rganilgan va ombordagi suv bosimining oshish va pasayishiga nisbatan geomagnit maydon variatsiyasining o'zgarishi aniqlangan [5]. Ma'lumki suv omboridan er qobig'iga kuch yuklanishi va yuksizlanishdagi sikl yildan yilga qaytarilib turadi. Ko'p yillik kuzatuvlar natijasida geomagnit

maydon  $\Delta T$  variatsiyasi turli suv omborlarida suv hajmi oshganda pasayib, kamayganda ortib borishi mumkinligi ko'rsatilgan.

Statsionar stansiyalarning aksariyati 1980-1982 yillardan boshlab ishlagan. Eskirgan statsionar magnetometrik stansiyalar 2019 yildan beri barcha geodinamik poligonda yangi GSM-19T magnetometrlari bilan almashtirildi, ular har bir sutka 10 daqiqa davomida o'lovchov diskretligi bilan ishlaydi. Statsionar Xumson, Chortoq, Yangi-Bozor stansiyalarda geomagnit maydonning o'zgarishini nazorat qilish Toshkent tumanida joylashgan Nazarbek rasadxonasiga nisbatan amalga oshirildi (1-rasm).

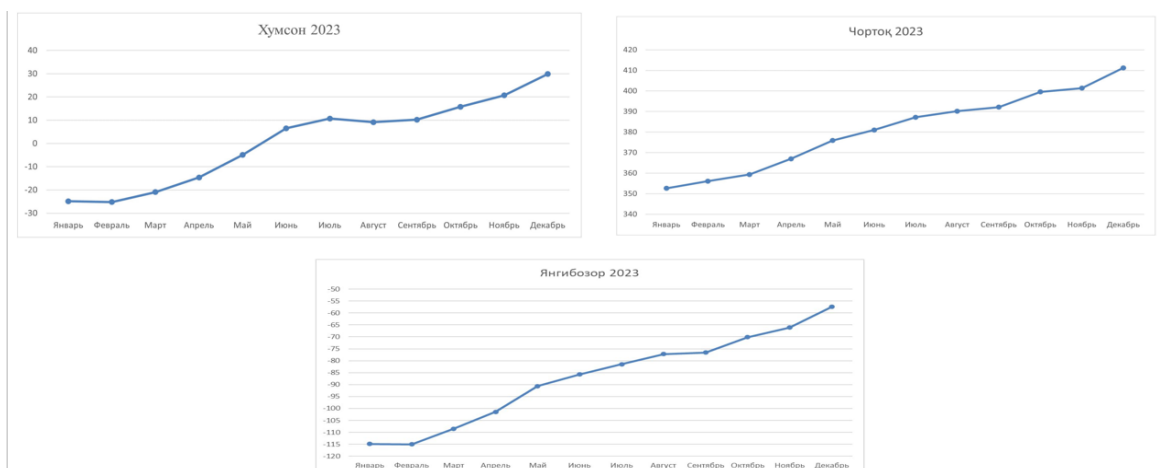
Bunda  $\Delta T$  geomagnit maydon variatsiyasi o'zgarishini ko'rib chiqish uchun Xumson gm/s, Yangi-Bozor gm/s, Chortoq gm/s laridagi statistik ma'lumotlari alohida har bir yilning oylar kesimida o'zgarish grafiklari va ularga mos tenglamalari approksimatsiya etib qurildi.



**1-rasm. Chorvoq suv ombori atrofida 2023 yillarda statsionar ishlagan magnetometrik stansiyalar joylashishi**

Shartli belgilar: 1- magnetometrik stansiyalar; 2- Chorvoq suv ombori stvori; 3- Chorvoq suv ombori stvoridan magnetometrik stansiyalargacha masofa (km)

Xumson, Chortoq, Yangi-Bozor statsionar stansiyalarda geomagnit maydonning o'zgarishini 2023 yil ma'lumotlari bo'yicha nazorat qilish Toshkent tumanida joylashgan Nazarbek rasadxonasiga nisbatan amalga oshirilganda quyidagi 2-raslardagi grafiklar chiqdi.



**Natijalar:** Yuqorida keltirilgan uchta magnitometrik stansiyalarning 2023-yildagi qiymatlarining tayanch stansiya sifatida foydalanilgan Nazarbek stansiya ma'lumotlariga nisbati xisoblanib chiqildi ya'ni xar bir stansiyada bir sutkada 144 ta ma'lumot mavjud bo'lib 2023-yilda

jami 52560 ta qiymatni o'z ichiga oladi, uchta stansiya uchun esa 157680 ta ma'lumotlar tahlil qilindi. Olingan natijalar 2023-yilning xar bir oyi uchun ajratib olindi va o'rganilib 1-jadvaldagi natijalar olindi.

*1-jadval.*

**Magnitometrik stansiyalarning 2023-yildagi qiymatlarining tayanch stansiyaga nisbatan farqlari**

<b>№</b>	<b>Oy</b>	<b>Yangibozor</b>	<b>Xumson</b>	<b>Chortoq</b>
1	Yanvar	-114,844	-24,879	352,6169
2	Fevral	-115,052	-25,1942	356,1067
3	Mart	-108,524	-20,9284	359,3226
4	April	-101,412	-14,6423	366,9858
5	May	-90,6768	-4,90983	375,9086
6	Iyun	-85,7189	6,504961	381,0238
7	Iyul	-81,4598	10,6917	387,2178
8	Avgust	-77,1881	9,136833	390,1774
9	Sentyabr	-76,5421	10,22457	392,0959
10	Oktyabr	-70,1213	15,77787	399,5535
11	Noyabr	-66,0741	20,69689	401,3459
12	Dekabr	-57,4587	29,8573	411,2164

**Xulosa:** Hisoblangan  $\Delta T$ ning o'rtacha kunlik qiymatining turli stansiyalar uchun oylik o'rtacha qiymatdan standart og'ishi  $\sigma^2 = \pm 0,3 \div 1,8$  nTl gacha. Shu bilan birga, magnit maydonning o'rtacha davriy o'zgarishining fon darajasining intensivligidan ( $2\sigma^2$ ) ikki yoki undan ortiq marta oshib ketadigan har qanday ijobiy yoki salbiy tendensiyasi biz tomonidan anomal o'zgarish sifatida qabul qilindi.

Bular asosida geomagnit maydon variatsiyasi  $\Delta T$  o'rtacha o'zgarish qiymatlarini aniqlash mumkin. Keltirilgan ma'lumotlar doirasida Chorvoq suv ombori eksploatatsiya rejimida hisoblangan  $\Delta T$  geomagnit maydon variatsiyasi o'zgarishi monoton tekis chiqdi.

**Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Хамидов Л.А., Анварова С.Г., Жабборов У.Ч. Распределение землетрясений в разломах близких к Чарвакскому водохранилищу // Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический аспект, Всероссийская конференция с участием приглашенных исследователей из других стран, 16–20 сентября 2024 г., г.Иркутск.- С.124-125.

2. Муминов М.Ю., Ганиев А.У., Мирзоидов М.З., Жабборов У.Ч. Возможности магнитометрической станции Чимион в прогнозировании землетрясений // Seysmologiya muammolari, №1, т.5, 2023, С.28-41.

3. Жабборов У.Ч. Чорвоқ сув омбори атрофида 2017-2023 йиллар кесимида сейсмик кузатув ишлари ва статистик маълумотлар // Respublika ilmiy anjumani materiallari //prof. X.D.Ishbayev tahriri ostida. - Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti. -Toshkent: O'zMU, 2024, 102-105 б.

4. Хамидов Л.А., Жабборов У.Ч. Чорвоқ сув омбори ҳудудидаги қазилма конларидан фойдаланишга таъсир этувчи тектоник ёриқлардаги техноген деформациялар.// Материалы Междунар. науч.-практ. конф. 22 августа 2024 г; Университет геологических наук, ГУ «ИМР». - Т.: ГУ «ИМР», 2024., С.532-535.

5. Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х., Туйчиев А.И., Юсупов В.Р. Аномалии геомагнитного поля, связанные с изменением объема воды и землетрясениями на Чарвакском микрополигоне.// Вестник Национального университета Узбекистана, 2012, т. 2/1, С. 5-9.

## **GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI QURILISH HOLATLARI VA BARQARORLIGINI BAHOLASHNI O'RGANISHDA TABIIY ELEKTR MAYDON GEOFIZIK USULINING SAMARADORLIGI (SARDOBA SUV OMBORI MISOLIDA)**

**Jo'rayev I.I.**

«Gidroproekt» AJ, Toshkent shahri

e-mail. [info@gidroproekt.uz](mailto:info@gidroproekt.uz)

**Kirish.** Suv omborlarida filtratsiya jarayonlari inshoot mustahkamligiga bevosita ta'sir qiladi. Filtratsion oqimlar damba tanasi orqali o'tib, eroziya va yuvilishlarga sabab bo'lishi mumkin. Bunday jarayonlarni erta aniqlash uchun geofizik usullar, ayniqsa tabiiy elektr maydon usuli keng qo'llaniladi. Ushbu maqolada Sardoba suv omborida ushbu usul yordamida olingan natijalar asosida filtratsiya xavfi bo'lgan zonalar aniqlanadi.

Suv omborlari bugungi kunda energetika, irrigatsiya, ichimlik suvi ta'minoti, ekotizimni muvozanatlash va boshqa ko'plab sohalarda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Shu bilan birga, bu inshootlarning barqarorligi va xavfsizligi har doim muhim muammolardan biri bo'lib qolmoqda. Ayniqsa, filtratsiya jarayonlari — ya'ni suvning damba va uning taglik qatlamlari orqali o'tishi suv omborining texnik holatiga bevosita ta'sir etadi. Filtratsiya sababli tuproq qatlamlarida yuvilish, eroziya, zichlikning pasayishi, bosim farqlari kabi jarayonlar yuzaga keladi, bu esa dambaning emirilish xavfini oshiradi.

Geofizik usullar, ayniqsa tabiiy elektr maydon (TEM) usuli, er osti suvlarining harakatiga bog'liq tabiiy potensiallar o'zgarishini o'lchash orqali filtratsiyani aniqlashning eng samarali va nisbatan arzon usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu metodda inson tomonidan sun'iy elektr tok yuborilmaydi, balki tabiiy ravishda vujudga kelgan elektr potensiallar farqi aniqlanadi. Bu esa gidrotexnik inshootlarga zarar etkazmasdan, xavfsiz masofadan turib tadqiqot olib borish imkonini beradi.

Sardoba suv omborida olib borilgan ushbu tadqiqotda damba bo'ylab o'lchangan tabiiy elektr maydon kuchlanishlari asosida filtratsiya faol bo'lgan zonalar aniqlandi. Ushbu zonalar TEM kesimlari va grafik tahlillar asosida baholandi. Shuningdek, filtratsion zonalarining joylashuvi, chuqurligi va ularning ehtimoliy xavf darajasi ilmiy jihatdan asoslab beriladi.

Ushbu maqola filtratsiya xavfi bo'lgan hududlarda TEM usulini qo'llashning nazariy va amaliy asoslarini yoritadi, shuningdek, suv omborlari xavfsizligini oshirishga qaratilgan strategik yondashuvlarni taklif qiladi.

Sardoba suv ombori dambasida filtratsiya jarayonlarini tabiiy elektr maydon (TEM) usuli yordamida aniqlash, tahlil qilish va ularning inshootga ta'sirini baholash ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi hisoblanadi. Shuningdek, geofizik natijalar asosida filtratsiya xavfi yuqori bo'lgan zonalar aniqlash, ularni xaritalash va bunday holatlarning oldini olish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish ham ushbu ishning muhim yo'nalishidir.

Geofizik yondashuv yordamida filtratsiyaning tabiiy geologik va gidrogeologik sharoit bilan qanday bog'liqligini aniqlash, damba strukturasi ichida suv harakatiga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish orqali real xavf omillarini aniqlashga harakat qilindi. Shu orqali, nafaqat filtratsiyaning bor yoki yo'qligini, balki uning rivojlanish dinamikasini ham baholash imkoniyati yaratildi.

1. Sardoba suv ombori dambasida dala sharoitida tabiiy elektr maydon (TEM) usulidan foydalangan holda o'lchovlar o'tkazish.

Damba tanasi va uning taglik qismida potensial farqlarni aniqlash.

Elektr kuchlanish gradientlarini o'lchash orqali suv harakati ehtimolini baholash.

2. Anomaliyali zonalar aniqlash va ularning filtratsion oqimlar bilan bog'liqligini tahlil qilish.

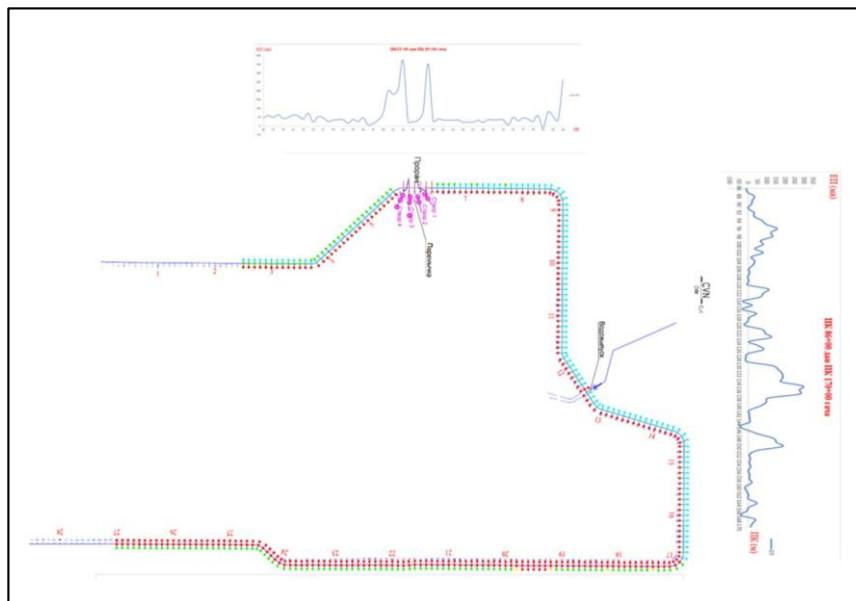
Grafik va kesimlar asosida elektr kuchlanishlarining keskin o'zgarish nuqtalarini ajratib ko'rsatish.

Bunday zonalarining fizik-geologik sabablari va xavf darajasi haqida xulosa chiqarish.

3. Filtratsion zonalarni geologik tuzilma va gidrostatik bosim gradientlari bilan bog'lash. Yer osti suvlarining harakati natijasida yuzaga kelgan potentsiallar taqsimotini tahlil qilish. Qatlamlar bo'yicha namlik, g'ovaklik va zichlik farqlari asosida o'zgaruvchan zonalarni aniqlash.

**Tadqiqot uslubi:** Tabiiy elektr maydon (TEM) usuli doimiy ravishda tashqi perimetr bo'ylab amalga oshirildi. O'lchovlar PK 25 dan PK 270 gacha MERI-24 yuqori potentsial farqlarini o'lchash moslamasi yordamida har 100 metrda amalga oshirildi. Elektrodlar erdagi tabiiy potentsialni sezadi hamda har xil zonalarda bu qiymatlar musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Filtratsiyaga sezgir hududlar manfiy TEM anomaliyasi bilan ajralib turadi. Bu hududlar yorilish, yuvilish, eroziya xavfini oshiradi. Shu sababli, manfiy zonalar maxsus nazoratga olinadi, va doimiy geofizik monitoring talab etiladi. Jarayonda maxsus qutblanmaydigan elektrodlar qo'llanilgan va ish paytida bu elektrodlar orasidagi potentsial farq 0,3 - 0,5 mV ni tashkil etgan. Natijalar grafik ko'rinishda tahlil qilinib, filtratsiyaga oid anomaliyalar aniqlandi. Ushbu usul gidrotexnik inshootlarda ichki suv oqimlarini aniqlashda ancha aniqlik beradi.

**Natijalar bo'limi:** Quyidagi rasmda ko'rsatilganidek, damba tanasining markaziy va sharqiy qismida kuchli elektr maydon o'zgarishlari kuzatildi. Bu esa, ushbu zonalarda filtratsion oqimlarning mavjudligidan dalolat beradi. Maxsus kesimda quyi va yuqori bosimli zonalar o'rtasida elektr potentsialning keskin farqi mavjud bo'lib, bu suv oqimining harakatiga ishora qiladi.



**1-rasm: Sardoba suv ombori to'g'oni bo'ylab tabiiy elektr maydon (TEM) o'lchovlari kesimi va grafik tahlili**

**Muhokama bo'limi:** TEM usuli yordamida aniqlangan yuqori elektr kuchlanishli zonalar filtratsiya ehtimoli yuqori bo'lgan hududlardir. Bu joylarda er osti suvlarining harakati natijasida elektr qarshilik o'zgarishi yuzaga keladi. Natijalarga ko'ra, damba ichki tuzilmasidagi o'zgarishlar, gruntning namligi va zichligi TEM natijalariga sezilarli ta'sir qilmoqda.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. «GES qurilishi» ob'ekti bo'yicha bajarilgan qurilish ishlarining sifati ustidan mustaqil geotexnik nazorat ishlari natijalari bo'yicha yig'ma hisobot AO «GIDROPROEKT», 2022y
2. KMK 3.02.01-97 Yer ishlari, poydevorlar va asoslar.
3. «GOST 25100–2011 – Gruntlarni tasniflash»
4. Mirzayev T. va boshqalar. Gidrotexnika inshootlarida xavfsizlik, Toshkent, 2019.  
Keller G.V. "Environmental Geophysics", Springer, 2005.
5. Respublika Geofizika Instituti materiallari, 2020-yil Sardoba suv ombori o'lchovlari.

## **QIZILOLMA MA'DANLI MAYDONINING TEKTONIK TUZILISHI VA OLTIN-KUMUSH MA'DANLASHUVINI NAZORAT QILUVCHI GEOLOGIK OMILLAR**

**Mamirov N.M., Xusanov L.N.**

Geologiya fanlari universiteti, Toshkent shahri

e-mail: [mamirovnavroz02@gmail.com](mailto:mamirovnavroz02@gmail.com)

Qizilolma ma'danli maydoni shimoli-sharqiy kenglikda Shimoliy Angren oltindor zonasida joylashgan. Zona Oqtuproq va Go'shsoy subparallel er yoriqlari bilan chegaralanuvchi tektonik bloklardan tashkil topgan. Zonaning kengligi 2 km dan 4 km gacha, uzunligi esa 35 km gacha cho'zilgan. Janubi-g'arbiy qismlari mezokaynazoy davri yotqiziqlari bilan qoplangan; shimoli-sharqiy qanotlari esa granitporfirirlarning, riolitlarning Boboytovdor subvulkanik tanasi bilan chegaralangan. Mineral resurslar insituti DZZ bolimi tomonidan hududning tektonik xaritasi tuzilgan 1-rasm.

Ma'danli maydonning tuzilishida ikkita strukturaviy qavat ajratiladi.

*Quyida strukturaviy qavat* granitoid poydevoridan va ko'p sonli va tarkibi bo'yicha turli xil bo'lgan o'zaro kesishuvchi tanalardan: daykalar, shtoklar, Boboytovdor ekstruziyasining o'zan qismidan tashkil topgan. Bu hosilalarda metamorfik slanetslarning ksenolitlari keng ko'lamda tarqalgan.

*Yuqori strukturaviy qavat* o'rta karbon davrining andezitdatsit formatsiyasiga oid vulkanitlar qatlamlaridan tashkil topgan.

Ma'danlashish zonasida fundament jinslarining 80% qismi vulkanitlar bilan qoplangan. Vulkanitlarning maksimal qalinligi reliefnig suvayirg'ich qismlarida 600-650 m ni tashkil qiladi.

Asosiy ma'dan nazorat qiluvchi strukturalar – Qizilolma, Qorabov, Samarchuk va Go'shsoy er yoriqlari bo'lib, ularning birinchi uchtasi asosiy ma'dan sig'diruvchi struktura ham hisoblanadi. Mazkur strukturalarda oltin-kumush ma'danlashuvining sanoat ahamiyatiga molik miqdorlariga ega Markaziy, Mejdureche, Samarchuk, Chumauk–I, Chumauk–II, Tuyachavul uchastkalari joylashgan. Oxirgi yillarda o'tkazilgan qidiruv va baholash ishlari natijasida Go'shsoy er yorig'i zonasida ham oltin-kumush ma'danlashuvining sanoat ahamiyatiga molik miqdorlari qayd etilgan.

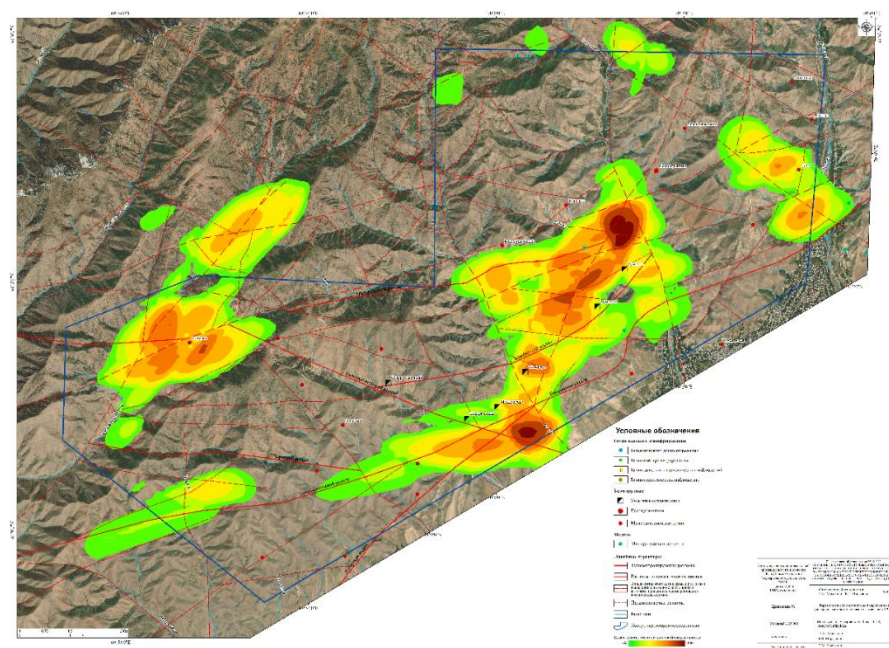
*Qizilolma er yorig'i* – juda katta chuqurlikka etuvchi er yorig'lari zonasi bo'lib, bir nechta turli tomonga yo'nalgan biri-biriga yaqin joylashgan er yoriqlaridan tashkil topgan. Yer yorig'i atrofida jinslar kuchli darajada o'zgargan, kvarslashgan. Mazkur zona 8 km masofagacha cho'zilgan. Qalinligi 150-250 m gacha etadi. Yer yorig'ining qiyaligi shimol tomon 50 - 60° ni tashkil qiladi. Sharqiy qismi bir muncha tikroq bo'lib shimolig'arbga tomon 70 - 80° burchak ostida yotadi. Yer yorig'i zonasining sharqiy qismida slanetslar keng tarqalgan bo'lib, ko'pgina hollarda ular mo'rt vulkanogen jinslar (porfirritlar) bilan almashinib yotadi.

Yer yorig'ining shimoli-g'arbiy qismida porfirritlar va granitlar keng ko'lamda tarqalgan bo'lib, slanetslar deyarli uchramaydi. Bu erda yoriqlar nisbatan kam sonli bo'lib, etarlicha qalinlikka ega (50-100 m gacha). Tog' jinslarining buzilishi uncha katta bo'lmay, ularda jadal maydalanishlar deyarli kuzatilmaydi.

Yer yorig'ining bukilgan qismlarida uning qalinligi oshadi va tuzilishi murakkablashadi. Yuqori darajadagi tektonik faollilik va ma'danlashish bosqichi ma'dan oldi va ma'dandan keyingi tektonik buzilishlarga va ular bo'yicha ko'p sonli harakatlarga sabab bo'lgan. Yer yorig'ining sharqiy qismida bu zona nisbatan yoshroq Go'shsoy er yorig'i bilan burchak ostida kesiladi.

*Qorabog' er yorig'i* – subkenglik-shimoli-sharqiy yo'nalishda 7 km masofaga cho'zilgan. Yotish burchagi shimolga tomon 20-40° atrofida. Struktura subparallel yoriqlar, kvarslashgan zonalar va boshqa gidrotermal o'zgarishlar, felzitlarning flyuidal daykalari, eksploziv brekchiyalarning tomirsimon tanalari bilan belgilanadi. Yer yorig'ining qalinligi 10-15 m dan 80-90 m gacha etadi. Mazkur er yorig'i Chumauk–I uchastkasida bir muncha murakkab tuzilishga ega bo'lib, oralarida ko'p sonli ko'ndalang va diagonal yoriqlar mavjud bo'lgan o'zaro parallel er yoriqlari tizimidan iborat. Qorabog' er yorig'ining nisbatan oddiy tuzilishi Chumauk-

II uchastkasida kuzatilib, bu erda u maydalanish, kvarslashish zonasi, kvars tomirlari, felzit daykalari bilan namoyon bo'ladi. O'zining yuqori va o'rta qismlarida Qorabov er yorig'i fundament va uni qoplovchi vulkanogen jinslarga kontakt bo'lib xizmat qiladi va ma'danli hisoblanadi.



**Rasm. Qizilolma ma'danli maydonining tektonik xaritasi.**

*Samarchuk er yorig'i* Go'shsoy va Qorabov er yoriqlari oralig'ida joylashgan bo'lib, 1,3 km masofaga cho'zilgan. Yer yorig'ining yo'nalishi yuza qismida submeridionaldan to shimoli-sharqqacha, chuqur qismlarida – submeridional. G'arbiy qismlarida yotish burchagi 40-50°, er yorig'i 300-400 m chuqurlikkacha granitoid fundamenti va andezit-datsit tarkibli qoplama jinslarga chegara bo'lib xizmat qiladi. Yer yorig'ining genetik turi – uzilma bo'lib, ko'chishning maksimal vertikal amplitudasi 400-500m ni tashkil qiladi. Yer yorig'i yuqori darajada kvarslashgan, maydalangan tog' jinslari, felzit daykalari, yoriqlar bo'ylab rivojlangan eksploziv brekchiya tanalari bilan namoyon bo'ladi. Felzit daykalarining qalinligi bir necha sm dan 15-20 m gacha etadi.

*Go'shsoy er yorig'i* regional er yorig'i bo'lib, ma'danli maydonning janubiy chegarasi hisoblanadi. Bu er yorig'i subkenglik shimoli-sharqiy yo'nalishda cho'zilgan bo'lib, yotish burchagi shimol tomon 45-60° ga teng. Mazkur er yorig'i ma'dan joylashuvini nazorat qiluvchi, va ma'dan sig'diruvchi strukturalar qatoriga kiradi deb aytish mumkin. Yer yorig'ining genetik turi – ko'tarilma-aksuzilma bo'lib, vertikal bo'yicha siljish amplitudasi 400-500 m ni tashkil etadi. Yer yorig'ining kengligi 20-30 metr bo'lib, tog' jinslarining kuchli maydalanish zonasi bilan namoyon bo'ladi.

**Xulosa.** Qizilolma ma'danli maydonining geologik-strukturaviy o'rganilishi natijasida yirik regional yoriqlar — ayniqsa Qizilolma va Go'shsoy yoriqlari — oltin-kumush mineralizatsiyasini nazorat qiluvchi asosiy omillar sifatida aniqlandi. Ular bilan bog'liq geokimyoviy anomaliya zonalari tadqiqot natijalarini tasdiqlaydi, hamda maydonning istiqbolli kon hududi ekanini isbotlaydi. Kelgusida chuqurlashtirilgan razvedka ishlarini amalga oshirish maqsadga muvofiqdir.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Исламов Б.Ф. Факторы локализации золото-серебряного оруденения месторождения Кызылалмасай и критерии его глубинного прогноза (Юго-Западные отроги Чаткалских гор) / Диссертация на соискание ученой степени кандидата геол.-мин. наук. Т.: 2011.153 с.
2. Исламов Б.Ф., Исламов Ф.И. О перспективах глубоких горизонтов золото-серебряного месторождения Кызылалмасай (Узбекистан) // Геология и минеральные ресурсы. 2008. № 1. – С.19-25.

## ERTA OGOHLANTIRISH TIZIMLARI FAOLIYATIDA SEYSMIK HODISALAR VA ULARNING KELIB CHIQISH SABABLARI

**Mansurova N.Sh.**

Namangan Davlat texnika universiteti

[mansurovanodiraxon@gmail.com](mailto:mansurovanodiraxon@gmail.com) +998941547797

**Annototsiya.** O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 17-aprel 161-sonli qaroriga asosan 2024-yildan boshlab respublikamizda kuchli zilzilalar haqida erta ogohlantirish milliy tizimi samaradorligini oshirish vazifasi belgilangan. Ushbu tezisda seysmik hodisalarning kelib chiqish sabablari, ularning xususiyatlari va oqibatlari, er yuzida sodir bo‘ladigan seysmik o‘zgarishlar o‘rganilgan. Zilzila erta ogohlantirish tizimlari ko‘p hollarda zilzila o‘chog‘ining kuzatuv puntigacha bo‘lgan masofasi, uning chuqurligi va magnitudasiga bog‘liq.

**Kirish.** Har yili er yuzida 100 000 dan ortiq zilzilalar sodir bo‘ladi, buning natijasida 10 000 ga yaqin odam halok bo‘ladi [1].

Seysmik hodisalar (zilzilalar) quyidagi jarayonlar natijasida yuzaga keladi:

- tektonik plitalar harakati;

- vulqon faolligi;

- gorizontaal siqilish va cho‘zilish;

- toshlarning qulashi, erdagi bomba portlashlari, shuningdek, turli xil ishlab chiqarish jarayonida dinamik effektlar bilan bog‘liq. Yer qobig‘ining tektonik harakatlari asosan sekin sodir bo‘ladi va inson hayoti davomida deyarli sezilmaydi.

Bunday sekin siljishlar platformalarning harakati deyiladi. Biroq, million yillar davomida yuzlab va minglab kilometrlarda o‘lchanadigan siljishlar to‘planadi.

Vulkanik va denudatsiya jarayonlari mavjud mahalliy xarakterga ega va tektonik hududlarni qamrab oladi.



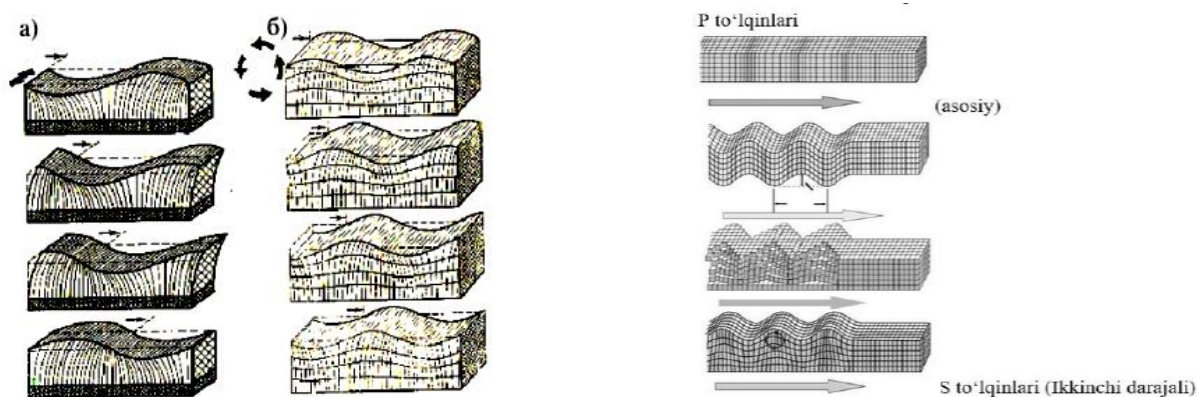
**1-rasm. Zilzila o‘chog‘ining joylashuvi epitsentr va gipotsentr (Turkiya va Suriya zilzilasi)**

### **Tadqiqot materiallari va usullari.**

Zilzila manbalari - gipomarkazlar odatda 10-700 km chuqurlikda joylashgan.

Zilzila er yuzasida proeksiyasi epitsentr deyiladi. Yer qobig‘ining elastik tebranishlari giposentrdan to‘lqinlar shaklida barcha yo‘nalishlarda tarqaladi. Bu tebranishlar ikki xil: chuqur jinslarda tarqaladigan **P** va **S** to‘lqinlar va sirt akustik **L** va **R** to‘lqinlardir.





**2- rasm. Xajmiy (S va P) va sirt (L va R) to'liqlar.**

Ko'ndalang ikkilamchi S to'liqlarining tezligi bo'ylama boshlang'ich P to'liqlaridan, 7 marta kam. Bundan tashqari, sirt to'liqlari epitsentrdan er yuzasi bo'ylab barcha yo'nalishlarda tarqaladi.



**3-rasm. Turkiya va Alyaskadagi zilzilalar paytida temir yo'l relslarining L to'liqlari bilan deformatsiyasi**

Yuzaki akustik to'liqlar faqat er yuzasiga yaqin joyda paydo bo'ladi, bunday to'liqlarning tuproq harakatining amplitudasi chuqurlik oshishi bilan sezilarli darajada kamayadi. Chuqurligi oshishi to'liq uzunligiga mos keladi. Yuzaki akustik to'liqlar har doim S to'liqlaridan keyin keladi, shuning uchun ularning tarqalish tezligi kamroq.

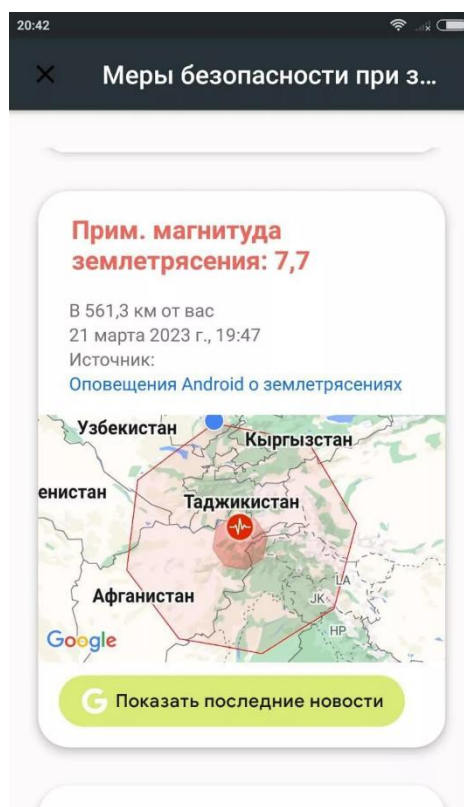
Zilzilalarning davomiyligi odatda bir necha soniya, ba'zan bir necha daqiqa davom etadi. Zilzilaning kuchi ball bilan o'lchanadi. Zilzilaning seysmometrlarning ko'rsatkichlari yoki qurilgan binolarning shikastlanishi va vayron bo'lish darajasi bilan aniqlash mumkin. Seysmik shkala uchta guruh binolari uchun tavsifiy zarar belgilarini beradi:

Google kompaniyasi tomonidan 2020-yilda ishlab chiqilgan va Android tizimiga o'rnatilgan erta ogohlantirish tizimi, zilzila vaqtida birinchi qayd etiladigan P orqali, zilzilani seysmik stansiyalar qayd etgandan so'ng 3 soniya ichida foydalanuvchilarga ma'lumotlar etkaziladi. Ushbu tizim birinchi marta AQShning Kaliforniya shtatida sinovda o'tkazilgan.

2023-yil 21-mart soat 21:47 da Afg'onistonda dastlabki ma'lumotga ko'ra magnitudasi 7.7 ga teng bo'lgan zilzila sodir bo'ldi. Qisqa vaqt ichida ya'ni 10 sekund ichida ushbu zilzila sodir bo'lishi xaqida ogohlantirildi.

Xozirgi kunda Yaponiya, Meksikada, Xitoy, Tayvan, Italiya, Ruminiya va boshqa davlatlarda qo'llanilmoqda. Yaponiya xududi uchun zilzilalarni ogohlantirish tizimi Yaponiya meteorologik agentligi tomonidan yaratilgan va qo'llanib kelmoqda. Google earthquake dasturi Android tizimida ishlashi sababli uning butun jahonning qamrab olish imkoniyati ko'proq. Bu bilan milliy tizimlarning ahamiyati o'z kuchini yo'qotmaydi, milliy tizimlar kuzatuv punktlarining ko'pligi, magnitudasi 5 va undan yuqori zilzilalardan sodir bo'ladigan seysmik ta'sirdan ogohlantirish imkoniyatiga ega.

Xitoy tadqiqotchilarning bergan ma'lumotlarga ko'ra, erta ogohlantirish tizimi joriy etilgandan so'ng 3 soniya ichida shikastlanishlarni 14 foizga, 10 soniyada jaroxatlanishni va qurbonlarni 39 foizga va 20 soniyada 63 foizga qisqartirishga ega bo'lingan.



**4-rasm. Google earthquake tizimining ogohlantirish ma'lumoti**

**Natijalar.** Bugungi kunda zilzilalarni erta ogohlantirish tizimi mavjudligi seysmik xavfsizlikni ma'minlashning eng samarali usullaridan biri bo'lib, milliy dasturiy ta'minotning joriy etilishi va uni aholi o'rtasida keng targ'ib qilish, hamda aholini zilziladan oldin va zilzila vaqtida to'g'ri xarakat qilishga doir o'quv-mashg'ulotlarni o'tkazish katta ahamiyat kasb etadi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Doocy, S., Daniels, A., Packer, C., Dick, A., Kirsch, T.D., 2013. The Human Impact of Earthquakes: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review. PLoS Curr. <https://doi.org/10.1371/currents.dis.67bd14fe457f1db0b5433a8ee20fb833>
2. Ibrakhim Mirzaeva, Elbek Kosimov. Automation of Seismodynamics Study of Spatial Systems of Underground Pipelines by Real Earthquake Records.
3. D. Bekmirzaev and I. Mirzaev, "Earthquake resistance assessment of buried pipelines of complex configuration based on records of real earthquakes," Soil Mechanics and Foundation Engineering 57, pp. 26–31 (2021).
4. E.A. Kosimov, I. Mirzaev and D.A. Bekmirzaev, "Comparison of the impacts of harmonic and seismic waves on an underground pipeline during the gazli earthquake," IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 1030, 012082 (2020).
5. W. Liu, Ch. Huang, Yu. Wang and P. Shi, "Seismic analysis of connections of buried continuous pipelines," Hindawi Advances in Civil Engineering, pp.20 (2020), <http://doi.org/10.1155/2020/8839380>.

## ZILZILALARNI PROGNOZ QILISHDA MAGNITOMETRIK KUZATUVLARNING AHAMIYATI

**Nazarov S.H.**

O'zRFA G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [sarvarnazarov570@gmail.com](mailto:sarvarnazarov570@gmail.com),

**Mavzu tanlovi va dolzarbliigi:** Zilzilaning oldindan prognoz qilish muammosini echish bo'yicha dunyoda juda ko'plab geologik-geofizik, geokimyoviy, gidrogeoseysmologik, biologik usullardan foydalanib kelinmoqda. Bu muammoni echishda zilzilalarni magnitometrik usul bilan prognoz qilish bo'yicha tadqiqotlar keng ko'lamda olib borilmoqda, prognoz qilishning ilmiy asoslari yaratilgan, darakchilarning namoyon bo'lish xususiyatlari aniqlangan, bir necha zilzila prognoz qilingan. Lekin hozirgi kunda ilmiy jihatdan ishonchli va istiqbolli usul sifatida magnitometrik kuzatuvlarga katta ahamiyat berilmoqda.

**Ma'lumot manbalari va metodologiya:** Tadqiqotda O'zbekiston hududida o'tkazilayotgan geomagnit kuzatuvlar natijalari tahlili asosida zilzilalar va urning geomagnit maydonidagi o'zgarishlarining o'zaro aloqasi, zilziladan avvaldan kuzatilgan anomal o'zgarishlar, ularning makon-zamonda namoyon bo'lish xususiyatlari, kuzatuv natijalarini zilzilalarni prognoz qilishdagi imkoniyati va istiqbollari o'rganilgan.

Magnitometrik kuzatuvlar yordamida zilzilani bashorat qilish zilzilalar bilan bog'liq bo'lgan Yer magnit maydondagi anomal o'zgarishlarni aniqlash va ularni talqin qilish texnikasining ajralmas qismi hisoblanadi. Seysmomagnit effektini o'rganish metodologiyasida asosiy e'tibor anomal o'zgarishlarni aniqlash, ularni ishonchliligini baholash, darakchilarni turli geologik-tektonik sharoitlarda namoyon bo'lish xususiyatlarini aniqlash, kuzatuvlarni tashkil qilishga qaratilgan. Zilzilalarni geomagnit usulda prognoz qilish bo'yicha yo'riqnoma ishlab chiqilgan va Favqulodda vaziyatlar vazirligining Seysmoprognozistik monitoring respublika markazi amaliyotida foydalanish uchun tatbiq etilgan [1].

O'zbekiston hududidagi geodinamik poligonlarda magnitometrik kuzatuv ishlari turli yillarda O'zR FA Seysmologiya instituti ilmiy xodimlari Q.N.Abdullabekov, S.X.Maqsudov, E.Berdaliev, M.Yu.Mo'minov, A.I.To'ychiev, T.Xadjiev, V.R.Yusupov va boshqalar tomonidan olib borilgan. Hozirgi kunda respublikadagi statsionar magnitometrik kuzatuvlar Favqulodda vaziyatlar vazirligining Seysmoprognozistik monitoring respublika markazi tomonidan olib borilmoqda.

Magnitometrik kuzatuvlar er qobig'ining magnit maydonidagi o'zgarishlarni o'lchashga asoslangan usul bo'lib, ularning zilzila darakchilari sifatida ishlatilishining imkoniyatlari va cheklovlari so'nggi yillarda ko'plab ilmiy ishlarda muhokama qilinmoqda. Yerning tektonik harakatlari, seysmik faol zonalaridagi deformatsiyalar, texnogen ob'ektlar hududlaridagi boshqa geodinamik jarayonlar magnitometrik kuzatuvlar yordamida tadqiq qilinadi. Bunday anomal o'zgarishlar zilziladan avval kuzatilgani sababli magnitometrik kuzatuvlar zilzilalarni oldindan prognoz qilishda imkoniyati yuqori vosita sifatida ajratib turadi [4].

O'zbekiston hududida kuchli zilzilalarni avvaldan prognoz qilishning geomagnit usuli 1968-yildan boshlab qo'llanila boshlangan. Maxsus tashkil etilgan Toshkent, Farg'ona, Qizilqum geodinamik poligonlarida kuzatuvlar amalga oshirilgan. Statsionar va qayta kuzatuv punktlaridagi geomagnit kuzatishlar yuqori aniqlikdagi (sezuvchanlik +0,1 nT) proton magnitometrleri (TMP, MPP-01M, MV-01 va boshqalar) yordamida amalga oshirilgan. O'zbekiston hududida takroriy marshrutlar va hududiy kuzatuvlarning umumiy soni 1100 nuqtada, statsionar kuzatuvlar esa 37 stansiyada amalga oshirilgan [4].

Geomagnit maydoni o'zgarishlari va zilzilalar orasidagi bog'lanish bo'yicha tadqiqotlar bir nechta yo'nalishda olib borildi. Dastlab zilzilani tayyorlanish jarayonlarini magnit maydonda namoyon bo'lishi Toshkent zilzilasi misolida er magnit maydoni qanday qiymatga o'zgarishi mumkinligi nazariy (pezomagnit effekt) hisoblab chiqildi. Hisoblashlar natijasida Toshkent zilzilasi uchun magnit maydonining o'zgarishi 20-25 nTlni tashkil qilishi mumkinligi aniqlandi.

Nazariy hisoblar bilan bir qatorda laboratoriya sharoitida tog' jinslarining magnitlik xossalari yuqori bosim va harorat ta'sirida o'zgarishlari tadqiq qilindi. Nazariy va amaliy tadqiqotlardan keyin Toshkent, Farg'ona, Qizilqum poligonlarida, Poltorask erosti gaz saqlagichi, Chorvoq suv ombori atrofida er magnit maydonining er qobig'idagi tabiiy va texnogen jarayonlari bilan bog'liq o'zgarishlar keng ko'lamda tadqiq qilindi [4].

50-yil mobaynida olib borilgan geomagnit tadqiqotlar davomida geomagnit maydondagi anomal o'zgarishlarning bir qancha (50 dan ortiq) alohida holatlari aniqlandi. Maxsus holatlarga geomagnit o'lchovlar davrida hech qanday darakchi bo'lmagan holatlar ham aniqlandi. Ushbu holatlarni tahlili qaysi geologik va geofizik sharoitlarda geomagnit maydonning anomal o'zgarishlari ko'proq aniqlanishi va ular qanday sharoitda kamroq tarqalishi aniqlashga yordam beradi. Bu ko'rsatkich, asosan, magnetometr o'rnatilgan hududning geologik-tektonik sharoitiga qarab turli xil geodinamik jarayonlarga o'z sezgirligini ko'rsatdi [2].

Kuzatuv ishlarining amaldagi ishonchliligini baholash maqsadida poligonlardagi punktlarning 20-25 foizida qayta o'lchash ishlari o'tkaziladi va o'rtacha kvadratik xatolik darajasi topiladi. Barcha magnetometr "Yangibozor" magnit-ionosfera rasadxonasida nazorat-qiyoslash sinovidan o'tkaziladi [3].

Zilzilalarni prognoz qilish uch turga bo'linadi - uzoq , - o'rta va qisqa muddatli. Uzoq muddatli prognozda seysmik hodisalarning 5-yildan 10 yilgacha ,o'rta muddatli bir necha oydan bir necha yilgacha, qisqa muddatli bir necha soat va kundan 2-3 haftagacha bo'lgan aniqlikda prognoz qilib hisoblanadi [4].

Magnetometrik kuzatuvlar ma'lumotlari asosida zilzilani prognoz qilish bir necha bosqichlarda olib boriladi. Birinchi bosqichda prognoz stansiyalari tarmog'idan doimiy yoki diskret ketma-ket magnit o'lchovlari ma'lumotlari yig'iladi, maydonning absolyut qiymatlarining soatlik, kunlik, oylik o'zgarishlari grafiklari, hududlardagi prognostik stansiyalari ma'lumotlari tayanch "Yangibozor" magnit rasadxonasi ma'lumotlariga nisbatan hisoblab chiqiladi va har bir stansiyada geomagnit maydonda kuzatilayotgan lokal geomagnit maydon o'zgarishlari grafiklar tuziladi.

Ikkinchi bosqichda noto'g'ri prognozga yo'l qo'ymaslik uchun magnit maydonida kuzatilgan anomal o'zgarishlarni keltirib chiqargan juda ko'p sabablar diqqat bilan tekshiriladi. Ishonchlilik mustahkam o'rnatilgandan keyingina keying bosqichga o'tiladi. Ba'zi hollarda stansiya atrofida qo'shimcha kuzatuvlar o'tkaziladi.

Uchinchi bosqichda esa sodir bo'lishi kutilayotgan zilzilaning uchta parametri - vaqti, kuchi va joyi ko'rsatilgan va asoslangan prognoz xulosasi beriladi [4].

**Xulosa.** Magnetometrik kuzatuvlar usulini zilzilalarni prognoz qilishda qo'llash istiqbolli hisoblanadi. Ammo hozirgi kunda bu usulni qo'llashning o'ziga xos cheklovlari va qiyinchiliklari mavjud. Magnit maydonida kuzatilayotgan anomal o'zgarishlarda bir vaqtning o'zida hududda sodir bo'layotgan geodinamik va texnogen jarayonlarni, zilzila o'chog'ini tayyorlanish jarayonlari birgalikda namoyon bo'ladi. Hozirgi tadqiqotlarning asosiy vazifasi magnit maydonida kuzatilayotgan anomal o'zgarishlardan faqat zilzilani tayyorlanish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishlarni ajratib olish hisoblanadi. Bu muammoning echilishi zilzilalarni prognozi aniqligini oshiradi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х., Туйчиев А.И. Инструкция по прогнозированию землетрясений магнитометрическим методом. 2019, Ташкент, типография АН РУз, 18с.
2. Муминов М. Ю, Сагдуллаева К. А, Нарходжаева Н. М, Мирзоидов М. З. Аномальные вариации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах Узбекистана. Сейсмология муаммолари журналы. 2021 йил №1. 24-37 б.
3. Абдуллабеков Қ.Н., Муминов М.Ю., Туйчиев А.И., Сагдуллаева К.А. Ўзбекистонда zilzilalarni prognoz qilishda geo-magnit kuzatuvlar tarmoqlari takomillashtirish. Geologiya va mineral resurslar журналы. 2013, №1, 31-35 б.
4. Абдуллабеков К.Н. Электромагнитные явления в земной коре. Фан., 1989. 132с.

## XO‘JABARKU-MALYANGUR (VAXSHIVOR) PALEOVULQONINING TEKTONIK XUSUSIYATLARI

**Niyozov D.B.**

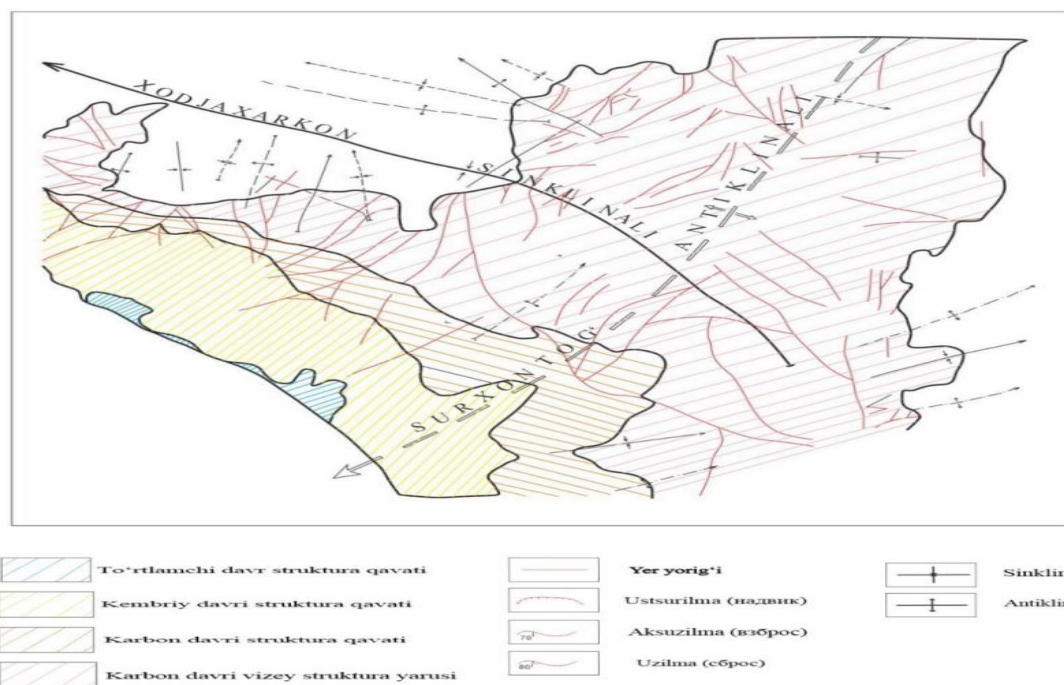
Geologiya fanlari universiteti, Toshkent shahri

e-mail: [niyozovdaler8@gmail.com](mailto:niyozovdaler8@gmail.com)

Jahon geologiya qidiruv ishlarida endogen ma‘danlashuvga istiqbolli hisoblangan hududlarda ilmiy asoslangan geologik izlash ishlarini olib borishda hududlarning geologik va tektonik tuzilishiga ko‘ra ma‘danlashuv uchun qulay bo‘lgan ma‘danli strukturalarni aniqlash muhim omil hisoblanadi. Bunday yondashuvlar natijalari ma‘danlashuvga istiqbolli maydonlarni aniqlash yangi ma‘danli strukturalarni izlash, aniqlashda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

O‘zbekiston mineral xomashyo bazasini kengaytirishga qaratilgan bugungi kundagi dolzarb vazifalar qatoriga tog‘-kon ma‘danli hududlarda topilayotgan konlarni har tomonlama chuqur o‘rganish, ularni hosil bo‘lish jaryonlari, mineralogiyasi, geokimyosini tadqiq etish va shu bilan birgalikda olingan ma‘lumotlar bo‘yicha yangi ma‘dan nishonalarini qidirib topish vazifalari turadi. Mamlakatimizda ko‘plab bu turdagi konlarini izlash-qidirish ishlari qator istiqbolli hududlar qatorida Surxondaryo hududida ham olib borilgan geologik-qidiruv ishlari buning yaqqol dalilidir.

Ushbu hududdagi foydali qazilma konlarini qidirib topishda hududning tektonikasini, magmatizmini, stratigrafiyasini o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Shunday hududlardan biri Janubiy O‘zbekistonda joylashgan Xo‘jabarku-Malyangur (Vaxshivor) paleovulqoni.



### Tadqiqot xududining tektonik xaritasi.

Vaxshivor paleovulqoni O‘zbekiston Respublikasining Surxondaryo viloyati, Oltinsoy tumani hududida joylashgan bo‘lib, geografik jihatdan Surxontov tog‘larining markaziy qismida joylashgan. Vaxshivor paleovulqoni maydoni geologik rayonlashtirish bo‘yicha Sharqiy Surxontov strukturaviy-formatsion zonasi Xo‘jaxarkan sinklinali sharqiy qismida joylashgan. Hududning tuzilishi uzoq geologik rivojlanish davriga to‘g‘ri keladi va uning tuzilishi tokembriy davridan mezo-kaynozoy davrlarida hosil bo‘lgan metamorfik cho‘kindi va magmatik tog‘ jinslaridan iborat. Xo‘jabarku-Malyangur (Vaxshivor) janubi-g‘arbiy yo‘nalishda joylashgan bo‘lib, vulkanik qurilmalar bilan murakkablashgan vulkano-tektonik depressiyada shakllangan. Hududda

tektonik rivojlanish bir nechta geologik sikllar davomida sodir bo'lgan: baykal (tokembriy), kaledon, gersin va alp sikllari. [1]

Tokembriy strukturalar asosan Chaqchar, Boysuntov va Surxontov tog'larida rivojlangan. Bu strukturalar bir-biriga tutashgan mayda granit-pegmatit gumbazlari va simmetrik braxiburmaldan tashkil topgan. Vaxshivor hududida ham shunday granit-pegmatit strukturalari keng tarqalgan.

Kaledon strukturalari vaqt o'tishi bilan keyingi deformatsiyalar natijasida aniq ko'rinmay qolgan. Kaledon siklining eng muhim elementi metamorfik jinslardagi burmalanishdir. Burmalar qanotlarining kengligi 350–400 metrga etadi, izoklinal shakldagi burmalar keng tarqalgan.

Xo'jabarku-Malyangur (Vaxshivor) hududida gersin tektonik sikli muhim o'rin egallaydi. Hududda Chornova vulkan-gumbaz strukturasi va boshqa vulkanik komplekslar kuzatiladi. E.D. Bezuglov tomonidan ta'riflanganidek, bu gumbazlar riolitlar fatsiyasi jinslaridan tarkib topgan. Vaxshivor strukturasi doirasida Xodjarkon sinklinal tuzilmasi va u orqali tarqalgan burmalar mavjud.

Alp sikli davrida submeridional yo'nalishdagi faol er yoriqlari rivojlangan. Surxontov antiklinallari va ularning yadrolarida tashko'mir yotqizilari ochilgan. Qatlamlarning yotish burchagi g'arbiy qanotda 15–20°, sharqiy qanotda esa 60–70° gacha borgan. Hududda yuqori tartibli burmalar va ko'plab er yoriqlari kuzatiladi. Bu yoriqlar paleovulkanik strukturalarni ham kesib o'tadi. [2]

Tadqiqot hududi tektonik jihatdan murakkab tuzilishga ega bo'lib, bir nechta tarixiy geologik davrlarga mansub strukturaviy qatlamlar va tektonik burmalanishlar bilan ifodalanadi (rasm).

Strukturaviy qatlamlar: To'rtlamchi davr struktura qavati (ko'k qiya chiziqlar bilan ko'rsatilgan): hududning chekka g'arbiy qismlarida tarqalgan, asosan zamonaviy cho'kindi jinslardan tashkil topgan.

Kembriy davri struktura qavati (yashil ranglar bilan): to'rtlamchi qatlamlarga nisbatan tubroq yotadi va bu qatlamlar eski metamorfik jinslarni ifodalaydi.

Karbon davri struktura qavati (sariq bilan): kengroq maydonni egallab, asosan cho'kindi va vulkanik jinslardan iborat.

Asosiy tektonik strukturaviy elementlar: Xodjarkon sinklinali (sinklinal belgisi bilan ko'rsatilgan): Hududning shimoliy qismida joylashgan va janubi-sharqdan shimoli-g'arbga cho'zilgan.

Surxon tog' antiklinali (antiklinal belgisi bilan): Hududning markaziy va janubiy qismini qamrab olgan yirik antiklinal struktura, umumiy yo'nalishi submeridional.

Xulosa qilib shuni alohida ta'kidlash lozimki Xo'jabarku-Malyangur (Vaxshivor) paleovulqoni Surxondaryo viloyatining Oltinsoy tumanida joylashgan bo'lib, geologik jihatdan sharqiy Surxontov strukturaviy-formatsion zonasiga tegishli. U uzoq geologik davr mobaynida shakllangan bo'lib, asosan tokembriy, paleozoy, mezozoy va kaynozoy eralarining yotqizilari iborat. Hudud stratigrafik tarkibi bo'yicha baykal burmalanish sikli bilan bog'liq bo'lib, kaledon va gersin tektono-magmatik sikllarida hosil bo'lgan intruziv jinslar ham uchraydi. Ayniqsa, quyi toshko'mir davrining zoy va vaxshivor svitalari muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular vulkanogen va terrigen jinslarning almashinib yotishi bilan tavsiflanadi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Панкратьев П.В., Михайлова Ю.В. Колчеданно-полиметаллическое оруденение Южного Узбекистана. ФАН УзССР, Ташкент, 1971 г.
2. Далимов Т. Н., Куртарникова А. А., Ярмухамедов М. Х., Кадиров М. Х., Арапов В. А., Рахманов К., Шарипов Т. Т. «Вулканогенные формации Узбекистана» «ФАН» нашриёти ЎзССР Тошкент -1971.

**YANGIBOZOR GEOFIZIK ILMIY-TADQIQOT OBSERVATORIYASIDA  
KUZATILGAN QISQA MUDDATLI ELEKTROMETRIK ZILZILA  
DARAKCHILARINI DATAVISUALIZER DASTURI ORQALI ANIQLASH**

**Sadirov F.X., Xusomiddinov S.S.**

O'zRFA G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [sfx@bk.ru](mailto:sfx@bk.ru)

O'zbekiston aholisining 70% ortig'i silkinish kuchi 7 balldan ortiq seysmik xavfli hududlarda yashaydi. Shu bois aholi va hududlarni seysmik xavfdan himoya qilish muammosi O'zbekiston Respublikasi fuqaro muhofazasi strategiyasining ustuvor yo'nalishlaridan biridir.

Taraqqiyotning hozirgi bosqichida fan zilzilaning oldini olish yoki ularning xavfini kamaytirish vositalariga ega emas. Shu bilan birga olimlar ularning salbiy oqibatlarini kamaytirishga qaratilgan keng ko'lamli chora-tadbirlar ishlab chiqdilar.

Bu tadbirlarning ilk bo'g'inida seysmik xavfni rayonlashtirish hamda zilzilabardosh qurilishni baholash yotadi. Shuningdek real vaqt rejimida kuchli zilzilani prognozlash uning asosiy bo'g'inlaridan biridir.

Geofizika tarixida birinchi marta zilzila darakchisi asbob yordamida 1924 yil Toshkent ilmiy-izlanish geofizika observatoriyasi xodimi, professor Chernyavskiy Y.A. tomonidan amalga oshirilgan. Mashhur Qurshob zilzilasidan bir necha soat oldin zilzila epitsentridan 120 km uzoqlikda atmosfera elektr maydonining yuqori amplitudali pulsatsiyalarini qayd etgan [1]. Keyinchalik xuddi shunday anomaliyalar mintaqada bir qator kuchli zilzilalar oldidan qayd etilganligi bu holat qonuniyatga bog'liqligini ko'rsatadi.

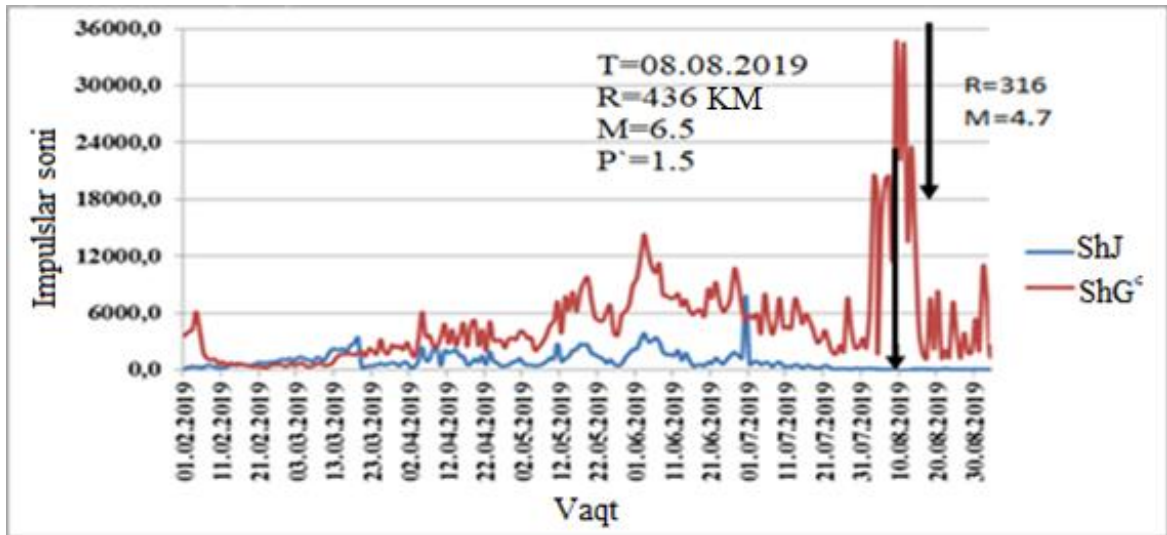
Geodinamik, gidrogeoseysmologik va geofizik yo'nalishdagi tadqiqotlar parametrlari majmuasi ko'rsatkichlarining tahlili asosida seysmik prognozlash masalalari hal etiladi. Turli parametrlarning o'zgarishida seysmogen tabiatli anomal ko'rinishlarni aniqlash usullari ham farq qilishi mumkin, bu kuzatishlar natijalarini tahlil qilishda individual yondoshuvni talab qiladi.

Seysmogen tabiatli elektromagnit nurlanishlari (SEMI) zilzilalarning mexanik-elektrik darakchilari sirasiga kiradi va zilzila tayyorlanishining yakuniy bosqichida namoyon bo'ladi. SEMI ning anomal intensivlashishi o'choq zonasining tez deformatsiyalanishida, ya'ni tog' jinsi massivini buzilishining kritik davrida sodir bo'ladi. SEMIning hosil qiluvchi tektonik kuchlanishlar ta'sirida tog' jinsi massivida deformatsiya natijasida yoriqlar hosil bo'lishidir.

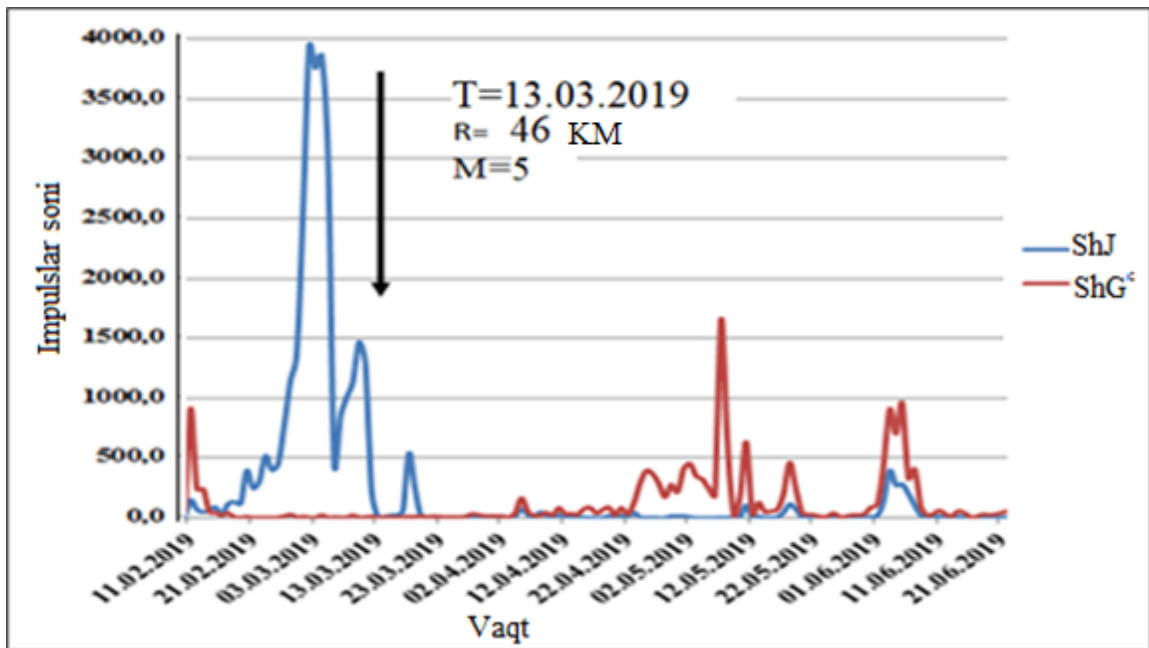
Elektromagnit maydonning fon o'zgarishlari ko'plab sun'iy va tabiiy omillarga bog'liq. Ishlab chiqilgan metodologiya nuqtai-nazaridan texnogen shovqin radio uzatuvchi stantsiyalarining ta'siri joyini, chastotasini, kuzatuv zonasi va ularning namoyon bo'lish xususiyatlariga ko'ra tanlash orqali bartaraf etiladi. Fonning muntazam komponentlari raqamli filtrlash va boshqa matematik usullar bilan nomuntazam komponentlar esa geliofizik, meteorologik tabiatli manbalarni qat'iy nazorati yoki elektromagnit to'lqinlarning tarqalish shartlarini nazorati orqali bartaraf etiladi.

Muqobil manbalardan hosil bo'lishi mumkin bo'lgan elektromagnit impulslari (EMI) vaqt qatorlari anomaliyalari filtrlangach Markaziy Osiyo hududi seysmikligi bilan solishtiriladi.

Juda past chastotali (JPCh – 3-30 kGs) radio to'lqinlarda anomal elektromagnit impulslarning bir necha hafta va bir necha sutka davomida ikkita fazasining namoyon bo'lishi aniqlangan. Kuzatilayotgan geofizik parametrlarning amplitudalarining o'rtacha kvadratik chetlanishlari doimiy  $\pm 2\sigma$  dan oshgan o'zgarishlari intervallari anomal deb qabul qilindi. Uzoq yillik kuzatishlarning tahlili elektromagnit impulslarining namoyon bo'lishining bir qancha qonuniyatlarini ochib berdi. Uning muhim xususiyatlaridan biri-magnituda va epitsentral masofaga (zilzila o'chog'idan kuzatuv punktigacha bo'lgan masofa) bog'liq ravishda bir yoki ikki fazali shaklda namoyon bo'lishidir. Ikki fazali anomaliya 10 kGs chastotali diapazonda magnitudasi  $M \geq 5.5$  hamda zilzila o'chog'i o'lchamidan 15 marta katta uzoqlikda aniqlanadi. EMI ma'lumotlarini retrospektiv qayta ishlash vaqtida 11 holatda 2 fazali anomaliyalarning zilziladan oldin namoyon bo'lishi aniqlandi, bu jarayonning qonuniyatga egaligini ko'rsatadi.



**1-rasm. 12 kgs dagi EMI nig ikki fazali anomaliyasi**



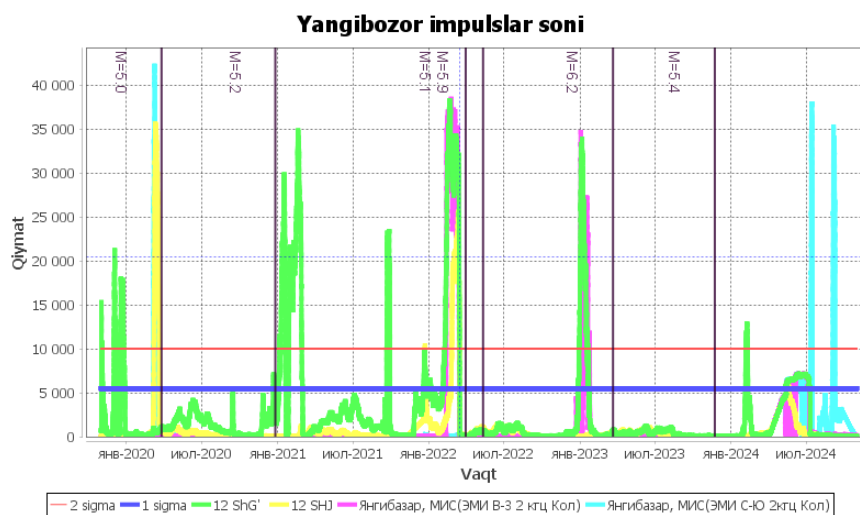
**2-rasm. 2 kGts dagi EMIning bir fazali anomaliyasi.**

Parametrlarning seysmogen tabiatli anomaliyalarining kattaligi tayyorlanayotgan zilzila o'chog'idan uzoqlashishi bilan kamayishi kerak. Quyida keltirilgan rasmlarda 12 va 2 kGs chastotalarda EMI anomaliyalarining ikki (1-rasm) va bir (2-rasm) fazalilari tasvirlangan. EMI signallarini qabul qiluvchi antennalar tizimi, kenglik-ShG<sup>c</sup> va meridional-ShJ yo'nalishlariga moslangan.

Kuzatuv tarmog'idagi stahtsiyalardan keladigan signallar yo'nalishiga asoslanib zilzila tayyorlanish hududini baholash mumkin. Bu zonani yanada aniq lokallashtirish uchun panoramali registrator ma'lumotlaridan foydalanish kerak.

DataVisualizer dasturi Seysmologiya instituti xodimlari tomonida 2017 yilda ishlab chiqilgan bo'lib vaqtga bog'liq qatorlarni qayta ishlash va grafik shaklda tasvirlashni amalga oshiradi. Shu bilan birga zilzilalarni masofa yoki hudud bo'yicha saralash hamda raqamli xaritada zilzila episentrlarini tasvirlash imkoniyatlariga ega. Dastur yaratilganidan hozirgacha uning funksiyalari kengaytirib kelinmoqda. Shu vaqtgacha turli ma'lumotlar bazasi bilan ishlash, "Ochag-1" ma'lumotlarini qayta ishlash, R matematik-statistik tizimi bilan birga ishlash va hisoblashlarni amalga oshirish, foydalanuvchi R tilida makrobuyruqlarini yaratishi va qo'llashi shular jumlasidan.





**3-rasm. Yangibozor geofizik ilmiy-tadqiqot observatoriyasida kuzatilgan elektromagnit impulslar sonining dinamikasi va seysmikligi.**

DataVisualizer dasturi orqali elektromagnit impulsning 2 va 12 kGs chastotalardagi ma'lumotlari tahlil qilindi. Dastlab soatlik ma'lumotlardan xar-bir sutka uchun mediana usulida qiymatlar aniqlandi. Anomaliyalarni ajratish uchun 1 va 2 sigma hisoblandi. Va hudud seysmikligi bilan solishtirildi. (3-rasm)

**Xulosa** sifatida impuls sonidagi davriy o'zgarishlar 1 sigma qiymatidan oshmasligi, zilzila darakchisi sifatidagi anomaliyalar 2 sigmadan oshganda va asosan ikkala chastotada anomaliyalar mavjudligida namoyon bo'lishini takidlash mumkin.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Чернявский Е.А. Электрическая буря // Бюл. САГУ, 1925, №10, С.157-166.
2. Садиров Ф.Х., Хусомиддинов А.С. Сейсмологияда DataVisualizer// Проблемы сейсмической опасности и риска в Узбекистане, обеспечение безопасности населения при землетрясениях// Труды и тезисы Республиканской научно-практической конференции, Ташкент 17-18 ноября, 2015г. с.105.

### **KUCHLI ZILZILALARNI PROGNOZ QILISHDA GEODEZIK TADQIQOTLARNING O'RNI**

**Sagdullaeva K.A.**

O'zRFA G'O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri  
e-mail: [kamolasagdullaeva48@gmail.com](mailto:kamolasagdullaeva48@gmail.com)

**Dolzarbli:** Zilzilalar – Yer qobig'ida asta-sekin to'plangan kuchlanish energiyasining to'satdan chiqishi natijasida yuzaga keladigan tabiiy ofatdir. Zilzila tabiatning eng dahshatli va halokatli kuchlaridan biri bo'lib, juda katta moddiy va ma'naviy zarar keltiradi. Shu bois bugungi kunda zilzilalarni keltirib chiqaradigan jarayonlarni chuqur o'rganish va kuchli zilzilalar darakchilarini aniqlash bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu yo'nalishda turli usullar, jumladan, seysmologik, geofizik, geodezik, astrofizik, biofizik, gidrogeokimyoviy va boshqalarni qo'llagan holda keng qamrovli tadqiqotlar olib borilmoqda. Ko'pgina faktlar shuni ko'rsatadiki, halokatli zilzilalar paydo bo'lishining asosiy mexanizmi faol tektonik bloklarning differensial harakati va o'zaro ta'siridir [1-5].

**Usul va uslublar:** Geodezik kuzatuvlarni interferometrik sintetik diafragma radarlari (InSAR) va sun'iy yo'ldosh optik tasvirlarini tahlil qilish (GPS), sun'iy yo'ldosh navigatsiya tizimi- (GNSS).

**Tadqiqotning maqsadi** - seysmik faol hududlardagi zilzilalarda geodezik kuzatuvlar, ayniqsa interferometrik sintetik diafragma radarlari (InSAR) va sun'iy yo'ldosh optik tasvirlarini tahlil qilish va geodezik kuzatuvlarni xalqaro tadqiq qilish tendensiyalari va yo'nalishlari haqida yangi tushunchalarga ega bo'lish uchun tarixiy ilmiy ma'lumotlardan foydalanishdir [6-14].

**Natijalar:** Hozircha zilzilalarning joyi, kuchi va vaqtini yuqori aniqlik bilan prognoz qilish muammosi to'la-to'kis xal bo'lmagan, lekin seysmiklikning tabiatiga asoslanib, oldindan belgilangan chegaradan yuqori bo'lgan yirik silkinishlarni uzoq, o'rta va qisqa muddatli prognoz qilish algoritmlari mavjud. Geodezik, geofizik, geoximik va boshqa kompleks kuzatuvlar asosida er yuzasining deformatsiyasi o'rganiladi [7-13]. Zilzilalarni prognoz qilish muammosida tadqiqotchilarning e'tiborini halokatli zilzilalardan oldingi sirt deformatsiyalari o'zgarishi tortdi. Tog' jinslarining sinishigacha bo'lgan deformatsiyalarni tadqiq qilishning nazariy va laboratoriya natijalari, ayniqsa, tog' jinslarining yorilishdan oldin ularning kengayishini kuzatish, ko'p hollarda sirt deformatsiyalari kuzatilishi mumkinligini ko'rsatadi [8], bu ba'zi zilzilalarda kuzatilishi mumkin bo'lgan sirt deformatsiyalari sinishdan oldin sodir bo'lishini ko'rsatadi. Bundan tashqari, zilzilalargacha bo'lgan geofizik anomaliyalarning ko'p sonli manbalariga ko'ra, er yuzasining gorizont va vertikal deformatsiyalari darakhchilarini qayd etish chastotasi bo'yicha eng katta ulushni egallaydi [9-11].

Yer yuzasiining deformatsiyasini monitoring qilish maqsadida Yaponiyada 1200 ta GPS kuzatuv stansiyalari mavjud bo'lib ularning oralig'i 25 km dan iborat. So'nggi paytlarda geodezik yondashuvlarning paydo bo'lishi va ularning vaqt o'tishi bilan tez takomillashishi natijasida zilzilalar haqida oldindan prognoz qilish natijalari yangi bosqichga kirdi [12]. Global navigatsiya sun'iy yo'ldosh tizimi (GNSS) kabi tez va tejamkor geodeziya texnologiyasi real vaqt rejimida bir vaqtning o'zida ko'plab joylarda Yer yuzasining harakatlarini kuzatish imkonini berdi va plitalar tektonikasini 2-8 millimetrlar miqyosda kuzatish imkonini berdi [13]. Yirik zilzilalardan avvalgi harakatlarning yuqori o'lchamli fazoviy geodezik kuzatuvlaridan foydalangan holda, seysmologik yoki geologik an'anaviy yondashuvlardan ko'ra halokatli zilzila xavfini aniqroq baholash mumkin [13]. Shu sababli, geodeziya texnikasining so'nggi o'zgarishlari mahalliy deformatsiyaning darakhchilarini aniqlashning samarali usulini ishlab chiqish potensial kuchli zilzilalar haqida o'z vaqtida va ishonchli ogohlantirishni ta'minlaydi.

Ma'lumki, zilzila er bo'laklarining bir-biriga nisbatan u yoki bu tomonga xarakatlanishi oqibatida sodir bo'ladi. Ye.A.Piskulin va boshq. ma'lumoti bo'yicha [3,4] zilzilaning kuchi  $M=7,2$  bo'lganda uzilish bo'yicha tomonlarning nisbiy siljishi 170 sm atrofida bo'lishligi ko'rsatilgan. Gazli epitsentral hududida er sathi harakatlarini o'lchash natijalari yuqoridagi ma'lumotlarni tasdiqlab, 1976 yil 17 maydagi zilziladan so'ng epitsentral hududda 76.3sm vertikal, 100 sm atrofida gorizont xarakatlar bo'lgani qayd qilingan [3].

Yaponiyada 2003 yilda sodir bo'lgan  $M=8$  magnitudali Tokachi-Okii zilzilasi, bir necha yuz kvadrat kilometr maydonni deformatsiyaga olib kelgan. GPS geodezik kuzatuvlarga ko'ra 10 sm seysmik siljish yuzaga kelgan [15].

2011 yildagi Tohoku-Okii ( $M=9.0$ ) zilzilasi Yaponiya yaqinidagi subduksiya zonasida sodir bo'lib, GPS yordamida aniq qayd etilgan sezilarli koseysmik deformatsiyalarni keltirib chiqardi, siljishlar Yaponiyada gorizont ravishda taxminan 5 m va vertikal ravishda 1 m va Sharqiy Xitoyda gorizont ravishda taxminan 3 sm. [14,16,17]. 1973 yilda Nemuroki zilzilasi er yuzasini 2,7 metr deformatsiyasiga olib keldi [18]. 2009 yil 30 sentyabrda Sumatrada sodir bo'lgan Padang zilzilasi ( $M=7,6$ ) Sumatraning g'arbiy qismidagi keng maydonida er qobig'ining deformatsiyasini keltirib chiqarganligini 40 ta GPS stansiyalari ma'lumotlari ko'rsatdi [19]. 2021 yil 11 yanvarda sodir bo'lgan Xubsugul ( $M=6.7$ ) zilzilasi natijasida gorizont seysmik siljishlar kuzatilgan [20]. Bunda Baykal geodinamik poligonidagi GPS stansiyalarining ma'lumotlari qo'llaniladi.

2016 yil 14 noyabrda Yangi Zelandiya sodir bo'lgan kuchli zilzila ( $M=7.8$ ) vaqtida InSAR va GNSS ma'lumotlarga ko'ra quruqlikdagi sirtning deformatsiyasi kuzatilgan [20]. Turkiyada

2011 yil 23 oktyabrda sodir bo'lgan Van zilzilasi ( $M=7.1$ ) er yuzasida g o'rtacha 1 metrlik deformatsiyasini keltirib chiqardi. [21,22]

Ashxobod seysmik faol zonasida ikkita mintaqaviy nivelir profillari mavjud edi. 1944-1952 yillardagi nivelir o'lchov ishlari natijalari tezlikning keskin oshishi va harakatlar belgisining o'zgarishini ko'rsatdi. 222- (+330mm) va Ashxobod – Gyarus liniyasida 1630 (-230mm) gorizonta belgida anomal o'zgarish sodir bo'ldi. Shunday qilib, 80 km ichida bir bo'limda, harakati amplitudasi 0,5 m oshdi. 1948 yil 6 oktyabrda sodir bmlgan halokatli zilziladan ( $M=7.3$ ) so'ng 1962 yildagi nivelir qayta o'lchash ma'lumotlari sodir bo'lgan o'zgarishlarni tasdiqladi [5].

Magnitudasi  $M=6.0\div 7.0$  gacha bo'lgan 4ta zilzilalarni (Yaponiyada 2008 yil ( $M=6.9$ ), 1996 yil ( $M=6,7$ ); 2000 yil Saxalinda ( $M=6.8$ ); 2021 yil Mongoliyada ( $M=6,7$ )) tahlili zilzilalardan so'ng o'rtacha 1,64 m ga siljishlar sodir bo'lganligini ko'rsatdi.

Magnitudasi  $M=7.0\div 8.0$  gacha bo'lgan 4 ta zilzilalardan so'ng (2009 yil Indoneziyada ( $M=7,6$ ); 2015 yil Pomirda ( $M=7,1$ ); 2003 yil Yaponiyada ( $M=8,0$ ); 1973 yilda  $M=8,0$ ) o'rtacha 1.38 m - 2.7 m ga siljishlar sodir bo'lgan.

$M\geq 8,0$  gacha bo'lgan zilzilalardan so'ng 5m va undan katta siljish sodir bo'lgan.

Manbalarda keltirilgan ma'lumotlarni tahlili magnitudasi  $M\geq 6$  bo'lgan zilzila er qobig'ining deformatsiyasini keltirib chiqarishi mumkinligini ko'rsatdi.

$M\leq 6$  bo'lgan zilzilalarda 1m – 3.5 m siljishlar sodir bo'lgan.  $M\geq 7$  bo'lgan zilzilalarda 4-5 m gacha siljishlar sodir bo'lgan.  $M=9$  zilzilalarda er qobig'ining 5m va undan yuqori deformatsiyasini keltirib chiqargan.

**Xulosa:** Geodezik usullar bilan kuchli zilzilalar vaqtida sodir bo'ladigan gorizonta va vertikal siljishlar statistik tahlili asosida seysmik faol hududlarda geodezik kuzatuvlar yordamida monitoring ishlarini olib borish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Zilzila darakchilarini aniqlashda interferometrik sintetik diafragma radarlari (InSAR) va sun'iy yo'ldosh optik tasvirlarini tahlil qilish ishlarini jadallashtirish tavsiya qilinadi. Geodezik kuzatuvlar yordamida er yuzida tadqiqotlar olib borish orqali deformatsion holatni baholash va geologik, tektonik bloklar vertikal va gorizonta harakatlarini nazorat qilib borish imkonini beradi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

- 1 Ярмухамедов А.Р., Эргешев И.М., Валиев И.С., Сагтаров А.С. Исследование проявления современных тектонических движений земной коры геодезическим методом на Таваксайском геодинамическом полигоне в связи сейсмичностью. Ташкент 2006. 144с.
2. Ярмухамедов А.Р., Якубов Д.Х., Сагтаров А.С. Современная геодинамика Восточного Узбекистана. Изд. ФАН Ташкент 1979. 109с.
3. Газлийские землетрясения 1976 и 1984 гг. Ташкент. Фан. 1986.368с.
4. Пискулин Е. А., Райзман А.П. Исследования деформаций земной поверхности в эпитцентральной зоне Газлийского землетрясения 20 мая 1984 г. геодезическими методами Газлийские землетрясения 1976 и 1984 гг. Ташкент. Фан. 1986 С.110-117.
5. Курбанов М.К., Лыков В.И., Челпанов С.С. Вертикальные движения реперов в зоне очагов Ашхабадских землетрясений Сборник докладов международной конференции 1978 Современные движения земной коры С.100-104.
6. Kaftan V., Melnikov A., Local deformation precursors of large earthquakes derived from GNSS observation data. IOP Conf. Ser. Yearth Yenviron. Sci. 95, 032030 (2017).
7. R. D. Cicerone, J. Ye. Yebel, J. Britton, A systematic compilation of earthquake precursors. Tectonophysics 476, 371–396 (2009).
8. Ma, Z., Li, C., Jiang, Y., Chen, Y., Yin, X., Aoki, Y., Yun, S., Wei, S., 2024. Space Geodetic Insights to the Dramatic Stress Rotation Induced by the February 2023 Turkey-Syria Earthquake Doublet. Geophysical Research Letters 51, e2023GL107788. <https://doi.org/10.1029/2023GL107788>
9. M. Kawamura, T. Kudo, K. Yamaoka, 2012. Spatiotemporal relations'hip between geodetic and Seismic quantities: possible clue to preparatory processes of  $M \geq 6.0$  Inland

- earthquakes in Japan. International Journal of Geophysics 2012, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2012/610712>
10. T. Rikitake, Yearthquake prediction. Yearth Sci. Rev. 4, 245–282 (1968).
  11. M. Kiani Possibility of land movement prediction for creep or before earthquake using Lidar Geodetic Data in a machine learning scheme. arxiv [Preprint] (2020). <https://arxiv.org/abs/2006.10419> (Accessed 6 May 2022).
  12. C. Ito, H. Takahas’hi, M. Ohzono, Yestimation of convergence boundary location and velocity between tectonic plates in northern Hokkaido inferred by GNSS velocity data. Yearth Planets Space 71, 1–8 (2019).
  13. G. F. Panda, A. Peresan, F. Senso, M. Crespi, A. Mazzoni, A. Nasketti Institute of Geophysics, Chinese earthquake Control Administration, Beijing, China HOW GEODESY CAN CONTRIBUTE TO THE UNDERSTANDING AND PREDICTION OF YeARTHQUAKES 2017 g. <http://dx.doi.org/10.1007/s12210-017-0626-y>
  14. Fred F. Pollits, Roland Byurgmann, Parames’h Banerdji Geodezicheskaya model skoljeniya zemletryaseniya magnitudoy 9,0 Toxoku 2011 g. <https://doi.org/10.1029/2011GL048632>
  15. A. Yamagiwa, Y. Hatanaka, T. Yutsudo and Basara Miyahara, n.d. Real-time capability of GEONET system and its application to crust monitoring.
  16. X. Zhou, W.Sun, B.Zhao, G. Fu, J. Dong, Z. Nie, 2012. Geodetic observations detecting coseismic displacements and gravity changes caused by the Mw = 9.0 Tohoku-Oki earthquake. J. Geophys. Res. 117, 2011JB008849. <https://doi.org/10.1029/2011JB008849>
  17. T. Sagiya, A. Meneses-Gutierrez, 2022. Geodetic and Geological Deformation of the Island Arc in Northeast Japan Revealed by the 2011 Tohoku Yearthquake. Annu. Rev. Yearth Planet. Sci. 50, 345–368. <https://doi.org/10.1146/annurev-yearth-032320-074429>
  18. Nis’himura, T. The s’hear distribution of the 1973 Nemuroki earthquake, estimated on the basis of revised geodetic data. Yearth Planet Sp 61, 1203–1214 (2009). <https://doi.org/10.1186/BF03352973>
  - 19 D. Aris, B. Setiadi, V. S. Priyanto Preliminary and seismic analysis of the 7.6 magnitude earthquake in Padang earthquake of 2009 using the geodetic approach of 2021 g. doi:10.1088/1755-1315/789/1/012069
  20. A.V. Lukhnev, O.F. Lukhneva, V.A. Sankov, A.I. Miros’hnichenko, 2022. Coseismic effects of the 11 january 2021 Hovsgol, mongolia, earthquake. Geodin. tektonofiz. <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-2s-0626>
  21. F. Zedek, L.M. Rolland, T.D. Mikesell, A. Sladen, B. Delouis, C. Twardzik, P. Coi’sson Locating surface deformation induced by earthquakes using GPS, GLONASS and Galileo ionospheric sounding from a single station 2021 g., P. 3403-3416
  22. Jin, Z., Fialko, Y., Zubovich, A., Schöne, T., 2022. Lithospheric Deformation Due To the 2015 M7.2 Sarez (Pamir) Yearthquake Constrained by 5 ears of Space Geodetic Observations. JGR Solid Yearth 127, e2021JB022461. <https://doi.org/10.1029/2021JB022461>

## **GIDROGEOSEYSMOLOGIK MONITORING: SUV SATHI VA GAZ KOMPONENTLARINING ZILZILALAR BILAN BOG‘LIQLIGINI KUZATISH**

**Yusupov V.R., Sattorova N.A., Mo‘minov G‘.Z., Begmatov X.U. Qayumov B.R**  
O‘zRFA G‘.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri  
*e-mail: [valijon.yusupov@mail.ru](mailto:valijon.yusupov@mail.ru)*

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda erosti suv sathi, gely va vodorod gazlari konsentratsiyasining zilzilalar bilan bog‘liqligi tahlil qilindi. Kuzatuv natijalari har bir zilzila oldidan erosti suv sathining sezilarli darajada o‘zgarishi, shuningdek, gaz konsentratsiyalarining

10-30 kun avval keskin oshishi kuzatilganini ko'rsatadi, geliy va vodorod miqdori zilzilalar oldidan 45-65% gacha oshgan, suv sathida esa keskin ko'tarilish va pasayish kuzatilgan.

**Kirish.** Hozirgi kunga qadar dunyo olimlari tominida kuzatilgan tadqiqotlar bo'yicha, ko'plab zilzilalarda erosti suvlari tarkibida qirqdan ortiq gidrokimyoviy parametrlarda anomaliyalar qayd qilingan [1]. Eng ko'p kuzatilgan anomaliyalar asosan, radon (Rn), geliy (He), karbonat anhidrid (CO<sub>2</sub>), erosti suv sathi, kislorod va vodorod izotoplarida namoyon bo'lgan [2,3]. Geliy rangsiz, hidsiz va inert gaz bo'lib, Yer qobig'ida oz miqdorda mavjud (1 kg yer moddasida 0,003 mg geliy bor), u asosan uran va toriy kabi og'ir elementlarning radioaktiv parchalanishi natijasida hosil bo'ladi. Bu jarayon geliyning ikkita izotopini hosil qiladi: geliy – 4 (<sup>4</sup>He) va geliy – 3 (<sup>3</sup>He).

**Metod va usullar.** Ushbu tadqiqotda kuzatilgan O'z.R.FA Seysmologiya instituti tasarufidagi № 1 skvajinaning gidrogeoseysmologik ma'lumotlari 2023 yil oktabrdan 2024 yil noyabr oyigacha bo'lgan kunlik ma'lumotlardir. Yerosti suvlarida erigan gazlar miqdori yil davomida Xromatograf "Kristallyuks 4000m" qurilmasi yordamida o'lchandi. Yuqoridagi tajribalar faqat № 1 skvajina uchun o'tkazilgan, qolgan skvajinalarda yil davomida yerosti suvlar sathlari o'lchab turilgan.

Biz ushbu ishda I.P. Dobrovolskiy va boshqalar [4] formulasidan foydalandik, bu formula odatda darakchilarning zilzilani tanlash diapazonini baholash uchun ishlatiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$R = 10^{0.43 M}$$

Bu erda R - zilzila magnitudasiga bog'liq bo'lgan samarali darakchi namoyon bo'lishining radiusi. Ushbu formulaga muvofiq M = 4, 4,5, 3,2, 3,6, 3,7 bo'lgan zilzilalarning episentral masofa radiuslari tegishli ravishda 52,5, 86,1, 23,8, 35,32 va 39 km ga etishi mumkin. 1-jadvalda kuzatilgan zilzilalar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Seysmologiya instituti hududidagi № 1, 2, 3, 4 skvajinalari seysmik monitoring va zilzilalarni prognoz qilish uchun tashkil etilgan.

**Natijalar.** Geliy (He) gazi konsentratsiyasi 05.04.2024 (M=3.2, R=13 km) zilzila oldidan fon qiymati taxminan 0.001% dan 0.006% gacha ko'tarilgan. Anomaliya mart oyining oxirida boshlangan. Anomaliya boshlanganidan keyin geliy (He) gazining miqdori oshgan va zilziladan keyin pasaygan. 09.09.2024 (M=3.6, R=9 km) zilzila oldidan geliy miqdori fon qiymati taxminan 0.002 % dan eng maksimal qiymat 0.015 % ga ko'tarilgan anomaliya iyul oyida boshlangan. Anomaliya boshlanganidan keyin geliy (He) gaz miqdori asta-sekin oshgan va zilzila sodir bo'lishi oldidan eng yuqori qiymatga etgan. 09.09.2024 (M=3.6 R=9 km) zilzila oldidan fon qiymati taxminan 0.004 % dan 0.022 % ga oshgan. Anomaliya avgust oyi oxiridan boshlanganidan keyingeliy geliy (He) gazining miqdori oshgan, zilzila sodir bo'lgach esa pasaygan, lekin fon darajadan hali ham yuqori bo'lgan (1-rasm).

*1-jadval*

GGs monitoring kuzatuv davomida sodir bo'lgan zilzilalar

№	Sana	Joylashuv	M	shimoliy kenglik	sharqiy uzunlik	Chuqurlik, km	Episentral masofa (km),
1	11.09.2021	Qozog'iston	3.6	41,55	69,12	15	32
2	05.11.2022	Qozog'iston	4.5	41,56	68,93	15	46
3	26.07.2023	Qozog'iston	4	41,43	68,98	10	27
4	05.04.2024	Qozog'iston	3.2	41,36	69.02	20	13
5	09.09.2024	O'zbekiston Toshkent sh.	3.6	41,33	69,38	5	9
6	19.10.2024	O'zbekiston O'rta Chirchiq	3.7	41,03	69,39	10	34

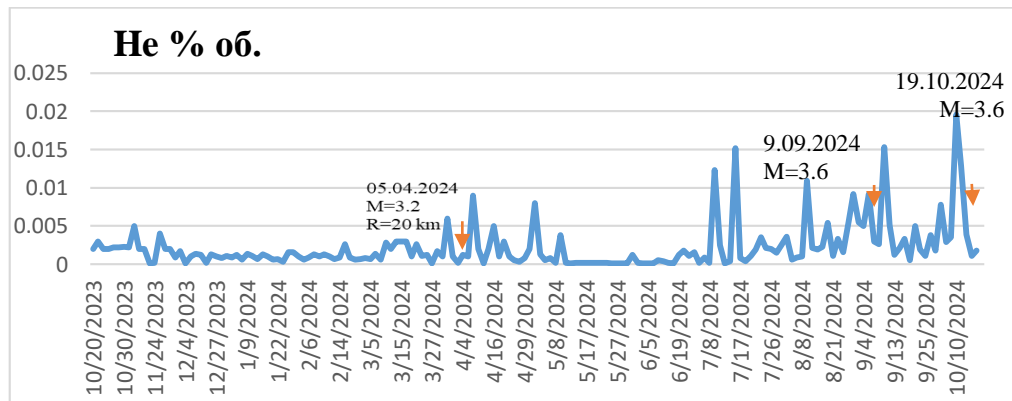
Vodorod ( $H_2$ ) gazi konsentratsiyasi 05.04.2024 ( $M=3.2$ ,  $R=13$  km) zilzila oldidan fon qiymati taxminan 0.001% dan 0.006% gacha ko'tarilgan. Anomaliya boshlanishi mart oyining oxiri (taxminan 28.03.2024) dan boshlab vodorod ( $H_2$ ) gaz miqdori oshgan. O'sish boshlanganidan keyin, zilzila yuz bergach, vodorod ( $H_2$ ) miqdori kamaygan.

09.09.2024 ( $M=3.6$   $R=9$  km) zilzila oldidan fon qiymati taxminan 0.002% dan keskin ko'tarilgan va 0.012 % ga etgan. Anomaliya boshlanishi avgust oyining oxiri (taxminan 27.08.2024) dan boshlab sezilarli o'sish kuzatilgan. Zilzila sodir bo'lgach, vodorod ( $H_2$ ) miqdori pasaygan, biroq hali ham yuqori darajada qolgan. 18.10.2024 ( $M=3.7$ ,  $R=34$  km) zilzilada vodorod ( $H_2$ ) gazi konsentratsiyasi eng yuqori qiymatga chiqib, 0.014 % darajaga etgan. Anomaliya boshlanishi oktabr oyining boshlaridan (taxminan 05.10.2024) boshlab vodorod ( $H_2$ ) gaz miqdori oshgan. Zilzilaladan keyin vodorod ( $H_2$ ) gaz miqdori pasaygan, biroq barqaror darjada yuqorilgicha qolgan (2-rasm).

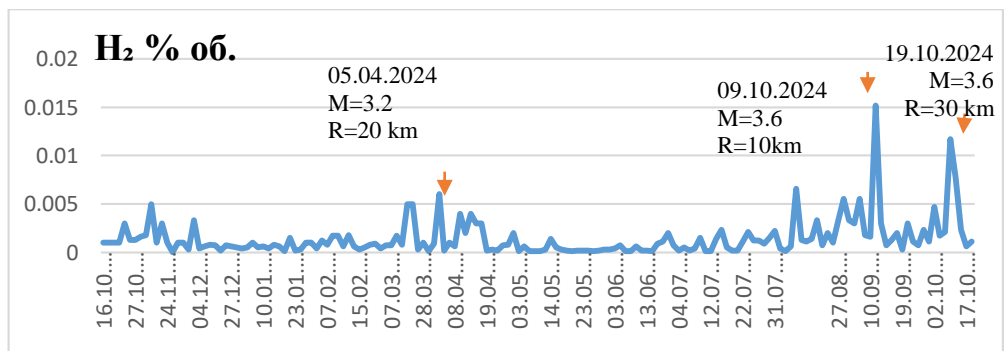
Yerosti suv sathida har bir zilzilalarda sezilarli o'zgarishlar kuzatilgan 11.09.2021 yilda  $M=3.6$  bo'lgan zilzilada EOCC2 va EOCC3 skvajinalarida suv sathida pasayish kuzatilgan EOCC 4 skvajinasida o'zgarish kam, lekin sezilarli pasayish kuzatilgan. Anomaliya 2021-yil avgust oyidan boshlab suv sathi pasayishni boshlagan.

05.11.2022 yilda  $M=4,5$  bo'lgan zilziladan oldin ya'ni 2022-yil dekabr oyidan boshlab suv sathi ko'tarila boshlagan EOCC 2 skvajinasida sath -12,3 m dan -11,8 m gacha ko'tarilgan EOCC3 - skvajinasida esa -12,4 m dan -11,7 m gacha keskin ko'tarilgan.

20.07.2023 yilda  $M=4,0$  bo'lgan zilzilada ham EOCC2,3 skvajinalarida suv sathi ko'tarilishi kuzatilgan, tegishli ravishda -12,4 m dan -12 m gacha, -12,3 m dan -11,9 m gacha EOCC 4 skvajinasida esa o'zgarish kuzatilmagan. 05.04.2024 yilda ( $M=3,2$ ) kuzatilgan zilzila oldidan ya'ni 2024-yil iyul oyidan boshlab barcha skvajinalarda ham suv sathi ko'tarila boshlagan 09.09.2024 ( $M=3,6$ ) va 19.10.2024 ( $M=3,7$ ) kuzatilgan zilzilalarda ham ko'tarilish anomaliyalari kuzatilgan bo'lib, faqat 19.10.2024 ( $M=3,7$ ) zilzilada EOCC2 skvajinasida o'zgarish kuzatilmagan (3-rasm).



**1-rasm Seysmologiya instituti hududidagi № 1 skvajinada geliy (He) gazi o'zgarishi grafigi**



**2-rasm. Seysmologiya instituti hududidagi № 1 skvajinada vodorod ( $H_2$ ) gazi o'zgarishi grafigi**



**3-rasm. Seysmologiya instituti hududidagi № 2,3,4 skvajinalaridagi yer osti suv sathi o'zgarishi grafigi**

**Xulosa.** Geliy (He) gazi har bir zilziladan oldin 10-30 kun oldin anomaliya boshlangan, ya'ni geliy(He) gazining miqdori sekin-asta oshgan. Eng uzoq davom etgan anomaliya 09.09.2024 dagi zilziladan oldin kuzatilgan (25 kun davomida Geliy (He) gazi miqdori o'sgan). Zilziladan keyin Geliy (He) gazi miqdori kamaygan, lekin ba'zi hollarda fon darajadan yuqori qolgan. Har bir zilzila oldidan geliy (He) miqdori keskin ortgan, bu zilzilalarga tayyorgarlik jarayonida erostidan geliy (He) gazi chiqishining kuchayishini ko'rsatadi.

Bu natijalar geliy (He) gazining ortishi seysmik faollik bilan bog'liqligini tasdiqlashi mumkin, va zilzilalarni oldindan prognoz qilish uchun geliy monitoringini o'tkazish muhimligini ko'rsatadi. Ammo ba'zi zilzilalarda ushbu natijalar takrorlanmasligi mumkin. Shu sababli ushbu natijalar ko'plab tadqiqotlar bilan isbotlanishi maqsatga muvofiqdir.

Har bir zilziladan oldin bir necha kun yoki hafta oldin vodorod ( $H_2$ ) gazining konsentratsiyasi keskin oshgani kuzatilgan. Kuchliroq zilzilalar ( $M=3.6, 3.7$ ) uchun vodorod( $H_2$ ) miqdori nisbatan yuqoriroq bo'lgan. Zilziladan keyin vodorod ( $H_2$ ) gaz miqdori kamaygan, lekin ba'zi hollarda yuqoriligicha qolgan. Eng katta 05.04.2024 va 09.09.2024 zilzilalar oldidan kuzatilgan.

Odatda zilziladan oldin suv sathi pasayadi yoki ko'tariladi, so'ngra zilzila yuz bergach, yana o'zining oldingi holatiga qaytadi. Ushbu o'zgarishlar zilzilalarni oldindan prognoz qilish uchun foydali bo'lishi mumkin.

#### **Adabiyotlar ro'yxati:**

1. Sultanxodjaev A.N., Latipov S.U., Zigan F.G. i dr. *Gidrogeoseysmologicheskie predvestniki zemletryaseniy*. Pod.red. akad. Mavlyanova G.A., Tashkent, FAN, 136 s. 1967.
2. Barkat, A., Ali, A., Hayat, U., Crowley, Q.G., Rehman, K., Siddique, N., Haidar, T., Iqbal, T., 2018. Time series analysis of soil radon in Northern Pakistan: Implications for earthquake forecasting. *Applied Geochemistry* 97, 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.08.016>
3. Zhao, Y., Liu, Z., Li, Y., Hu, L., Chen, Z., Sun, F., Lu, C., 2021. A case study of 10 ears groundwater radon monitoring along the eastern margin of the Tibetan Plateau and in its adjacent regions: Implications for earthquake surveillance. *Applied Geochemistry* 131, 105014. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2021.105014>
4. I. P. Dobrovolskiy "Teoriya podgotovki tektonicheskogo zemletryaseniya" Moskva-1991.

## ЦИФРОВАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ И НОВЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Алимов Б.Г., Курбанов Т.С., Артиков Ф.Р.

<sup>1</sup>Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail:[bahadirka84@gmail.com](mailto:bahadirka84@gmail.com)

**Аннотация:** В статье рассматриваются современные методы обработки данных о землетрясениях, включая традиционные подходы, машинное обучение, геоинформационные системы и спутниковые технологии. Особое внимание уделяется предобработке данных, качеству входных данных, сравнительному анализу методов и перспективным направлениям исследований. Обсуждаются вопросы этики и безопасности в применении искусственного интеллекта для сейсмического мониторинга.

**Введение:** Землетрясения – это одни из самых разрушительных природных явлений, представляющие угрозу жизни людей, инфраструктуре и экономике. Современные методы обработки данных позволяют не только анализировать уже произошедшие сейсмические события, но и разрабатывать прогнозы, минимизируя последствия катастроф. Развитие технологий, таких как машинное обучение, искусственный интеллект (ИИ), большие данные и облачные вычисления, значительно повысило точность обработки сейсмических данных.

**Актуальность.** В данной статье рассматриваются современные подходы к обработке данных о землетрясениях, включая традиционные методы, машинное обучение, геоинформационные систем и применение спутниковых технологий. Обработка данных о землетрясениях является важной областью сейсмологии, изучаемой на протяжении многих лет.

**Цель исследования.** Целью исследования является анализ современных методов обработки сейсмических данных для повышения эффективности мониторинга и прогнозирования землетрясений, где особое внимание уделяется применению машинного обучения, нейросетей, ГИС и спутниковых технологий для автоматизации анализа.

**Методология и методы исследований.** Изначально исследования были ориентированы на регистрацию сейсмических волн при помощи сейсмографов [1]. Позднее развитие компьютерных технологий позволило внедрить автоматизированные методы анализа сейсмической информации [2]. Современные исследования сосредоточены на применении нейросетевых алгоритмов, статистического анализа и методов обработки больших данных [3]. Важную роль играет интеграция данных с разных сенсоров, включая спутниковые системы наблюдения, позволяющие анализировать смещения земной поверхности [4].

Информация о землетрясениях и их последствиях поступает из разнообразных источников, включая сейсмические станции, спутниковые системы наблюдения, отчёты экстренных служб, сообщения очевидцев и данные геологических исследований:

- Сейсмографы фиксируют колебания земной коры.
- GPS-станции фиксируют смещения земной поверхности в конкретных точках с высокой точностью.
- Спутниковые технологии, такие как InSAR, обеспечивают пространственно распределённые данные о деформациях земной коры.
- Датчики IoT позволяют отслеживать сейсмическую активность в реальном времени.

Традиционные методы основаны на анализе сейсмограмм, спектральном разложении и корреляционных методах [5]. Они позволяют определить эпицентр, магнитуду и глубину землетрясения.

Внедрение алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта существенно повысило эффективность и точность обработки сейсмических данных.

Среди популярных методов:



- Нейронные сети – используются для классификации землетрясений и анализа сейсмических волн [6].
- Методы глубокого обучения – позволяют находить скрытые закономерности в больших объемах данных [7].
- Кластерный анализ – применяется для выявления групп повторяющихся сейсмических событий [8].
- Методы опорных векторов (SVM) – используются для классификации сейсмических сигналов и выявления предвестников землетрясений.

Перед анализом данных проводится их предобработка, включающая:

- Удаление шумов и артефактов.
- Нормализацию данных для повышения точности алгоритмов.
- Выбор ключевых признаков, влияющих на точность прогнозирования.

Геоинформационные системы (ГИС) используются для визуализации и анализа пространственных данных о землетрясениях. Они позволяют сопоставлять сейсмическую активность с геологическими особенностями региона [9].

Методы дистанционного зондирования, такие как радиолокационная интерферометрия (InSAR), помогают отслеживать изменения земной поверхности после землетрясений [10].

**Анализ данных.** Современные методы обработки данных позволяют не только фиксировать землетрясения, но и прогнозировать их развитие. Анализ данных за последние десятилетия показывает, что алгоритмы машинного обучения могут успешно выявлять предвестники сейсмических событий [11].

Таблица 1.

**Сравнительный анализ методов.**

Метод	Преимущества	Недостатки
Традиционные методы	Высокая надежность, простота реализации	Ограниченная точность
Нейронные сети	Автоматическое выявление закономерностей	Высокая вычислительная сложность
SVM	Хорошая классификация сейсмических сигналов	Требует тщательной настройки параметров
ГИС	Эффективная визуализация данных	Высокие требования к объему данных

Качество прогнозов зависит от точности и полноты исходных данных. Основные факторы:

- Достоверность данных, поступающих с датчиков.
- Уровень шума в измерениях.
- Объем доступных исторических данных.
- Методы предварительной обработки данных.

Примеры практического применения:

- В 2021 году система на основе нейросетей предсказала афтершоки в Калифорнии с точностью 85%.
- В Японии использование SVM позволило повысить точность определения эпицентров землетрясений на 30%.

Будущее и исследования. Перспективные направления исследований включают:

- Применение квантовых вычислений для ускорения моделирования землетрясений.
- Совершенствование методов обработки данных с использованием гибридных ИИ-моделей.

**Результаты.** Применение современных научных методов показало высокую эффективность в различных аспектах обработки сейсмических данных:

- Нейросетевые подходы, описанные в работах Mousavi и Beroza [3], Perol и др. [6], позволили значительно повысить чувствительность к слабым землетрясениям и автоматизировать процесс их обнаружения. Так, сверточные нейросети обеспечили точность детектирования событий выше 90% в тестовых наборах данных.

- Использование радиолокационной интерферометрии (InSAR), как показано в исследованиях Elliott [4] и Massonnet & Feigl [10], позволило с высокой точностью отслеживать постсейсмические деформации земной поверхности и использовать эти данные для уточнения моделей разломов.

- Алгоритмы кластеризации и анализа афтершоков, предложенные Zaliapin и Ben-Zion [8], успешно применяются для идентификации активных сейсмических зон и прогнозирования вторичных событий после крупных землетрясений.

- Интеграция ГИС и ИИ по методике Chelidze позволила создать детализированные карты сейсмической опасности, что используется в целях городского планирования и экстренного реагирования [12].

- Традиционные методы анализа, как изложено в работах Aki & Richards [1] и Lay & Wallace [5], продолжают служить основой при интерпретации структуры источника и параметров землетрясений в исследовательских центрах.

**Заключение.** Современные методы обработки данных землетрясений позволяют значительно улучшить точность анализа и прогнозирования сейсмических событий. Машинное обучение, ГИС и спутниковые технологии становятся неотъемлемой частью сейсмологии, повышая скорость и качество обработки информации. В будущем развитие нейросетевых алгоритмов и интеграция разнородных данных позволят создавать более точные модели прогнозирования землетрясений.

#### **Список литературы:**

1. Aki K., Richards P. Quantitative Seismology. - University Science Books, 2020. DOI: 10.4236/ojer.2025.101001
2. Shearer P. Introduction to Seismology. – Cambridge University Press, 2019. DOI: 10.1017/9781316877111
3. Mousavi S. M., Beroza G. C. Machine Learning for Earthquake Detection. – Science Advances, 2020. DOI: 10.1126/science.abm4470
4. Elliott J. R. Earthquake Remote Sensing with InSAR. – Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2021. DOI: 10.1029/2021GL093043
5. Lay T., Wallace T. C. Modern Global Seismology. – Academic Press, 1995. DOI: 10.4236/jmp.2012.38101
6. Perol T., Gharbi M., Denolle M. Convolutional Neural Network for Earthquake Detection. – Science Advances, 2018. DOI: 10.1126/sciadv.1700578
7. Kong Q., Allen R. Machine Learning in Seismology. – Seismological Research Letters, 2019. DOI: 10.1785/0220180259
8. Zaliapin I., Ben-Zion Y. Clustering of Earthquake Sequences. – Journal of Geophysical Research, 2013. DOI: 10.1002/jgrb.50178
9. Stein S., Wysession M. An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure. – Blackwell, 2003. DOI: 10.1002/9781118688160
10. Massonnet D., Feigl K. Radar Interferometry and its Application to Changes in the Earth's Surface. – Reviews of Geophysics, 1998.
11. Asim K., Feng S. Machine Learning-Based Earthquake Forecasting. – Journal of Geophysical Research, 2022. DOI: 10.1029/97RG03139
12. Chelidze T. Seismic Hazard Assessment Using AI and GIS. – Geophysical Journal International, 2021. DOI: 10.1093/gji/ggab123

## РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕЙСМОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ВОДОХРАНИЛИЩЕ ТУПАЛАНГ

**Артиков Ф.Р.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [farhadbek\\_uz@mail.ru](mailto:farhadbek_uz@mail.ru)

**Актуальность.** Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 792 от 17 декабря 2020 года «О внедрении системы постоянного проведения инструментальных сейсмологических наблюдений в водоемах, расположенных в сейсмически активных зонах республики» направлено на повышение сейсмической безопасности водохранилищ в регионах с высокой сейсмической активностью, что показывает на важность подобного мероприятия в регионе.

**Целью исследования** является - расширение возможностей инженерно-сейсмометрической системы (ИСС) и сейсмологических исследований на водохранилище Тупаланг, с введением новой системы наблюдения и аппаратуры.

**Методы и методология.** Современные сейсмические исследования в районе Тупалангского водохранилища расположенная в горном районе Сурхандарьинской области Узбекистана были начаты во время его строительства. Исследования на этой территории активно развивались с целью повышения безопасности гидротехнических сооружений и оценки сейсмической активности региона. Институт Сейсмологии Академии наук Республики Узбекистан проводит комплексные исследования в зоне Тупалангского водохранилища за последние 20 лет. В начальной стадии строительства на территории водохранилища были установлены сейсмические приборы, такие как ОСП-2М, ВЕГИК, С-5-С и др. (рис.1) [1]



**Рис. 1. Сейсмические приборы, установленные во время строительства.**

*Первичные результаты реализации новой ИСС системы.* В 2021 году были выполнены установочные работы, обучение персонала, ответственных за установленные новые сейсмические станции и начался мониторинг за сейсмическими событиями вблизи водохранилища. Кроме того, исследовались деформации основания водохранилища при изменении объема воды и кинематика колебаний плотины. На территории водохранилища были установлены сейсмические приборы Аппатит-В и Аппатит-А, в количестве 5-ти штук (рис.2). Для каждой станции была установлена автономная солнечная панель, с

аккумулятором на 100 ампер. Последняя дает электроэнергию не зависима от внешнего питания. Установленные станции (рис.3) были подключены к диспетчерскому пункту (рис.4) по оптико-волоконному кабелю, что способствует быстрому обмену данных. К системе подключена вся новая сейсмическая аппаратура, установленные по всей исследуемой территории (рис.5).



Рис. 2. Сейсмическая станция.



Рис. 3. Комплектация установленного оборудования



Рис. 4. Схема расположения сейсмологической системы.



Рис. 5. Установленное оборудование на грунте.

**Закключение.** Таким образом, в районе Тупалангского водохранилища проводятся комплексные сейсмологические исследования и внедряются современные технологии мониторинга для обеспечения безопасности гидротехнических сооружений и оценки сейсмической активности региона. Установленные сейсмические станции функционируют и регистрируют сейсмические события, происходящие вокруг территории Тупалангского водохранилища. Как показал статистический анализ за 2024 год новыми станциями были зарегистрированы более 170 сейсмических событий с магнитудой 1,8 и выше [2].

#### Список литературы:

1. Руководство по сбору и использованию инженерно-сейсмометрической информации. // ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР Москва 1980г. 51 стр.
2. Данные Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан. Республиканский центр сейсмопрогностического мониторинга за 2024 год.

## ГРУНТ ХАВОСИДАГИ РАДОННИНГ ХАЖМИЙ ФАОЛЛИГИНИ ЎЛЧАШ УСУЛИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

Ахмедов Ғ.М.

Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техник университети

e-mail: [energystandartsg5521@gmail.com](mailto:energystandartsg5521@gmail.com) ; tel:+998946935521

**Аннотация:** Ушбу мақолада грунт ҳавосида  $^{222}\text{Rn}$  (радон) газининг ҳажмий фаоллиги ( $A_\infty$ )ни аниқлаш бўйича мавжуд усуллар таҳлил қилинди ва уларнинг камчиликлари кўрсатиб берилди. Стандарт усуллар турли геологик ва иқлим шароитларида катта ноаниқликка олиб келиши сабабли, радоннинг ҳажмий фаоллигини аниқлаш учун такомиллаштирилган янги усули таклиф қилинган. Радон миқдори суюқ синтилляцион ҳисоблагич ёрдамида қандай аниқланиши, ва таклиф этилган усул юқори сезгирлик ва аниқликка эга эканлиги, ундан қурилиш, георадиацион текширувлар ва экологик мониторингда самарали фойдаланиш мумкинлиги ёритиб берилган.

**Кириш:** Ҳозирги кунда иншоатлар қурилишидан олдин грунтдаги радиация хавфсизлигини таъминлаш ҳамда радиацион назорат мақсадида ер юзасидан  $^{222}\text{Rn}$  газининг чиқишини аниқлаш катта аҳамият касб этмоқда. Шундай экан радиацион хавфсизликни таъминлашда, айниқса, бино ва иншоотларда, аҳоли яшаш жойларида грунтдан радоннинг чиқишини баҳолашда муҳимдир.

Сейсмологлар радоннинг ер тагидан яъни грунтдан чиқишини таҳлил қилиб, zilзилалар ва вулқонлар отилишини тахмин қилишади.

**Усуллар:** Радонни қайд этиш учун турли хил усуллар мавжуд. Бевосита қайд этиш усулларида бири-бу радон ва унинг парчаланиш маҳсулотларини электростатик усулда ярим ўтказгичли альфа-парчаланиш детектори юзасига тушириш ва кейин уларни энергия даражалари бўйича дискриминация қилиш ҳисобланади. Шундай экан замонавий радон-мониторлари айнан шу ишлаш принципига асосланган.

Радон фаоллигини ўлчаш учун ISO 11665-11 стандартига мувофиқ, 45 mm диаметри 1 метр чуқурликдаги тешикка жойлаштирилган раскер пробаси (Bonner пробаси) ишлатилади. Ушбу пробанинг пастки қисмида балон ёрдамида атмосферадан ажратилган махсус муҳит яратилади. Радон фаоллиги AlphaGuard ионизация камераси ёрдамида ўлчанади. [1].

И.И. Мечников номидаги Санкт-Петербург давлат тиббиёт академияси олимлари томонидан таклиф этилган усул [2] қудуқларни бурғулаш ва таҳлил жараёнининг мураккаблиги ҳамда юқори харажат талаб этиши билан тавсифланади. Stevens William'нинг синтилляцион камера асосидаги усулида ҳаво намуналарини йиғиш узоқ ва мураккаб жараён ҳисобланади. Чехия геологик хизмати томонидан таклиф этилган вакуум камерали усул эса камеранинг вакуум қилиниши ва фон таъсиридан келиб чиқадиган сезгирликнинг чекланганлиги каби камчиликларга эга. Шу боис, мазкур усулларнинг самарадорлигини ошириш ва соддалаштиришга қаратилган янгича ёндашувлар талаб этилади. [3-4].

Грунт ҳавосидаги радоннинг ҳажмий фаоллигини ўлчаш усули, шу жумладан грунт ҳавосидан намуна олиш, намунани ўлчаш учун идишга ўтказиш, суюқлик синтиляцияси ҳисоблагичи ёрдамида радоннинг ҳажмий фаоллигини аниқлаш таклиф қилинганлиги билан ҳал қилинади, унда ўрганилаётган ҳудудда бир-биридан 0,5 m масофада иккита чуқур бурғуланади, биринчи чуқур 30 см чуқурликда, иккинчиси 50 см чуқурликда ва иккаласи ҳам диаметри 5,0 см, грунт ҳавосини суюқ синтиляция детектори билан тўлдирилган шиша пуфакчадан ўтказиш, намуна олувчидан намуна олгандан сўнг, грунт ҳавоси суюқ синтиляция детектори билан тўлдирилган, этилбензолдаги 2,5-дифенилоксазол ва 1,1,4,4-тетрафенил-1,3-бутадиен аралашмасининг эритмаси шиша пуфакчадан ўтказилади бу еса юқори синтиляция самарадорлигига ега суюқ синтиляция детектори ёрдамида амалга оширилади.

Хусусиятлар тўплами ва эришилган техник натижа ўртасидаги сабабий боғлиқликни аниқлаш учун тадқиқотлар давомида Тошкент шаҳри, Навоий вилояти Учқудуқ тумани

(техноген зона) ва Сурхондарё вилояти Шеробод тумани (техноген зона) ҳудудларида жойлашган тадқиқот участкаларида мавсумий ер кимирлашларига қараб радоннинг ҳажм фаоллигини аниқлаш бўйича синов натижалари ўзгариши аниқланди.

Тажрибалар давомида кишда грунтнинг музлатилган юқори қатлами туфайли ўрганилаётган техноген ҳудудларда грунт ҳавосидаги радоннинг ҳажмли фаоллиги ошиши кузатилди. Бундан ташқари, кўплаб тажрибалар шуни кўрсатдики, радоннинг ҳажмий фаоллиги кундузи юқори, кечаси эса паст бўлади. Бундай ўзгарувчанлик грунт ҳарорати билан боғлиқ. Шундай қилиб, кунлик радон концентрацияси ва 30 см чуқурликдаги грунт ҳарорати ўртасида боғлиқлик борлиги тахмин қилинди. Маълумотлар шуни кўрсатадики, грунт ҳароратининг 1 °С га ошиши грунтдаги радонининг ҳажмий фаоллиги 430 Вq/m<sup>3</sup> гача ошишига олиб келиши мумкин. [5].

Бундан ташқари, 30 см чуқурликдаги радон концентрацияси 80 см ва ундан ортиқ чуқурликларга қараганда анча юқори. Радоннинг ҳажмий фаоллиги асосан об-ҳаво шароити ва грунт ҳолатининг ўзгариши билан боғлиқдир.

Шундай қилиб, грунт ҳавосидаги радоннинг ҳажмий фаоллиги 30 дан 50 см гача чуқурликда ер юзасига чиқади, 80-130 см чуқурликда ер юзасига чиқиши аниқланмади. Шунинг учун грунт чуқурлиги 30 дан 50 см гача танланди.

Ушбу суюқ синтиляция детектор қисқа вақт давомида ёритади, ўзи нурланмайди ва уни катта ҳажмларда қўллаш ҳамда унга нурланиш манбасини киритиш мумкин. Синтилятор таркибида ароматик углеводородларнинг мавжудлиги қўзғалиш энергиясини олинган грунт намунасида активаторга самарали узатишни таъминлайди, бу эса синтиляция самарадорлигини оширишга олиб келади.

Усул қуйидагича амалга оширилади.

Грунт ҳавосидаги радоннинг ҳажмий фаоллигини ўлчаш қуйидаги босқичлардан иборат:

- намуна оладиган идиш орқали грунт ҳавосидан намуна олиш;
- радоннинг суюқ синтилятордаги сорбцияси орқали унинг ҳажмий фаоллигининг бор ёки юклигини аниқлаш;
- суюқ синтиляция ҳисоблагич ёрдамида радоннинг ҳажмий фаоллигини ўлчаш.

Грунт ҳавосидаги радоннинг ҳажмий фаоллигини ўлчаш учун махсус бурғулаш билан бир-бирдан 0,5 m масофада иккита чуқур жой танланади. Биринчи шпур чуқурлиги 30 см, иккинчиси чуқурлиги 50 см ва иккаласи ҳам диаметри 5,0 см. Бундай ҳолда, грунт ҳавосидан намуна олаётганда, атроф-муҳит ҳарорати +40 °С дан юқори бўлмаслиги керак (ёзда).

Кейинчалик, грунт ҳавоси намуна оладиган идиш орқали олиниб, кейинчалик у 2,5-дифенилоксазол ва 1,1,4,4-тетрафенил-1,3-бутадиен аралашмасининг эритмаси бўлган суюқ синтилятор детектори билан тўлдирилган шиша пуфакчадан ўтказилади, бу ерда радон синтиляция суюқлигида сорбция қилинди. Радон сорбциясидан кейин синтиляция суюқлик синтиляция идишга ўтказилди. Радоннинг ҳажмий фаоллиги суюқлик синтиляцияси ҳисоблагичи билан ўлчанди.

Суюқ синтилятор қуйидагича тайёрланади.

28,9 g (9,45%) этилбензол идишга қуйилади ва унда 1,0 g (0,5 %) 2,5-дифенилоксазол ва 0,1 g (0,05 %) 1,1,4,4-тетрафенил-1,3-бутадиен қўшимчалар тўлиқ эримагунча қориштирилади.

Масалан: Грунт ҳавосининг намуналари радон миқдори юқори бўлган Навоий вилояти Учқудуқ тумани ҳудудида жойлашган техноген зонанинг 6 хил участкасида олинади. Намуна олувчига грунт ҳавосидан 6 та намуна олинади, шундан сўнг танланган грунт ҳавоси 100 ml ҳажмдаги шиша пуфакчадан ўтказилади, унга 30 ml суюқ синтиляция детектори қўшилади, бу этилбензолдаги 2,5-дифенилоксазол ва 1,1,4,4-тетрафенил-1,3-бутадиен аралашмасининг эритмаси. Шундай қилиб, танланган грунт ҳавосининг 5 та намунаси билан яна бешта пуфакча серияси амалга оширилди. Пуфакчадан сўнг, синтиляция суюқлиги 30 ml ҳажмдаги стандарт ўлчаш идишларига ўтказилди. Радоннинг

ҳажм фаоллигини ўлчаш гамма-бета ва алфа нурланишларини алоҳида қайд этиш тизими ёқилган ҳолда МКГБ-01 Радек суяқлик - синтиляция ҳисоблагичи ёрдамида амалга оширилди.

2024 йил 16 январ куни Навоий вилоятининг Учқудуқ шаҳрида кундуз куни ўртача ҳаво ҳарорати 7 °С, ўртача нисбий намлик 66 %, ўртача шамол тезлиги 9.4 km/h шароитда олтига грунт ҳаво намуналари серияси радон ҳажмининг ўртача кўрсаткичи (3500,4±0,5) MBq/m<sup>3</sup>ни ташкил этган. Шунингдек, Тошкент шаҳри ва Сурхондарё вилояти Шеробод тумани ҳудудларида радоннинг грунт ҳавосидаги ҳажмли фаоллигини аниқлаш бўйича тажрибалар ўтказилди.

**Натижалар:** Грунт ҳавоси намуналарида радоннинг волуметрик фаоллигини ўлчаш натижалари 1-жадвалда келтирилган.

**1-жадвал.**

Грунт ҳавоси намуналарида радоннинг ҳажмли фаоллигини ўлчаш натижалари

Худуд	Намуналар сони	Радоннинг ҳажмли фаоллиги, mBq/m <sup>3</sup>	
		Минимал қиймат	Максимал қиймат
Даъво қилинган усул			
Навоий вилояти, Учқудуқ	6	0.1	10 000 ёки ундан кўп
Сурхондарё вилояти, Шеробод тумани	6	0.1	2850
Тошкент	1	0	60

Шундай қилиб, грунт ҳавосидаги радоннинг ҳажмли фаоллигини ўлчашнинг таклиф этилган усули радон концентрациясини кенг кўламда аниқлаш имконини беради.

**Хулоса.** Хулоса қилиб шуни айтишимиз мумкинки грунт ҳавосида радон (<sup>222</sup>Rn) ҳажмий фаоллигини аниқлашда амалдаги усуллар қимматбаҳо ускуналар, юқори вақт сарфи ва чекланган сезгирлик билан тавсифланади. Такдим этилган янги усулда радон 2 та турли чуқурликдаги олинган ҳаво намунасини суяқ сцинтиллятор детекторига юбориш орқали аниқланади. Детектор сифатида этилбензолда эритилган 2,5-дифенилоксазол ва 1,1,4,4-тетрафенил-1,3-бутадиен қўлланилди. Бу усул юқори сцинтилляция самарадорлигига, тезкор ўлчаш имкониятига ва оддий конструкцияга эга бўлиб, амалиётда самарали ва иқтисодий жиҳатдан мақбул ечим саналади. Шу билан бирга, бундай ёндашув орқали грунт ҳавосидаги радоннинг чуқурлик бўйича тақсимооти ҳам аниқланиши мумкин.

**Адабиётлар рўйхати:**

1. Till Kuske. Radon soil-gas measurement campaign in Hessen: an approach to identifying areas with enhanced geogenic radon. Nukleonika, (2020) Vol 65, Iss 2.
2. Маймулов В.Г, Захаров А.П, Шабров А.В, Богданов Х.У. “Способ выявления зоны техногенного химического загрязнения (варианты)”. Публикация патента:2003 г.
3. Stevens William. Randam Electronics, Inc. “Кучайтирилган сцинтилляцияцион хужайрадан ҳаводаги радоннинг ҳажмли фаоллигини ўлчаш усули” Ихтиро патент. US 4128766. 1977.
4. М. Незнал. Қурилиш майдонларида радон хавфини баҳолашнинг янги усули. Прага: Чехия Геология Қўмитаси махсус мақолалари. 2004 йил.
5. Agnieszka P. Soil heat flux and air temperature as factors of radon (Rn-222) concentration in the near-ground air layer. Nukleonika Journal. Vol. 61, Number 3. 2016.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН ПРИ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ (на примере Сардобинской плотины)

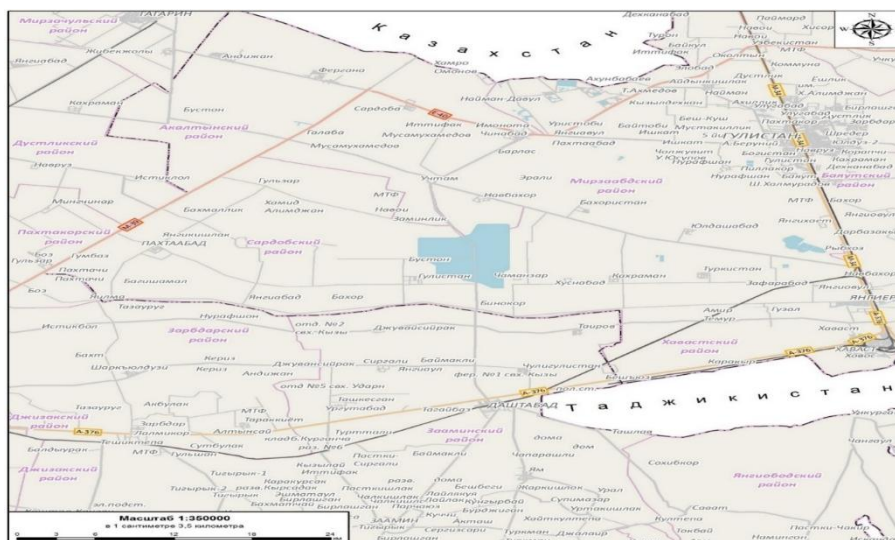
Жураев И.И

АО «Гидропроект», г.Ташкент

e-mail. [info@gidroproekt.uz](mailto:info@gidroproekt.uz)

**Аннотация.** В работе обосновывается эффективность геофизических методов при оценке устойчивости плотины. Гидротехнические сооружения, в частности плотины и водохранилища, являются не только крупными инженерными объектами, но и конструкциями с высоким уровнем опасности. Их надежная работа напрямую зависит от физико-механического состояния грунтов под основанием, уровня фильтрации, движения подземных вод и структурной целостности грунта. Поэтому для непрерывной оценки устойчивости таких сооружений необходимо проводить постоянные геотехнические и геофизические мониторинги.

**Введение.** Плотина Сардобинского водохранилища (полная емкость -922 млн. м<sup>3</sup>) расположена в юго-восточной части Голодностепского плато, к северу от Южного Голодностепского канала (ЮГК), между поселками Гулистан – на западе и Чаманзар – на востоке, в ~ 30 км к западу от г. Янгйер. Размеры водохранилища: средняя длина 10 км, средняя ширина – 6,0 км. Занимаемая площадь составляет ~ 60,0 км<sup>2</sup>. Водоохранилище вытянуто с юга на север (рис.1).



**Рис. 1.** Обзорная карта расположения Сардобинского водохранилища

Инженерно-геологические исследования выполнены по существующей дамбе водохранилища, протяженностью около 28,5 км. Виды и объемы работ утверждены техническим заданием.

Основная задача инженерно-геологических изысканий - комплексное изучение инженерно-геологических условий участка и обеспечение достаточными геологическими материалами для оценки устойчивости плотины Сардобинского водохранилища.

*Плотность грунтов дамбы определялась* в полевых условиях методом режущего кольца и дублировалась в Центральной стационарной геотехнической лаборатории. Вместе с определением физических свойств грунтов выполнены исследования их прочностных и деформационных свойств.

Содержание среднерастворимых солей (гипс) неравномерное по глубине и в пространстве. По содержанию среднерастворимых солей (гипс) степень засоления грунтов изменяется от слабо и средnezасоленных, до сильно и избыточно засоленных, содержание гипса



изменяется 4,7-20,5%, прослеживаются участки, где степень засоления грунтов сильная и избыточная, содержание гипса составляет до 40,0%.

В процессе эксплуатации водохранилища грунты основания уплотнились под действием давления от дамбы до плотности в сухом состоянии  $\rho_d = 1,50-1,73 \text{ т/м}^3$ .

Аппаратура для производства геофизических исследований методом МПВ

Возбуждение упругих колебаний. Для возбуждения продольных волн проводились удары кувалдой по металлической подставке. Для возбуждения SH-поляризованных волн проводились удары кувалдой по металлической подставке, установленной у стенки в выкопанном шурфе.

Регистрация колебаний производилась с помощью 48-канальной инженерной сейсмостанции «ЭЛЛИСС-3» (производитель ООО «ГЕОСИГНАЛ», Россия). Станция предназначена для производства сейсморазведочных работ методами преломленных и отраженных волн. Станция состоит из нескольких регистраторов «ЭЛЛИСС-3» и персонального компьютера - ноутбука. Каждый регистратор обеспечивает получение данных с 48-и сейсмических каналов и их предварительную обработку (рис. 2-3).

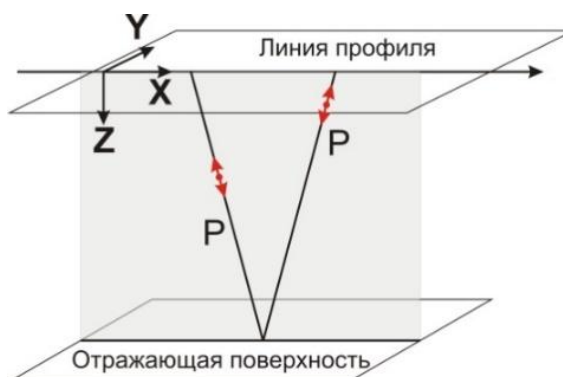


**Рис. 2. Инженерная сейсмостанция ЭЛЛИСС-3**

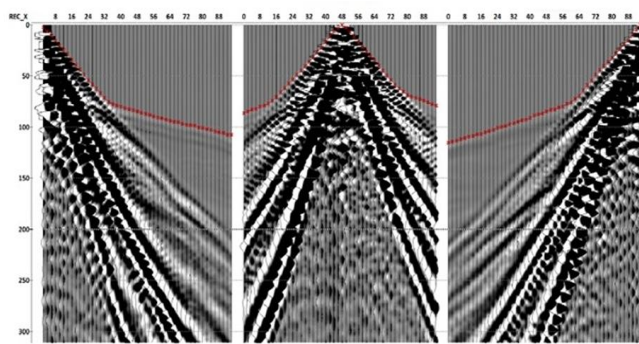


**Рис. 3. Общий вид сейсмоприёмника GS 32CT**

Методика производства работ. Сейсморазведочные работы методом преломлённых волн (МПВ) были проведены по методике продольного профилирования, по системе встречных и нагоняющих годографов с регистрацией продольных волн по схеме регистрации Z-Z (рис.4).



**Рис. 4. Схематичное представление Z-Z расстановки**



**Рис. 5. Пример полевых сейсмограмм**

Схема наблюдений Z-Z реализуется таким образом, чтобы возбуждение и прием колебаний производился в плоскости, вдоль оси профиля. При такой методике возбуждаются и принимаются преимущественно продольные волны.

Всего МПВ было отработано 17 непрерывных сейсмостоянок от ПК 64+13 до ПК 80+13. Профиль располагался на гребне плотины. Длина профиля - 1598м, расстояние между сейсмоприемниками – 2 м, число активных каналов – 782.

Всего было отработано 595 пунктов возбуждений. Пункты возбуждения располагались по всей длине профиля с интервалом 4 м.

Регистрация сейсмических данных по профилю осуществлялась со следующими параметрами: длина записи – 511,5 мс, шаг дискретизации – 0,5 мс, количество накоплений – до 20 на точке. Для отметки момента возбуждения использовался приемник с вертикальной осью максимальной чувствительности.

Примеры полевых записей сейсмограмм общего пункта возбуждения для каждого профиля приведены на рисунке 5.

В целом, качество полевых данных можно оценить, как удовлетворительное и пригодное для проведения дальнейшей обработки МПВ.

Результаты геофизических исследований. Геофизические данные были обработаны и впоследствии интерпретированы сотрудниками нескольких независимых организаций: «ГИДРОИНГЕО» и ЦВТ (Центр Высоких Технологий) (Узбекистан), НИИ МГСУ (Московский государственный строительный университет). По результатам исследований определено, что тело дамбы слагают глинистые грунты, в основном это супеси и суглинки, но реже встречаются пески, а основание дамбы также представлены *глинистыми грунтами*, но только *водонасыщенными*. Грунты тела дамбы нередко переслаиваются и имеют достаточно малую мощность, а их физико-механические свойства (плотности) иногда сильно разнятся. Ввиду этого все специалисты пришли к единому мнению, что методом сейсмотомографии сложно выявить в разрезе эти маломощные слои прослойки, какие-либо неоднородности (например, такие как: трещины, полости и прочие аномалии, представляющие риск для действующего сооружения).

**Заключение.** Дамба водохранилища сложена суглинисто-супесчаными грунтами. Степень уплотнения грунтов дамбы неравномерная по простиранию и глубине. Грунты тела дамбы легкоразмываемые, возможно развитие эрозионных процессов поверхностными водами и атмосферными осадками. Основание дамбы сложено переслаивающейся толщей лессовидного суглинка и супеси с различными по мощности прослоями и линзами песка мощностью от нескольких сантиметров до 6-7 и более метров. По данным региональных исследований мощность лессовидных пород более 70 – 80м. Грунты основания под действием давления от дамбы уплотнились до плотности в сухом состоянии  $\rho_d = 1,50 - 1,73$  т/м<sup>3</sup>.

#### **Список литературы:**

1. Инструкции по оказанию первой помощи при несчастных случаях работников по производству инженерно-геологических изысканий». Москва, «Недра», 1980г.
2. ШНК 1.02.07-15 «Инженерно-технические изыскания для строительства». Основные положения.
3. ШНК 1.02.09-15 «Инженерно-геологические изыскания для строительства». Свод правил.
4. КМК 2.02.01-98 «Основания зданий и сооружений». Изменение №1 к КМК 2.02.01-98 Основания зданий и сооружений.
5. КМК 2.01.01-94 – Климатические и физико-геологические данные для проектирования.
6. ГОСТ 20522-2012 – Грунты. Метод статистической обработки результатов определения характеристик.
7. ШНК 4.02.01-04 «Сборник элементных сметных норм на строительные работы» Сборник 1. Земляные работы. Дополнения и поправки к технической части.
8. ГОСТ 9.602-2005. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.

## **КОМПЛЕКСНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ И ОБУСТРОЙСТВА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Исмаилов Л.А.**

АО «O'ZLITINEFTGAZ», Ташкент

e-mail: [optg@liting.uz](mailto:optg@liting.uz)

В настоящее время для поддержания объемов добычи природного газа в Республике Узбекистан реализован ряд инвестиционных проектов, направленных на увеличение добычи за счет ввода в эксплуатацию новых и модернизации действующих газоконденсатных месторождений [1].

В связи с наличием большого числа и перспективами увеличения количества месторождений, подлежащих проектированию разработки (доработки) месторождений углеводородного сырья, актуальным является усовершенствование практикуемой методологии научно-технологического проектирования разработки [3; с. 144, 4; с. 99-105], результатом которого является геолого-технологический проект.

Для ускорения освоения многочисленных подготовленных, разведываемых и подлежащих открытию месторождений углеводородов Узбекистана, в АО «O'ZLITINEFTGAZ» создана система ускоренного проектирования разработки и обустройства объектов добычи нефти и газа, посредством совмещения научно-технологических и проектных работ по их обустройству в едином цикле. Основные положения этой системы проектирования изложены в нормативном документе «Правила комплексного проектирования разработки (доработки) месторождений углеводородного сырья» NGH 39.0-110:2022 [2; с. 56], утвержденный и введенный в действие Постановлением правления АО «Узбекнефтегаз» № 31 от 10.05.2022 г.

Настоящий руководящий документ устанавливает единые требования к составу, порядку разработки, согласования и утверждения комплексных рабочих проектов разработки (доработки) месторождений углеводородного сырья и проектно-сметной документации для всех этапов эксплуатации месторождений и предназначен для применения при проектировании объектов, строящихся за счет любых видов инвестиций (в том числе инвесторами) на территории Республики Узбекистан – участниками инвестиционного процесса.

Настоящий документ включает требования к составлению технико-экономическое обоснование (ТЭО) проектов, в соответствии с ПП-3874 от 19 июля 2018 года [1], в составе рабочей документации в едином комплексе.

Комплексный рабочий проект опытно-промышленной эксплуатации месторождения (КРП ОПЭ): Проектный документ, первичным научным составляющим, создаваемый для краткосрочной эксплуатации одной или нескольких разведочных и оценочно-эксплуатационных скважин, с целью организации начальной добычи углеводородов и уточнения продуктивных характеристик залежей, выявления потенциала промышленной добычи углеводородного сырья, с разработкой решений по строительству скважин и обустройству месторождения на период опытно-промышленной эксплуатации (не более 5 лет), определяющий предельную стоимость обустройства месторождения в целом по подземной и наземной частям, на основе многовариантных (не менее 3 вариантов) технико-экономических расчетов параметров добычи углеводородного сырья, с оценкой уровней возвратности и эффективности инвестиций различными объемами добычи и фонда скважин.

Комплексный рабочий проект разработки (доработки) месторождения (КРП Р(Д)): Проектный документ, составляемый по материалам КРП ОПЭ обосновывающий выбор наиболее эффективных технологических, технических, организационных и экономических решений по разработке месторождения и определяющий предельную стоимость обустройства месторождения в целом по подземной и наземной части, на

основе многовариантного (не менее 3 вариантов до конца разработки) прогнозирования технико–экономических параметров добычи углеводородного сырья, с оценкой уровня возвратности и эффективности инвестиций различных объемов добычи и фонда скважин.

Комплексный рабочий проект доразработки месторождения (КРП Д): Проектный документ, составляемый по материалам эксплуатации месторождения, при истощении пластовой энергии и выработки более 50 % извлекаемых запасов, обосновывающий выбор наиболее эффективных технологических, технических, организационных и экономических решений по доразработке месторождения и определяющий предельную стоимость дообустройства месторождения в целом по подземной и наземной части, на основе многовариантного (не менее 3 вариантов до конца разработки) прогнозирования технико–экономических параметров добычи углеводородного сырья, с оценкой уровня возвратности и эффективности инвестиций с различными объемами добычи и фонда скважин.

Рабочий проект модернизации технологических систем добычи углеводородного сырья (РП М): Проектный документ, составляемый на основании анализа разработки месторождения, и устанавливающий наиболее эффективные технологические, технические, организационные и финансово–экономические решения по модернизации технологических систем добычи углеводородного сырья на всех стадиях разработки, с окончательной стоимостью модернизации по подземной и наземной части, определенной на основе конкурсных торгов и с учетом условий финансирования проектов, на основании научных работ (технологические решения).

Основанием для проектирования объектов строительства для предприятий является включение проекта в адресные списки строек в соответствии с утверждённой инвестиционной программой Республики Узбекистан, решение ОНТС АО «Узбекнефтегаз», директивные документы инвесторов и заказчиков проектов.

При разработке проектной документации необходимо руководствоваться действующими в Республике Узбекистан законодательными, нормативными актами, нормативными документами и иными директивными документами, регламентирующими инвестиционную деятельность по созданию и воспроизводству основных фондов, а также настоящим руководящим документом.

**Выводы:** Разработан документ «Правила комплексного проектирования разработки (доразработки) месторождений углеводородного сырья» NGH 39.0-110:2022 на все виды проектных работ опытно–промышленной эксплуатации и промышленной разработки (доразработки) и обустройства месторождений углеводородного сырья, в сфере деятельности предприятий АО «Узбекнефтегаз».

Настоящий документ устанавливает систему ускоренного проектирования объектов добычи нефти и газа, совмещением научно–технологических и проектных работ в едином цикле.

### **Список литературы:**

1. Постановление Президента Республики Узбекистан ПП-3874 от 19 июля 2018 г. «О дополнительных мерах по ускорению реализации инвестиционных и инфраструктурных проектов в 2018-2019 гг.».
2. Руководящий документ «Правила комплексного проектирования разработки (доразработки) месторождений углеводородного сырья. NGH39.0-110:2022. Ташкент, 2022, -с. 56.
3. Правила разработки газовых и газоконденсатных месторождений в Республике Узбекистан, Ташкент, 2008, -с.144.
4. Шевцов В.М. Методологические аспекты прогнозирования показателей на ранней стадии разработки месторождения природного газа//Материалы совместной Республиканской конференции. II республиканская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов и отраслевая научно-практическая конференция. 21-22

## **ЗИЛЗИЛАЛАРНИНГ МАСОФА БЎЙИЧА СЎНИШ ҚОНУНИЯТЛАРИНИНГ ЭРТА ОГОХЛАНТИРИШ ТИЗИМИ ФАОЛИЯТИГА ТАЪСИРИ**

**Кароматова Д.Р.**

ЎзРФА Ғ.О.Мавлонов номидаги Сейсмология институти, Тошкент шаҳри  
e-mail: [dikaramatova@gmail.com](mailto:dikaramatova@gmail.com)

**Долзарблиги.** Табиий офатлар орасида зилзила инсоният ва табиатга энг катта зарар келтирадиган табиий офатлардан бири бўлиб, инсоният тарихида шу кунгача зилзиладан халок бўлганлар сони 1 миллиондан ошиқ. Ер юзида хар йили 500 мингдан ортиқ зилзилалар содир бўлади, лекин уларнинг аксариятини инсонлар сезмайди, фақатгина сейсмометрлар қайд қилади. Кучли талофатлар келтирувчи зилзилалар бизни бу табиий офатга лоқайдлик билан қарамасликка ва хар доим хушёр бўлишга ундайди. Туркия ва Сурия чегарасида 2023 йилда бўлиб ўтган 7.8 ва 7.5 магнитудали зилзилалар умумий 57 минг инсонларни хаётдан кўз юмишига сабаб бўлди. Ўзбекистон худуди хам магнитудаси 7 ва ундан ортиқ зилзилалар содир бўлиши мумкин бўлган худудлар сирасига киради, яққол мисол сифатида 1907 йилдаги Қоратоғ зилзилалари хамда 1976 ва 1984 йиллардаги Газли зилзилалар эпитсентрида 9 ва ундан ортиқ силкинишларга сабаб бўлган. Охириги йилларда ҳукуматимиз зилзилани хавфини олдини олиш ва сейсmobардош қирилиш учун жуда катта эътибор бермоқда. Зилзила таъсирида вужудга келадиған зарарларни олдини олиш, замонавий сейсмологиянинг долзарб муаммосидир. Кучли зилзилалар параметрлари эрта огоҳлантириш тизимлари ва фавқулodда ҳолатларда тўғри харакат қилишда тезкор кучларни тўғри йўналишда харакатга келтириш учун зарур бўлса кучсиз зилзилалар худуднинг сейсмиклигини кузатиш хамда прогностик параметрлар орқали кучли зилзилалардан олдин кечадиған геодинамик жараёнларни ўз вақтида аниқлаш имконини беради [1].

**Тадқиқот мақсади.** Сейсмик кузатув тизимида рақамли ўлчаш ускуналарининг кенг сейсмик фойдалана бошланиши, сейсмик маълумотларининг сифатига ва уларнинг тезкор тақдим этилишига сабаб бўлди. Зилзила таъсирида олинадиған зарарни юмшатиш мақсадида, ўта муҳим саноат объектлари, АЭС, электр ва газ тақсимоти станциялари хавфсизлигини таъминлаш хамда тез-юрар поездлар харакатларини мувофиқлаштириш мақсадида Ўзбекистон Республикаси президентининг 2023-йил 16-майдаги 158-сон қарорига асосан республика худудида эрта огоҳлантириш тизими ишга туширилмоқда, эрта огоҳлантириш тизими кучли зилзила юз берган вазиятда тезкорлик билан ушбу объектларнинг иш фаолиятини тўхтатиб зилзила пайтида юзага келиши мумкин бўлган зарарларни олдини олишга ёрдам беради.

**Усул ва услублар.** Зилзила содир бўлганда дастлабки маълумотлар маълум бўлганда, зилзиланинг масофа бўйича сўниш қонуниятлари асосида [2] сейсмик таъсирни эмперик тенгламалар асосида масофа бўйича ўзгаришини таҳлил этиш мумкин.

Ўз навбатида ушбу тенгламалар дунёда бўлиб ўтган зилзилаларнинг макросейсмик маълумотлари асосида хамда Ўзбекистонда бўлиб ўтган кучли зилзилаларнинг макросейсмик изланишлари асосида тузилган [3-5].

Бу тенгламалар, йирик сейсмология олимлари томонидан турли йиллардаги тадқиқотларида олинган, жумладан

$I=1.5M-3.5lgR+3$  – (1) Шебалин Н.В. томонидан 1968-йилда ер шарининг турли қисмларида бўлиб ўтган кучли зилзилаларнинг макросейсмик тадқиқотлар натижасида олинган [6];

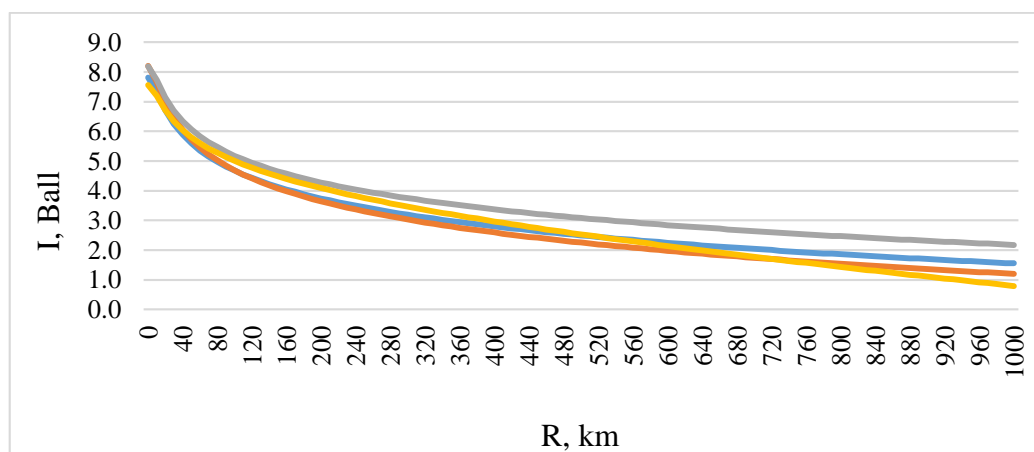
$I=1.32M-3.01lgR+3.55$  – (2) Блейк-Шебалин усулидаги яратилган Марказий Осиё минтақаси учун сўниш қонунияти;

$I=1.33M-2.37lgR-0.00205R+2.24$  – (3) Ковеслигети усулидаги шу тадқиқот объекти учун олинган тенглама

$I=1.475M-2.646\lg H+1.905-0.498M\lg(R/H)+1.159\lg H\lg(R/H)-1.401\lg(R/H)$  – (4) ҳамда Сейсмология институти ходимлари – Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С. ва бошқалар томонидан яратилган тенглама [2].

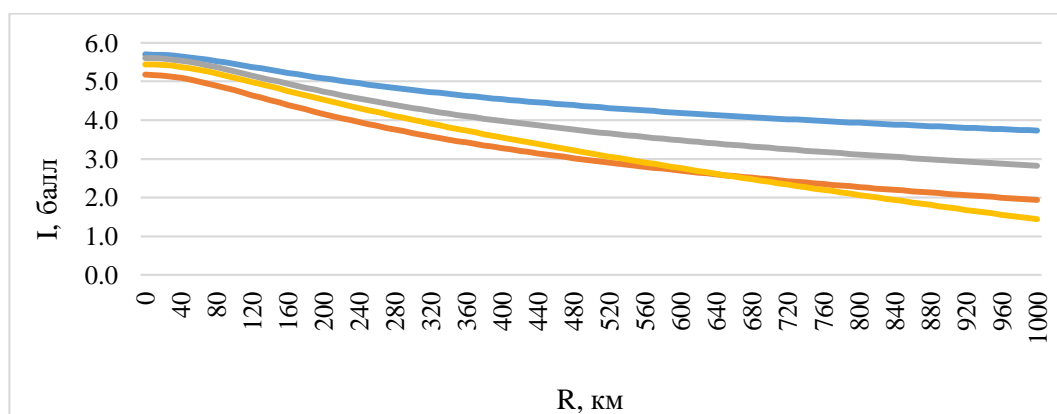
Тадқиқот давомида юқоридаги зилзилаларнинг масофа бўйича сўниш қонуниятларини сўнги пайтда бўлиб ўтган кучли зилзилалар билан текширилди.

Фавқулудда вазиятлар вазирлигининг Сейсмопрогностик мониторинг республика маркази маълумотига асосан, 2025-йил 13 апрел куни Гринвич вақти бўйича 04:24 да Тожикистонда  $M=5,8$  чуқурлиги 10 км бўлган зилзила содир бўлди, ушбу зилзила республикамизнинг турли ҳудудларида 2 баллдан 3 баллгача сезилди, зилзила эпицентри Тошкентдан 266 км узоқликда содир бўлган.



**1 расм. 2025-йил 13 апрел куни Гринвич вақти бўйича 04:24 да Тожикистонда  $M=5,8$  чуқурлиги 10 км бўлган зилзиланинг масофа бўйича сўниш графиги**

Юқоридаги зилзила содир бўлишидан 2 кун ўтгач, 2025-йил 15-апрел Гринвич вақти бўйича 23:14да Афғонистоннинг Хиндикуш тоғ тизмаларида  $M=6.3$  чуқурлиги 120 км бўлган зилзила содир бўлди, ушбу зилзила Тошкентдан 570-км узоқликда жойлашган бўлиб, республикамизнинг турли ҳудудларида 2 баллдан 4 баллгача сезилди.



**2-расм 2025-йил 15-апрел Гринвич вақти бўйича Афғонистоннинг Хиндикуш тоғ тизмаларида 23:14да  $M=6.3$  чуқурлиги 120 км бўлган зилзиланинг масофа бўйича сўниш графиги**

Юқоридаги 2 та зилзиланинг таҳлили шуни кўрсатадики, Тошкент шаҳридан бир хил узоқликдаги 2 та зилзила, бир хил сейсмик таъсир ўтказган бўлиб, эмперик формулалар асосида 2 баллга тенг, амалда эса MSK-64 макросейсмик шкаласи бўйича, ушбу силкинишларни 2 баллга баҳолаш жуда қийин диб ўйламиз. Зилзила вақтида юзага келадиган сейсмик таъсир нафақат зилзила кучига балки чуқурлигига ва бошқа кўплаб параметрларга боғлиқ, ушбу сўниш қонуниятлари макросейсмик тадқиқотлар натижасида

эмперик йўл билан олинган бўлиб, улар кучли, магнитудаси 5 ва ундан юқори, ҳамда зилзила эпицентри республика ва унга қўшни бўлган ҳудудларда юқори аниқликда ишлаши, Афғонистон ва Ўзбекистон ҳудудидан узоқда бўлган зилзилаларга ҳамда сейсмик таъсир 4 баллдан паст бўлганда хатоликлар ошиши аниқланди.

**Хулоса.** Зилзила вақтида юзага келадиган силкиниш нафақат зилзила магнитудаси ва чуқурлигига боғлиқ, балки эпицентрининг таҳлил қилинаётган ҳудуддан узоқлигига боғлиқлиги яна бир бор қайд этилди. Зилзилалар силкинишининг эмперик йўл билан олинган масофа бўйича сўниш қонуниятлари эпицентри республика ва унга яқин ҳудудларда бўлган зилзилалар учун ҳамда сейсмик таъсири 4 баллдан юқори бўлган зилзилаларда бўлганда эмперик йўл билан олинган баҳо билан сезилган зилзила кучи мос келиши аниқланди.

#### **Адабиётлар рўйхати:**

1. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Зияудинов Ф.Ф. Сейсмическая опасность территории Узбекистана. Ташкент: Фан, 2012. 254 с.
2. Artikov T.U., Ibragimov R.S., Ibragimova T.L., Mirzaev M.A., 2020b. Models of the macroseismic field earthquakes and their influence on seismic hazard assessment values for Central Asia. *Geodynamics & Tectonophysics*,11(3):606-623. (In Russ.) <https://doi.org/10.5800/GT-2020-11-3-0494>.
3. Зияудинов Ф.Ф., Джураев А., Джураев Н.М., Усманова М.Т., Нурматов У.А., Артиков Т.У. Канское землетрясение 20 июля 2011 года // Проблемы сейсмологии в Узбекистане. Ташкент: ИС АН РУз, 2012. №9. С. 3-8.
4. Исмаилов В.А., Нурматов У.А., Ибрагимов А.Х., Хусомиддинов А.С. О последствиях Бахмальского землетрясения 29 сентября 2017 года // Геология и минеральные ресурсы. 2018. №1. С.35-39.
5. Усманова М.Т., Нурматов У.А., Джураев А. и др. Маржанбулакское землетрясение 26 мая 2013 г. // Геология и минеральные ресурсы, 2015. № 2. С. 29-35.
6. Шебалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968. С. 95–111.

### **МОМЕНТНАЯ МАГНИТУДА ( $M_w$ ) НА ОСНОВЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО МОМЕНТА ( $M_0$ ): СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ СИЛЫ И ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

**Курбанов Т.С., Алимов Б.Г., Исламов Х.А.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент  
e-mail: [timamail1978@gmail.com](mailto:timamail1978@gmail.com) , тел. (+998)71-241-74-98

**Актуальность:** Сейсмические явления остаются одной из самых опасных и разрушительных природных угроз, способных привести к значительным человеческим жертвам и разрушению инфраструктуры. В условиях растущей урбанизации и увеличения плотности населения в сейсмоактивных регионах становится особенно важным применение точных и информативных методов оценки силы землетрясений.

Традиционные магнитудные шкалы, такие как шкала Рихтера, демонстрируют ограниченную эффективность при анализе сильных землетрясений, поскольку они основаны на амплитудных характеристиках сейсмических волн и не учитывают физику процесса. Это может приводить к недооценке или переоценке разрушительного потенциала сейсмических событий.

Моментная магнитуда ( $M_w$ ), основанная на расчёте сейсмического момента ( $M_0$ ), предоставляет более глубокое представление о механизме землетрясения, включая параметры разрыва, энерговыделение и геологические условия. Применение  $M_w$  как современной и надёжной шкалы измерения силы землетрясений имеет ключевое значение для научного анализа, оперативного мониторинга, систем раннего предупреждения и разработки стратегий устойчивого строительства в сейсмоопасных зонах.

Таким образом, исследование методологии расчёта моментной магнитуды на основе  $M_0$  и её применения в сейсмологии является актуальным и значимым вкладом в повышение эффективности оценки и управления сейсмическими рисками.

**Целью** исследования является анализ и обоснование применения моментной магнитуды ( $M_w$ ), рассчитываемой на основе сейсмического момента ( $M_0$ ), как более точного и надёжного метода оценки силы и разрушительного потенциала землетрясений по сравнению с традиционными магнитудными шкалами.

**Метод.** В данной работе использован теоретико-аналитический метод, основанный на изучении и сопоставлении современных подходов к оценке магнитуды землетрясений. Основное внимание уделено методике расчёта моментной магнитуды ( $M_w$ ) через сейсмический момент ( $M_0$ ), который определяется как произведение модуля сдвига ( $\mu$ ), площади разрыва ( $A$ ) и смещения вдоль разлома ( $D$ ).

Произведён расчет  $M_0$  и последующее вычисление  $M_w$  с использованием формулы:

$$M_w = \frac{2}{3} \log_{10} (M_0) - 10.7$$

Также был проведён сравнительный анализ шкалы  $M_w$  с традиционными магнитудными шкалами, такими как шкала Рихтера, с целью выявления преимуществ в точности и полноте оценки разрушительного потенциала землетрясений. Для практической иллюстрации методики был выполнен пример расчёта на основе заданных параметров.

Методологическая база опирается на научные труды Hanks & Kanamori (1979), Kanamori (1977), Gutenberg & Richter (1954) и другие авторитетные источники в области сейсмологии.

В ходе работы был проведён теоретический и практический анализ методики расчёта моментной магнитуды ( $M_w$ ) на основе сейсмического момента ( $M_0$ ). На основе заданных параметров:

- модуль сдвига:  $\mu = 30 \times 10^9 \text{ Н/м}^2$ ;
- площадь разрыва:  $A = 50 \times 10^6 \text{ м}^2$ ;
- смещение:  $D = 1 \text{ м}$ .

было рассчитано значение сейсмического момента:

$$M_0 = (30 \times 10^9) \cdot (50 \times 10^6) \cdot (1) = 1.5 \times 10^{15} \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Подставив это значение в формулу моментной магнитуды:

$$M_w = \frac{2}{3} \log_{10} (1.5 \times 10^{15}) - 10.7$$

было получено значение моментной магнитуды, соответствующее сильному землетрясению (точное числовое значение — по логарифмическому расчёту - примерно  $M_w \approx 6,5$ ).

Анализ показал, что шкала  $M_w$  обеспечивает более точную и физически обоснованную оценку силы землетрясения по сравнению с традиционными магнитудными шкалами, особенно в случае крупных событий. Метод расчёта через  $M_0$  позволяет учитывать физические параметры очага, такие как площадь разрыва и механика смещения, что делает его более надёжным инструментом для оценки разрушительного потенциала землетрясений.

Кроме того, сравнительный анализ продемонстрировал, что применение  $M_w$  позволяет:

- корректно классифицировать силу землетрясений, включая экстремально мощные события;
- проводить сопоставление и переоценку исторических землетрясений;



- использовать результаты в системах раннего предупреждения и градостроительном планировании.

Таким образом, применение моментной магнитуды на основе  $M_0$  подтверждено как эффективный и научно обоснованный подход в современной сейсмологии.

**Заключение.** Эффективное определение моментной магнитуды  $M_w$ , основанное на  $M_0$ , критично для оценки силы и последствий землетрясений. Понимание взаимосвязи между физическими параметрами и магнитудой позволяет лучше моделировать опасности и разрабатывать стратегии по управлению рисками.

Исследование показало, что моментная магнитуда ( $M_w$ ), основанная на расчёте сейсмического момента ( $M_0$ ), является более точным и надёжным инструментом для оценки силы землетрясений по сравнению с традиционными магнитудными шкалами. В отличие от шкалы Рихтера,  $M_w$  учитывает не только амплитуду сейсмических волн, но и физические параметры очага землетрясения — модуль сдвига, площадь разрыва и смещение вдоль разлома.

Практический расчёт продемонстрировал, как конкретные геофизические параметры влияют на итоговое значение магнитуды и, следовательно, на оценку разрушительного потенциала события. Это подтверждает высокую прикладную значимость методики в области прогнозирования землетрясений, оперативного реагирования, а также в разработке норм сейсмостойкого строительства.

Кроме того, использование  $M_w$  способствует более точному анализу как современных, так и исторических землетрясений, позволяет систематизировать данные о сейсмической активности и улучшать глобальные базы данных, что особенно важно для долгосрочного анализа и управления сейсмическими рисками.

Дальнейшие исследования в этой области могут привести к улучшению методов прогнозирования и управления при сейсмических активностях. Усиление интеграции данных о сейсмических разрывах и точных измерений может значительно повысить надёжность расчетов  $M_w$ , а значит, и улучшить меры по обеспечению безопасности населения и защиты инфраструктуры от разрушительных последствий землетрясений.

Таким образом, расчёт моментной магнитуды через  $M_0$  представляет собой важный элемент современной сейсмологии, объединяющий научную обоснованность, практическую применимость и значимость для обеспечения безопасности общества перед лицом природных катастроф.

#### **Список литературы:**

1. Hanks, T. C., & Kanamori, H. (1979). A Moment Magnitude Scale. *Journal of Geophysical Research*, 84(B5), 2348–2350.
2. Kanamori, H. (1977). The energy release in great earthquakes. *Journal of Geophysical Research*, 82(20), 2981–2987.
3. Gutenberg, B., & Richter, C. F. (1954). *Seismicity of the Earth and Associated Phenomena*. Princeton University Press.
4. Peters, G., & R. G. (1991). Earthquake Hazard Analysis: Issues and Insights. *Seismological Research Letters*, 62(2), 25–32.
5. Momently, S. (2003). Modern Approaches in Seismic Risk Assessment. *Bulletin of Seismology and Earth Sciences*, 45(3), 112–129.
6. Углов, Ю. А. (2010). Основы сейсмологии. Москва: Наука.
7. Садовский, М. А. (2004). Физика землетрясений. Санкт-Петербург: Недра.
8. Peters, H., & G. R. (1991). The seismic moment and magnitude of seismic sources. *Journal of Earthquake Engineering*, 15(1), 237-246. [doi:10.1007/BF01256947](https://doi.org/10.1007/BF01256947)

## СЕЙСМИК ТЎЛҚИНЛАРНИНГ ТАРҚАЛИШ ГОДОГРАФИНИ ТУЗИШ МУАММОЛАРИ

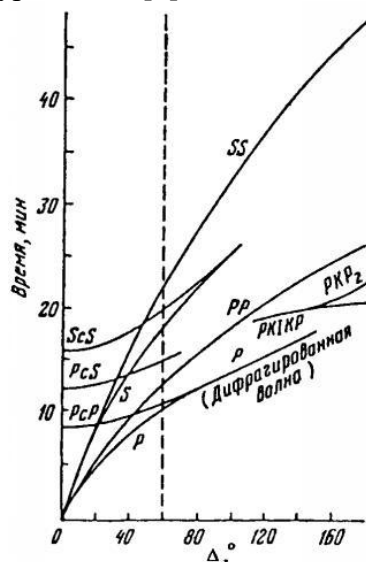
**Мирзаев М.А.**

ЎзРФА Ғ.О.Мавлонов номидаги Сейсмология институти, Тошкент шаҳри  
e-mail: [mumirzaev@gmail.com](mailto:mumirzaev@gmail.com)

**Долзарблиги.** Ўзбекистонда сейсмик кузатувлар тармоғининг ривожланиши муносабати билан зилзилалар ёзувларини қайта ишлаш мақсадида ер қобиғи тўлқин тарқалиш моделларини тузиш долзарб муаммога айланди, ушбу вазифа Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024-йил 17-апрелдаги 161-сон “Бино ва иншоотларнинг зилзилабардошлигини ошириш ҳамда сейсмик хавфни мониторинг қилиш фаолиятини такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” Президент қарорининг 1-Илова 33-бандини бажариш доирасида бажарилмоқда.

**Тадқиқот мақсади.** Сейсмик кузатув тизимида рақамли ўлчаш ускуналарининг кенг сейсмик фойдалана бошланиши, зилзиланинг эпицентри ҳамда чуқурлигидаги хатolikлар яққол кўзга ташлана бошлади. 2022-йил 12 майдаги Бойсун-3 (Чилонзор)  $M=5,7$  магнитудали зилзиланинг рақамли ёзувларини таҳлили жараёнида, амалда ишлатилаётган годографлар замонавий кузатув тизимлари талабларига жавоб бермаслиги, ўз навбатида уларнинг тубдан янгиланган ишларига пойдевор бўлди [1].

**Усул ва услублар.** Годограф муҳитнинг дискрет модели сифатида уни ифодалашнинг энг кенг тарқалган бир ўлчовли усули ҳисобланади. Бироқ, турли ҳудудлар учун ҳажмий тўлқинлар годографларининг тизимли фарқлари, ер қобиғи ва юқори мантияда турли хил биржинслимасликлар мавжудлигини кўрсатади, бу эса сейсмологларни уларни ўрганишга ва муҳитнинг ҳақиқий тузилишига кўпроқ мос келадиган годографларни олиш учун моделлаштиришга мажбур қилади [2].



1-расм. Годограф кўриниши

Сейсмик тўлқиннинг тарқалиши эпицентрал масофага ва сейсмик манба чуқурлигига боғлиқлиги график ёки жадвал кўринишида ифодаланади. Ўзбекистон учун қабул қилинган ер қобиғининг тезлик модели тўғридан тўғри масалани ечиш асосида ҳисобланди ва таҳлил қилинди. Зилзилаларнинг ёзувлари маълумотларни қайта ишлаш илгари олинган тезлик моделини амалда қўллаш, шунингдек, уни бошқа бир ўлчовли моделлар билан таққослаш ва муҳитнинг ҳақиқий тузилишига мослигини баҳолаш имконини беради [3].

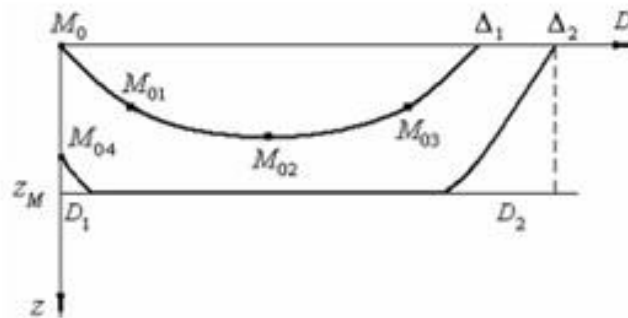
Энди қисқача годографларнинг ҳисоблаш алгоритмларига тўхталиб ўтамиз. Ҳар қандай турдаги тўлқиннинг тарқалиш вақти манба ва қабул қилгични ажратиб турадиган эпитсентрал масофа  $D$  га, шунингдек, манбанинг  $z_0$  чуқурлик бўйлаб жойлашувига боғлиқ..

Юқори қатламда қайтган тўлқинни кўриб чиқамиз. Агар манба  $z_0 = 0$  юзада жойлашган бўлса, у ҳолда тезликнинг чуқурликка чизиқли боғлиқлиги  $v(z)=v_0+\alpha \cdot z$  бўлган муҳитда тўғри масаланинг ечими Герглотз-Вихерт формуласи билан ифодаланади.

$$T_{(M_0, M)} = \frac{2}{\alpha} \ln \left( \frac{1 + \sqrt{1 - p^2 \cdot v_0^2}}{p \cdot v_0} \right) \quad (1)$$

бу ерда  $M_0$  – манба жойлашган нуқта;  $M$  – сейсмик манба жойлашган нуқта;  $p$  – тўлқин параметри,  $e$  – вертикал ҳолатда тўлқин орасидаги бурчак [3,4].

Қабул қилинаётган ечим турли сейсмик манбалар ва сейсмик кузатув станциялари қабул қилаётган тўлқин траектория ҳолатига боғлиқ. 2-расмда тўлқин ёйида жойлашиши мумкин бўлган сейсмик манбалар жойлашуви схема келтирилган:  $M_0, M_{01}, M_{02}, M_{03}$ .  $M_0$  ҳолати учун (1) формулада кўрсатилган, қолган 1, 2 ва 3 ҳолат учун юқоридаги каби тенгламалар тузилади.



**2-расм. –  $M_0, M_{01}, M_{02}, M_{03}$  – тўлқин траекториялари, рефрагланган тўлқиннинг эхтимолий жойлашув нуқлари;  $M_{04}$  – сейсмик манба;  $\Delta_1, \Delta_2$  – сейсмик станция жойлашув нуқтаси;  $Z_M$  – Мохо чегараси**

Келажакдаги тадқиқот давомида, 0, 10, 20, 30 км чуқурликдаги ва манбадан 0 дан 500 кмгача 5 км қадам билан  $T_{ref}$  рефрагирланган ва  $P$ -тўлқиннинг  $T_{sol}$  годографлари тадқиқ қилинади, ҳамда ушбу годографлар  $0.5^0$  қадам билан ўртача ер шари модели учун яратилган Жефрис-Буллен годографи билан таққосланади.

**Хулоса.** Яратилган тенглама асосида Ўзбекистон ҳудуди учун ўртача ер шари модели учун яратилган Жефрис-Буллен годографи билан таққосланганда ўртача  $0.05^0$  эгп бўлиб, бу борадаги тадқиқотларни келажакда давом эттириш долзарблигини кўрсатади. Зилзилаларнинг рақамли ёзувлари, ҳамда саноат портлашларининг рақамли ёзувлари асосида ер қобиғининг тезлик қирқимларини тузиш орқали Ўзбекистоннинг сейсмафаол ҳудудлари ер қобиғининг тўлқин тарқалиш тенгламалари ҳисобланади.

#### **Адабиётлар рўйхати:**

1. Исмаилов В.А., Нурматов У.А., Ибрагимов А.Х., Ёдгоров Ш.И., Ядигаров Э.М., Актамов Б.У., Бозоров Б.Ш. О последствиях Байсунского-3 (Чиланзарского) землетрясения 12 мая 2022 года// Проблемы сейсмологии №1, т4, 2022, с. 3-12.

1. Ризниченко Ю.В. Избранные труды. Проблемы сейсмологии. – М.: Изд. АН, 1985 – 405 с.

2. Aki K., Richards P. Quantitative seismology: theory and methods. In 2 v. San Francisco, W. H. Freeman and company, 1983, 872 p.

## **ЖУМАБОЗОР ГГС СТАНЦИЯСИДА КУЗАТИЛГАН ЗИЛЗИЛАЛАРНИНГ ГИДРОГЕОСЕЙСМОЛОГИК ДАРАКЧИЛАРИ**

**Расулов А.В. Қаюмов Б.Р.**

ЎзРФА Ғ.О.Мавлонов номидаги Сейсмология институти, Тошкент шаҳри  
e-mail: [alisher.rasulov196208@gmail.com](mailto:alisher.rasulov196208@gmail.com) , тел: +998974347427

**Калит сўзлар:** Зилзила, магнитуда, Жумабозор ГГС, углерод тўрт оксиди, гидрокарбонат, гелий ва ерости сув сатҳи

Жаҳон миқёсида ер қобиғидаги эндоген жараёнлар ва уларнинг оқибатида намоён бўлаётган геодинамик ўзгаришларни, хусусан зилзилаларни тайёрланиш жараёнларини ерости сувларининг кимёвий ва гидродинамик кўрсаткичлари асосида ўрганиш муҳим аҳамият касб этади. Ерости сувлари ер қобиғининг энг ҳаракатланувчи қисми бўлиб, кўплаб геологик жараёнларда, сейсмик жараёнларда иштирок этиши аниқланган [1].

1966 йил 26 апрелда бўлиб ўтган Тошкент зилзиласидан кейин, Ўзбекистонда зилзилаларни қайд этиб бориш, уларнинг содир бўлиши сабабларини аниқлаш, даракчиларни излаш ва зилзилаларни олдиндан айтиб бериш масалаларини ўрганишга катта аҳамият қаратилиб, ушбу масала давлат сиёсати даражасига кўтарилади.

1980 йилда Назарбек зилзиласининг тайёрланиш вақтида Тошкент геодинамик полигонининг ер ости сувлари қудуқларида CO<sub>2</sub> миқдорининг ортганлиги тасдиқланди [2,3].

Барча геодинамик полигонларда гидрогеосейсмологик кузатувлар олиб бориш учун станциялар ташкил этилди. Шулардан бири Марказий Ўзбекистон ҳудудида жойлашган Жумабозор гидрогеосейсмологик станцияси (ГГС) бўлиб, чуқурлиги 350 метрлик, сув чиқиш интервали 250-270 метр бўлган бурғи қудуғидан 1981 йилдан бошлаб намуналар олиниб, тегишли кузатувлар олиб борилади.

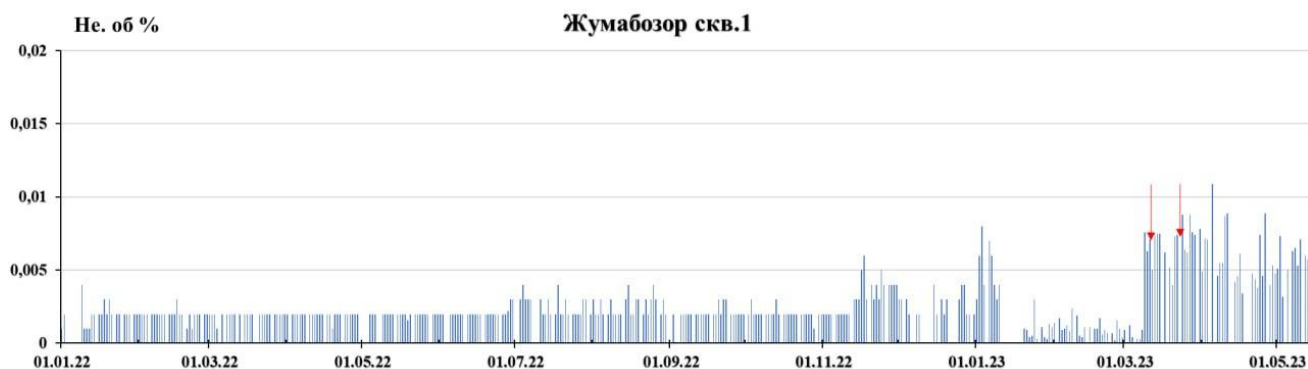
Жумабозор ГГС станциясида 2020 йилдан бери энг замонавий янги “Кристалл-Люкс 4000 М” турдаги газли хроматограф қурилмасидан фойдаланиб кимёвий таҳлиллар олиб борилади. Бу қурилма 7 турдаги (гелий, водород, кислород, азот, метан, углерод тўрт оксид ва этан) сувда эриган газларни ўлчайди. Бу ўлчовлар узлуксиз (якшанбадан ташқари) олиб борилади. Олинган натижалар Сейсмопрогностик мониторинг Республика маркази базасига жойланади. Сейсмопрогностик маълумотларни комплекс таҳлил қилиш лабораторияси илмий ходимлари олинган маълумотларни таҳлил қилиб ўз хулосалари билан идоралараро эксперт комиссиясига тақдим этади. 2023 йил 12 март куни Тожикистон ҳудудида (координатаси: 39,31° шимолий кенглик ва 67,54° шарқий узунлик) магнитудаси - 4,6, гипоцентр чуқурлиги - 10 км бўлган зилзила содир бўлди. 11 кун ўтиб, 2023 йил 23 март куни Тожикистон ҳудудида яна зилзила содир бўлди (координаталари: 39,39 градус шимолий кенглик; 69,93 градус шарқий узунлик, магнитуда M=6, гипоцентр чуқурлиги 15 км). Зилзила Ўзбекистоннинг айрим вилоятларида сезилди. Зилзила бўлишидан олдин Жумабозор ГГС станциясининг айрим параметрларида, хусусан углерод тўрт оксиди, гелий, гидрокарбонат параметрларида ўзгаришлар кузатилди.

Мониторинг натижасида феврал ойи бошларидан ерости суви таркибида сувда эриган газлардан углерод тўрт оксиди миқдори ортиши кузатилди. Углерод тўрт оксидининг намуна таркибидаги ўртача миқдори 0.1-0.15% бўлсада сейсмик фаоллик даврига келиб бу миқдор 0.4-0.5% га ошганлиги кузатилди. Сейсмик фаоллик даври 2 ой давом этди. Шу вақт оралиғида сувдаги углерод тўрт оксиди 4-5 баробар тортганлиги кузатилди (1-расм).



**1-расм. Жумабозор-№1 бурғи қудуғида углерод тўрт оксидининг ўзгариш графиги.**

Жумабозор-1 бурғи қудуғи ерости сувида эриган гелийнинг (He) ўртача миқдори 0.001-0.002% ни ташкил қилган ҳолатда сейсмик фаоллик даврига келиб бу миқдор 0.006-0.008% гача ошганлиги аниқланди. Фаоллик даври 15-20 кун давом этган. Миқдор 6-7 марта ошганли аниқланди (2-расм).



**2.расм. Жумабозор-1 бурғи қудуғида (He) гелийнинг ўзгариш графиги.**

**Хулоса.** Жумабозор ГГС станцияси бурғи қудуғидан олинган гидрогеосейсмологик намуналар натижаларини таҳлили асосида ҳудуддаги сейсмик фаоллик ортиши даврида ерости сувлари таркибидаги сувда эриган газлар гелий, углерод тўрт оксид, макрокомпонентлардан гидрокарбонат ва ер ости сув сатҳининг ортиши зилзила даракчиси бўлиши мумкинлигини кўрсатди.

#### **Адабиётлар рўйхати:**

1. Гидрогеосейсмологические предвестники землетресений”. Под редакцией Г.А.Мавлянова. “Фан”, 1983 г. С. 6-9.
2. Киссин И.Г. Землетресения и подземные воды. “НАУКА”, Москва. 1982. С. 7-8.
3. Султанходжаев А.Н., Латипов С.У., Артиков Т.У. и др. О прогностических возможностях гидрогеосейсмологической системы наблюдений в Узбекистане. ДАН. РУз, 1981, N 5, С. 51-53. 6-9.

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ГАЗА К ТРАНСПОРТУ

Хайдаров С.И.<sup>1</sup>, Нуриддинов О.Б.<sup>2</sup>, Мирмахмудов Ш.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «O'ZLITINEFTGAZ», Ташкент

<sup>2</sup>АО «Узбекнефтегаз», Ташкент

e-mail: [hajdarovsanzarbek5@gmail.com](mailto:hajdarovsanzarbek5@gmail.com)

В связи со снижением пластового давления месторождений на входе установок комплексной подготовки газа (УКПГ) установлены дожимные компрессорные станции (ДКС) для поддержания давления. УКПГ предназначены для очистки сырого сернистого природного газа от капельной жидкости и механических примесей, осушки его до требуемой температуры точки росы методом низкотемпературной сепарации с использованием дроссель-эффекта или турбодетандеров [1,2].

В работах [2,3] проведены исследования по применению пропан-бутановой смеси (ПБС). При добавлении к метану высших углеводородов этана и пропана значительно увеличивается производительность по этилену. Увеличение производительности по этилену от вводимых в систему углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub> не пропорционален их концентрации, а значительно больше.

Проведены исследования сырьевой базы Шуртанского ГХК с учетом проведенных модернизаций производственных мощностей добывающих и перерабатывающих предприятий, разработаны и реализованы организационно-технические мероприятия по реконструкции существующих установок Шуртанского НГДУ со строительством газопровода ГС Шуртан-ШГХК. Также произведен расчет выработки основных видов продукции (жидких углеводородов, серы, полиэтилена и товарного газа) по предприятиям и ориентировочная оценка затрат.

Фазовое равновесие пар-жидкость, термодинамические (энтальпия, энтропия) и теплофизические (плотность, теплоемкость, теплопроводность, вязкость, поверхностное натяжение, теплота фазового перехода) свойства поступающего на переработку сырья, промежуточных и конечных продуктов рассчитывались на компьютере в программе HYSYS в ходе математического моделирования технологических процессов в соответствии с составом смеси, ее температурой и давлением в соответствующей точке.

Подача очищенного и осушенного газа с выхода ГС «Шуртан» на Шуртанский ГХК и далее на завод GTL с модернизацией ГС «Шуртан», строительством газопровода и расширением газохимического комплекса (перевод ШГХК на очищенный и осушенный газ).

Рассчитан прогнозируемый объем поставки природного газа и выход получаемой продукции на ШГХК на 2018-2043 гг. В результате реализации варианта суммарное производство сжиженного газа на ГС Шуртан и ШГХК увеличится в среднем на 40,0 тыс. т/год. Однако на ШГХК годовая выработка сжиженного газа уменьшится со 104 тыс. т до 40 тыс. т, а производство конденсата снизится с 92 тыс. т до 1,5 тыс. т. При этом увеличится производство полиэтилена на 280 тыс. т и появятся новые виды продукции – полипропилен 100 тыс. т и пиролизный дистиллят 50,0 тыс. т.

В соответствии с прогнозом добычи и объемом поставки природного газа рассчитан компонентный состав газа (2019-2043 гг.), поступающего на вход Шуртанское НГДУ и Шуртанского ГХК.

Предусматривается нижеследующее транспортное обеспечение для подачи очищенного и осушенного газа с ШНГДУ на Шуртанский ГХК построен новый газопровод от выхода ДКС-УППБС до входа комплекса. При этом построен узел редуцирования газа в начале газопровода с целью регулирования давления в начале газопровода. Проектная пропускная способность газопровода 14,0 млн. м<sup>3</sup>/сут, длина 30,5 км. Давление на входе Шуртанского ГХК 45,0 кгс/см<sup>2</sup>. Диаметр газопровода составляет 720 мм.

Для повышения эффективности на установке цеолитовой сероочистки (ЦСО) проведена замена отработавших цеолитов и запорно-регулирующей арматуры.

В целях исследования путей по совершенствованию технологии и установок с последующим формированием технологической схемы производства продуктов в соответствии с принципами системного подхода рассматривается УППБС эксплуатируемая на месторождении.

Установка получения пропан-бутановой смеси УППБС-3/1 (1-я очередь) построена согласно проекту, разработанному ОАО «ЛенНИИХиммаш». Введена в эксплуатацию в 1997 г.

Установка получения пропан-бутановой смеси УППБС-3/2 (2-я очередь) построена согласно проекту «Установка пропан-бутановой смеси (УППБС-3/2) Шуртан на головных сооружениях УДП «Шуртаннефтегаз», разработанному ОАО «УзЛИТИнефтьгаз». Введена в эксплуатацию в 2006 г.

Установка получения пропан-бутановой смеси УППБС-3/5 (5-я очередь) построена согласно проекту «Установка пропан-бутановой смеси (УПБС-3) Шуртан на головных сооружениях УДП «Шуртаннефтегаз», разработанному ОАО «УзЛИТИнефтьгаз» в 2011 г. Введена в эксплуатацию в 2012 г.

На УППБС-3/1,2,5 очереди поступает газ на головных сооружениях после блоков цеолитовой сероочистки.

Предназначена для более глубокой комплексной подготовки газа Шуртанского газоконденсатного месторождения.

Процесс выделения пропан-бутановой смеси из природного газа – непрерывный, осуществляется методом охлаждения и частичной конденсации природного газа за счет эффекта расширения исходного газа в турбодетандере с последующей ректификацией выделенного конденсата.

Производительность каждой очереди УППБС-3/1,2,5 по исходному газу 3,0-млрд. м<sup>3</sup>/год

Исходным сырьем для производства СПБТ (смесь пропана и бутана технических) на УППБС-3/2 является очищенный от сернистых соединений и частично от углекислого газа, глубоко осушенный (до точки росы минус 70 °С) газ после цеолитовых блоков сероочистки ГС Шуртан.

Кроме этого для обеспечения сырьем и поддержания входного давления установки предусмотрена подача части отбензиненного природного газа с выхода ДКС УППБС.

Сравнение параметров технологического режима установки показывает, что фактическое давление газа на входе установки снизилось соответственно с 4,8 МПа до 4,1 МПа, что вызвало падение давления по всей технологической цепочке.

В целях увеличения выработки сжиженного углеводородного газа реализован РП «Модернизация существующих установок УППБС-3/1,2,5 ниток Шуртанского НГДУ» - ООО ГК «ЛЕННИИХИММАШ».

Мероприятия по УППБС-3/1,2,5 направлены на снижение вероятности внеплановых остановок оборудования, рациональное использование имеющегося оборудования с минимальным количеством заменяемых и модернизируемых аппаратов, увеличение давления газа для повышения количества вырабатываемого на установках холода и снижения потерь пропана и бутанов с отбензиненным газом (метановой фракцией).

1) Предотвращение гидратообразования. Для предотвращения гидратообразования разработан блок впрыска метанола, обеспечивающий возможность подачи реагента на УППБС-3/1,2,5.

2) Возвращение схем переработки газа на УППБС-3/2,5 к проектному варианту. Проект предусматривает восстановление работы встроенного в верхнюю часть колонны К-1 дефлегматора Т-5 с использованием в нем в качестве хладагента холодного газа с верхней части сепаратора С-2.

3) Снижение потерь пропана и бутанов с отбензиненным газом (метановой фракцией)

Повышено давление подготовки природного газа для увеличения количества вырабатываемого на установках холода.

Повышение давления газа, поступающего на предварительное охлаждение в УППБС-3, увеличивает перепад давления на турбодетандере ТДА и, соответственно, выработку холода в процессе адиабатического расширения газа и понижение температуры природного газа в сепараторах С-1 и С-2. В результате возрастает количество пропана и бутанов в потоке жидкости из сепаратора С-2, направляемой в качестве питания в колонну К-1, снижаются потери целевых компонентов с обратным потоком метановой фракции и повышается выход продуктов.

Повышение давления природного газа осуществляется газоперекачивающими агрегатами с газотурбинным приводом.

4) Для повышения степени извлечения сжиженного газа и увеличение его производства проведена реконструкция колонны К-1 на УППБС-3/1,2,5 очереди путем замены внутренних устройств отгонной части колонны – насадки.

Для повышения эффективности эксплуатации установок аминовой сероочистки (АСО) в рамках выполнения РП «Модернизация установки аминовой и цеолитовой очистки газа ГС «Шуртан» проведена их модернизация с проведением:

АСО-1-замена внутренних устройств колонны, насосов регенерированного раствора;

АСО-2-замена внутренних устройств колонны, насосов регенерированного раствора, установка фильтров и холодильника.

#### **Выводы:**

Падение входного давления и изменение потенциального содержания целевых компонентов газа влияет на показатели работы УППБС-3/1,2,5 связанной с выработкой СУГ. Модернизация существующих установок позволяет решить задачи повышения эффективности и получения дополнительного количества сжиженного газа для покрытия возрастающих потребностей промышленности, транспорта и коммунального хозяйства.

Составлена компьютерная модель и выполнены расчеты с моделированием различных вариантов оптимизации процесса на примере УППБС-3/2, которые показали более высокий коэффициент извлечения ПБФ после модернизации УППБС-3/2 до 74 % относительно существующего 58 % при этом требуется модернизация аппаратов, замена или же установка дополнительных единиц оборудования.

#### **Список литературы:**

1. Назаров У.С., Махмудов Ф.М., Кузьмич А.Е., Игамбердиев Р.А., Борн Р.И. Руководящий документ. Комплексное проектирование систем разработки (доработки) и обустройства (дообустройства) месторождений углеводородного сырья - РН 39.0-110:2012. Ташкент – 2012. – с.8-13.

2. Ширковский А.Н. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений- Учебник для вузов М.: Недра, 1987. с.149-155.

3. Шестерикова Р.Е. и др. Повышение эффективности работы установок низкотемпературной сепарации// Науч.- техн. журнал: Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – М., 2014. – №5. – С. 43-47.



## ЧОРВОҚ СУВ ОМБОРИ ТАЪСИР ХУДУДИНИНГ ГЕОЛОГИК ВА ГЕОФИЗИК ЎРГАНИЛГАНЛИГИ

Хамидов Л.А.<sup>1</sup> Жабборов У.Ч.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ЎзРФА Ф.О.Мавлонов номидаги Сейсмология институти, Тошкент шаҳри

<sup>2</sup>Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент ш шаҳри

e-mail: [hamidov\\_l@mail.ru](mailto:hamidov_l@mail.ru)

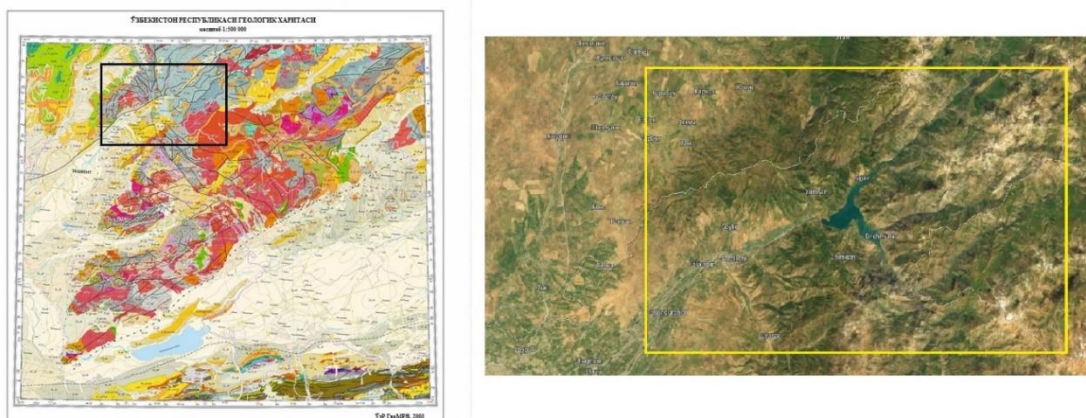
**Долзарблиги.** Маълумки ҳалқ хўжалигининг йирик техноген объектлари фойдаланиш даврида атроф муҳитдаги геологик муҳитга тегишли таъсир кўрсатади. Бундай жараён, хусусан техноген объектлар деб аталадиган, ва амалда ишлаб турган йирик Чорвоқ сув омбори ҳудудида сезиларли намоён бўлган. Ушбу кўрилган масалалар фойдаланилаётган техноген объектлар жойлашган майдондаги тоғ жинсларининг турли гидрологик режимдаги ўзига хос геофизик хусусиятларини тадқиқ этиш, ҳудудларда минтақавий сейсмиклик намоён бўлиш қонуниятларини аниқлаш ва геофизик майдонлардаги ўзгаришларни олдиндан баҳолаш учун долзарбдир.

**Тадқиқот мақсади** Ўзбекистоннинг Тянь-Шан ороген тоғ зонасида жойлашган Чорвоқ сув омбори таъсир зонасининг ҳозирги кундаги геологик ва геофизик ҳолатини ўрганишдан иборатдир.

**Усул ва услублар.** Муҳитга техноген таъсир тоғ жинсларининг ички деформацияланиш ҳолати, ҳамда шунга боғлиқ локал сейсмик жараёнларнинг вужудга келиш хавфини ҳосил қилиши мумкин. Маълумки ушбу белгиланган ҳудудда замонавий сейсмологик кузатувларни ўтказиш ва техноген зилзилалар бўйича тадқиқотлар ўтказиш муаммоларини ҳал қилишда асосий восита сифатида белгиланган [1,2,3].

**Натижалар.** Агар яқин вақтгача гидротехник иншоотларнинг барқарорлиги ва маҳаллий сейсмиклиги соҳасида назарий ва экспериментал ишлар нисбатан кам бўлса, 20-асрнинг сўнгги йилларида назарий йўналиш муваффақиятли ривожланди ва тадқиқотлар натижасида, масалан: бир қатор фундаментал ишлар [2,3,5,6,7]. 1972 йилдан бошлаб гидротехник иншоотларнинг ҳисоб-китоблари расмий равишда сейсмик кучлар таъсирининг спектрал тасвирига асосланган тўғридан-тўғри сейсмометрлик кузатишларга асосланган барқарорликнинг динамик назарияси позициясига ўтди [6,8]. Шу сабабли, бугунги кунда назарий тадқиқотлар ва экспериментал тадқиқотлар ўртасида сезиларли тафовут мавжуд бўлиб, зилзилалар пайтида гидротехник иншоотлар зоналарининг ҳатти-ҳаракатлари тўғрисида зарур фактик маълумотлар йўқлиги сабабли назарияни кейинги ривожлантириш муваффақиятли бўлмайди. Ушбу йўналишда тўпланган геологик ва геофизик маълумотлар таҳлили тадқиқот натижаларини тўлиқ текшириш ва сейсмиклик мониторингини янада такомиллаштириш имконини бериши мумкин.

**Геологик ўрганилганлиги.** Чорвоқ сув омбори аҳоли кўп, саноат ривожланган ҳудуд ҳисобланган Тошкент вилоятида жойлашган. Бу ҳудуд турли хил геологик ривожланиш тарихлари - Чотқол ва Курама тоғ ҳудуди субзонларининг ўзаро таъсиридан келиб чиққан мураккаб тузилиш билан тавсифланади (1-расм). Кенкол ва Кумбель минтақавий ёриқлар билан бир қаторда қуйи тартибли тектоник дислокациялар (Ишоқ-Купрюк, Чорвоқ, Бручмулла мавжуд бўлиб, улар сув омбори ҳавзасининг чегарасини ташкил қилади. Ғарбий чегараси Чорвоқ тескари ёриғи билан тўғри келади (силжиш амплитудаси 800 м), шимолий чегараси Каржантау йўналишига (амплитудаси -2км) яқинлашади – минтақадаги йирик ёриқлардан бири. Шарқий қисми Бручмулла йўналиши бўйлаб ўтади (амплитудаси — 2 км), жанубий чегараси Чимган йўналиши (амплитудаси - 1 км) билан ёпилган. Бручмулла чуқурлиги ичида жойлашган Чорвоқ сув омборининг косаси ва сув омборининг ён томонлари неоген-бўр чўкиндилари ва тўртламчи давр тўпланишларидан иборат. Тўртламчи ётқизиқларнинг эрозияланган юзасида қалинлиги 30 м гача бўлган тўртламчи ётқизиқлар - шағал, конгломератлар, лёсссимон тупроқлар ётади. Иккала кетма-кетлик ҳам кайнозой даври оҳақтошлари устида жойлашган [7,8].



**1-расм - Чорвоқ олди ҳудуд геологияси ва рельефи [2,9]**

Тарихан ҳудудда ер қобиғининг деформациясини ўрганиш учун 1969 йилдан бошлаб тизимли юқори аниқликдаги геодезик кузатувлар олиб борилган. Сув омбори атрофида 6 марта (1969, 1970, 1972, 1974-1975, 1976-1980, 1984-1985 йиллар) II тоифали текислаш ишлари олиб борилди. Натижалар шуни кўрсатадики, сув омборини  $H=90\text{м}$  даражасига тўлдириш (1973-1974 йилларда) сув омборининг шимолий-шарқий қисмида ер юзасининг 2 см пасайишига ва сув омборининг ғарбий қисмида 2 см кўтарилишига олиб келган. Сув омборининг шарқий ва шимолий-шарқий қисмларининг чўкиши 1980 йилда геодезик тадқиқотда қайд этилган, бу сув сатҳининг 145 м гача кўтарилиши билан боғлиқ бўлиши мумкин. 1969-1974 йиллардаги ўлчовлари сув омбори билан чегарадош тизмаларнинг  $0,2\div 0,5$  см/йил тезликда деформацияланишига олиб келгани кўринган [4,8].

Ўрта Осиёнинг, жумладан тадқиқот олиб бориш ҳудудининг табиий тарихий шароитларини тадқиқ этиш XIX асрнинг биринчи ярмидан бошланган ва бугунги кунга қадар давом этиб келмоқда

**Геофизик-сейсмологик ўрганилганлиги.** Чорвоқ сув омбори жойлашган ҳудуд кучли зилзилалар содир бўладиган юқори сейсмик фаоллик билан ажралиб туради. Сув омбори жойлашган ҳудуддаги сейсмик вазиятни ўрганиш икки жиҳат нуқтаи назаридан қизиқиш уйғотади: иншоотнинг хавфсизлигини таъминлаш ва сув омборининг сейсмик режимига таъсирини аниқлаш. Сув омборига сейсмик жараёнлар зарар кўрсатиши мумкин бўлган ҳудуднинг катталиги, норматив ҳужжатларда келтирилгандек, унинг атрофида радиуси 50-100 км гача бўлган майдонни ўз ичига олади [4,8].

Ушбу ҳудудда тарихан кучли зилзилаларни қайд этувчи ўзича ягона сейсмик станциялар бўлган Чотқол-Қурама тизмаларида 1960 йилда қўшимча сейсмик станциялар тармоғи очилди, уларнинг сони 10-15 тага кўпайди, бу эса  $K=8-9$  энергия тоифали зилзилани қайд этиш имконини берди. Энергия характеристикалари Т.К.Раутиан таснифига кўра олинган. А.И.Захарова ва шунингдек бошқалар томонидан узоқ муддатли сейсмик параметрлар турли даврлардаги турли синфдаги зилзилалар репрезентативлигини (ишончлилиги) ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаб чиқилган [2,8]. Тошкент олди ҳудуди учун 1968 йилдан қуйидаги репрезентативлик даврлари олинган: 1968 йилдан  $K\geq 14$ , 1929 йилдан  $K\geq 13$ , 1951 йилдан  $12\geq K\geq 10$ , 1960 йилдан  $K=9$ , 1961 йилдан  $K=8$ . Бу ўрта ва узоқ муддатли сейсмиклик параметрларини ҳисоблаш имконини берди. Натижада  $K=8-14$  зилзилалар учун такрорланиш графиги қиялигининг бурчак коэффиенти  $\gamma$  нинг узоқ йиллик ўртача қиймати  $\gamma=0,46\pm 0,04$  бўлгани, сейсмик фаоллик даражаси  $A_{10} = 0,04$  бўлгани аниқланди. Мавжуд барча маълумотларга асосланиб, турли даражадаги сейсмик энергияни ажралишининг ўртача такрорланиш даврлари ҳисобланган (1-жадвал):

Турли вақт оралиқлари учун  $A_{10}$  нинг ҳудуд бўйича турли қийматлари ажаратилган. Ушбу параметрлар минтақанинг турли қисмлари учун ўз аро фарқ қилади. Чорвоқ сув омбори жойлашган Тошкент вилоятининг тоғли қисми учун А.И.Захарова томонидан сейсмик ( $\gamma$ ) параметрларининг қийматлари ҳисоблаб чиқилган [8].

**Зилзилалар энергетик синфи ( $K=\lg E$ , E-джоулда) ва такрорланиш ўртача даврлари (T, йилларда) даражалари**

$K=\log E$	15	14	13	12	11	10	9	8
T	33,7	25,25	10,25	3,17	0,86	0,33	0,11	0,04

1960-1968 йиллардаги  $K=8-11$  зилзилалар қиймати  $\gamma=0,52\pm 0,02$ ; 1951-1973 йиллардаги платформа қисми учун  $\gamma=0,58\pm 0,03$  [8] бўлган. Турли энергиядаги зилзилалар гурмуҳлари вақт ўтиши билан ўзини қандай тутишини ва улар ҳудуддаги кучли сейсмик ҳодисалар билан боғлиқлигини аниқлаш мақсадида сейсмик энергиянинг вақт ўтиши билан тўпланиши графиклари, яъни Бениофф графиклари ўрганилди. Сув омбори таъсиридан узоқроқ ҳудуддаги тоғлик қисм учун сейсмик деформацияни бўшатиш жараёни бир текис содир бўлгани кузатилди [7,8].

**Хулоса.** Келтирилганлардан ўрганилётган Чорвоқ сув омбори Ўзбекистон Республикаси ҳудудидаги йирик гидротехник иншоотларидан бири бўлиб у жойлашган ҳудуднинг табиий геологик шароити анчагина мураккаб тузилишга эгаллиги маълум бўлди. Хусусан, локал ҳудуд геодинамикаси сув омбори эксплуатация режими баланглик бўйича тезкор вариациясига боғлиқ бўлиб, геологик ва геофизик майдонлардаги устама ўзгариш кузатилишини объектдан тушадиган техноген кучлар таъсири мавжудлиги билан изохлаш мумкин. Бундан Чорвоқ сув омбори жойлашган яқин ҳудудидаги сейсмик, деформацион ва геомагнит майдонларга таъсирини максимал эксплуатация режимида тадқиқ этиб унинг атрофдаги геологик муҳитда олиб бориладиган геологик-геофизик қидирув ишларида ҳисобга олишни керак бўлган даражадаги ҳолатлар мавжуд бўлишини аниқлаш зарурати ҳосил бўлади.

Ўтказилган тадқиқотлар Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги “Инновацион ривожланиш агентлигининг” No.AL-582205639-сонли гранти билан молиявий қўллаб-қувватланган.

**Адабиётлар рўйхати:**

1. Gupta H.K., Rastogi V.K., Narain H., 1972. Common features of the reservoir associated seismic activities. Bulletin of the Seismological Society of America 62 (2), 481–492.
2. Плотникова Л.М., Нуртаев. Б.С., Фленова М.Г. К вопросу о механизме техногенных землетрясений. // Геология и минеральные ресурсы. - 1999.- №1.- С.54-58.
3. Хасанов.А., Гулямов П.Н., Каюмов А.А. Природная география Узбекистана. - Ташкент, Узбекский национальный университет., 2009, 161 с.
4. Уразбаев М.Т. Сейсмостойкость упругих и гидроупругих систем. - Ташкент: Фан, 1966, 254 с.
5. Головков В.П., Нурматов У.А., Нармирзаев Ф.А. Современные движения земной коры и сейсмичность. - Ташкент, Фан. 1990. 179с.
6. Плотникова Л.М., Уломов В.И., Махмудова В.И. Влияние Чарвакского водохранилища на параметры сейсмического режима //Экспериментальная сейсмология в Узбекистане. - Ташкент: Фан. - 1983. - С.31-43.
7. Хамидов Л.А. Линейная модель концентрации напряжений в разломах земной коры, находящихся в ближней зоне деформационного влияния крупных водохранилищ // // Seysmologiya muammolari.-Ташкент. -2019-№1.-С.41-51.
8. Хамидов Л.А., Анварова С.Г., Жабборов У.Ч. Распределение землетрясений в разломах близких к Чарвакскому водохранилищу // Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический аспект, Всероссийская конференция с участием приглашенных исследователей из других стран, 16–20 сентября 2024, Иркутск. - С.124-125.

## ELEKTROMAGNIT IMPULSLAR SIGNALLARI AMPLITUDA VA CHASTOTAVIY XUSUSIYATLARINING GEOLOGIK MUHITGA BOG'LIQLIGI

Ro'zimboyev F.F., Egamberdiyev S.A, Nuriddinov N.R., Azimov A.M., Jo'rayev E.M.

O'zRFA G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti,  
Yangibozor geofizik ilmiy-tadqiqot observatoriyasi  
e-mail: [frozimboyev@gmail.com](mailto:frozimboyev@gmail.com) , tel: (+998) 99 825-15-66

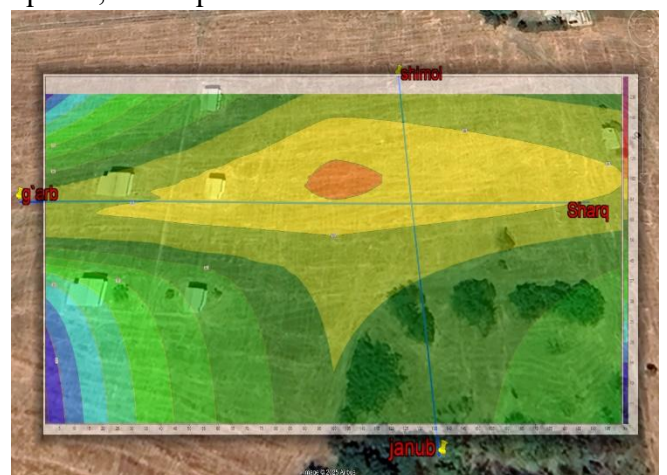
**Dolzarbliigi.** Tabiiy zilzilalarni oldindan aniqlash va geologik muhitda ro'y beradigan noaniq jarayonlarni kuzatish so'nggi yillarda geofizik tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishiga aylandi. Shu jarayonda elektromagnit impulslar (EMI) ni o'rganish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Turli chastotali EMI signallari zilzila oldidan yer qobig'ida sodir bo'ladigan mikroyorilishlar, kuchlanish yig'ilishi va suyuqlik harakati natijasida yuzaga keladi va ularning amplituda va chastota xususiyatlari to'g'ridan-to'g'ri geologik muhitning tarkibi, zichligi, g'ovakligi va suvga to'yinganlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Har xil turdagi tog' jinslari (lyoss, qum, gil, ohaktosh va h.k.) elektromagnit impulslarni turlicha o'tkazadi va so'ndiradi. Shu sababli EMI signallarining fizik-parametrik tahlili orqali yer osti strukturalari va ularning holatini aniqlash mumkin. Bu yondashuv nafaqat tabiiy ofatlarni bashorat qilish, balki qurilishdan oldingi geotexnik baholashda ham muhim o'rin tutadi [1–3].

**Tadqiqotning maqsadi.** Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — EMI signallarining amplituda va chastota parametrlarining geologik muhitga bog'liqligini o'rganish, ularni tog' jinslarining fizik-geologik xususiyatlari bilan bog'liq holda modellashtirish va baholashdir. Tadqiqot doirasida har xil gruntlar (qum, gil, suglinoq, ohaktosh, alevrolit va boshqalar) da EMI signallarining tarqalish xususiyatlari tajriba va monitoring ma'lumotlari asosida tahlil qilinadi. Ushbu yondashuv yordamida EMI parametrlaridan foydalangan holda geologik qatlamlarning strukturaviy tavsiflarini aniqlash va seysmik xavflarni baholashning samarali usullarini ishlab chiqish ko'zda tutilgan.

**Tadqiqot usullari.** Tadqiqotda turli xil geologik muhitlarda EMI signallarining amplituda va chastota xususiyatlari o'rganildi [2]. Yer qobig'idagi elektromagnit impulslar EMI detektorlari elektromagnit impulslar intensivligini ikki yo'nalishda (shimol-janub va g'arb-sharq) o'lchash uchun mo'ljallangan ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash qurilmasi orqali har bir kanal bo'yicha 2 va 12 kHz diapazonlarda o'lchov ishlari amalga oshirildi. EMI signallari yer osti tuzilmalari orqali tarqalganida, ularning amplituda va chastotalari geologik muhitning fizik xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Tadqiqotda bu bog'liqliklar aniqlanib, tahlil qilindi.

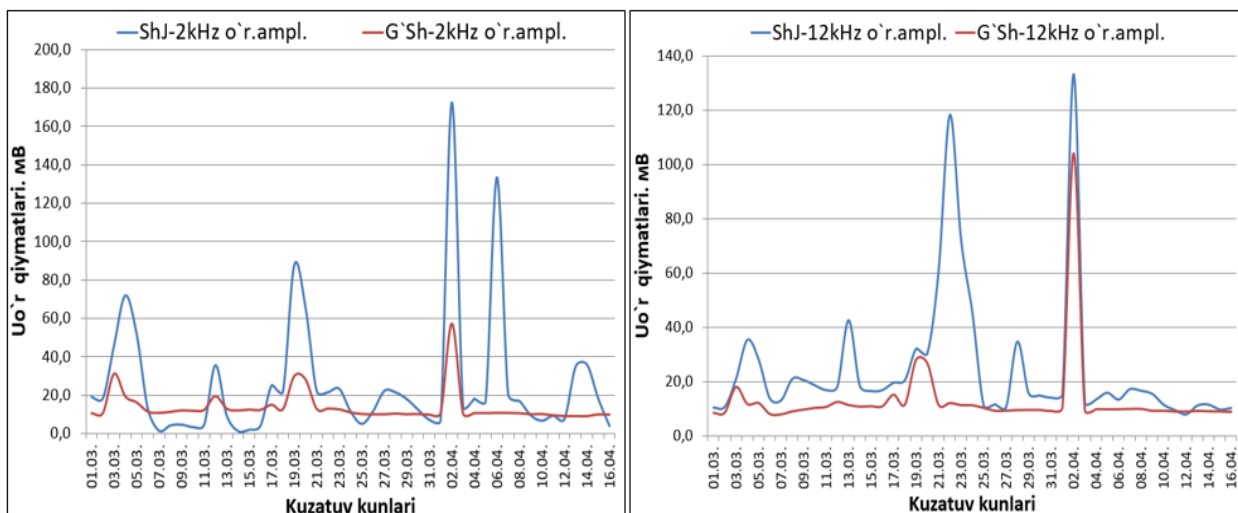


1-rasm. EMI zondlash profillari

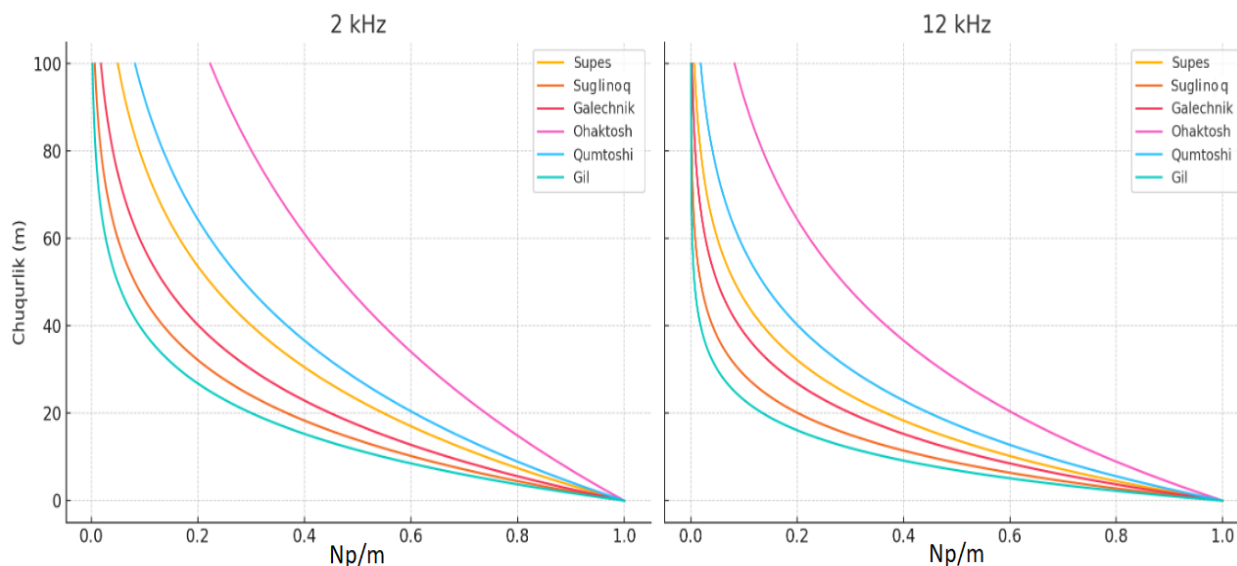


2-rasm. EMI larning gruntlardagi qarshiligi maydon bo'yicha taqsimlanishi

**Natijalar.** Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, EMI signallarining amplituda va chastota xususiyatlari geologik muhitning tarkibi va fizik xususiyatlariga sezilarli darajada bog‘liq. Masalan, yuqori o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan muhitlarda EMI signallari past amplituda va yuqori chastotali bo‘lishi mumkin, bu esa geofizik tadqiqotlarda muhim ahamiyatga ega.



**3-rasm. 2 va 12 kHz chastotadagi impuls amplitudasi har kunlik qiymatlarining 2025 yil 1 martdan 16 aprelgacha o‘zgarishlari**



**4-rasm. 2 kHz va 12 kHz chastotalardagi elektromagnit impuls (EMI) signallarining turli tog‘ jinslarida chuqurlik bo‘yicha so‘nish grafigi ko‘rsatilgan**

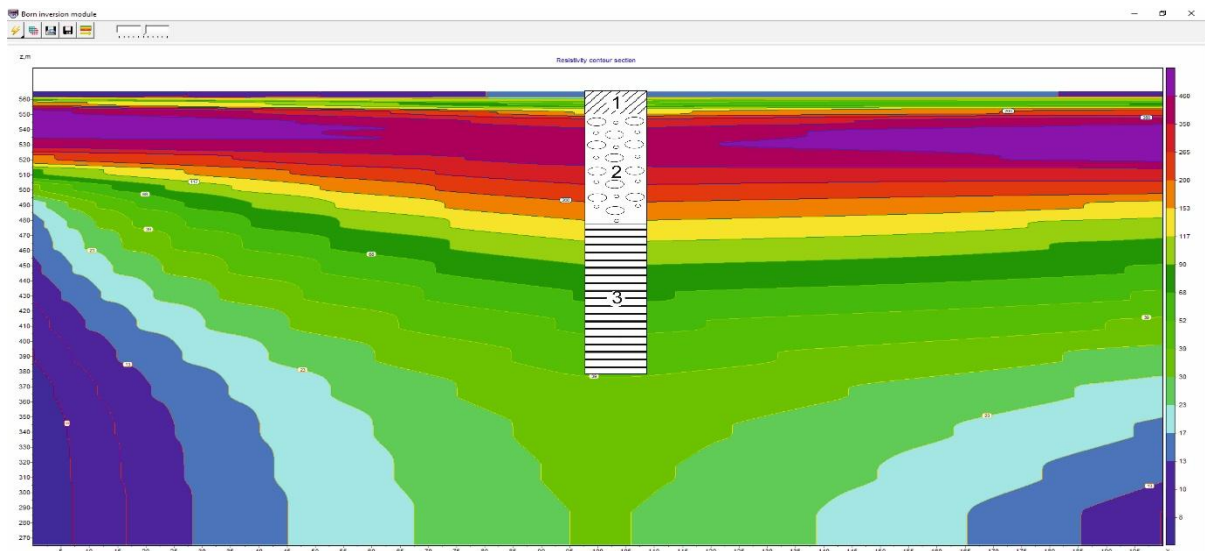
4-rasmdagi grafiklardan qisqacha xulosa shuki gil, suglinok va supes singari mayda zarrachali jinslar EMI signalini kuchli so‘ndiradi. Ohaktosh eng kam so‘nishga ega bo‘lib, chuqur qatlamlargacha signal yetib boradi. 12 kHz chastotada so‘nish darajasi 2 kHz ga qaraganda ancha yuqori bo‘ladi.

EMI signallarini seysmik ma‘lumotlar bilan integratsiya qilish, ma‘lumotlarning aniqlik va ishonchligini oshiradi [4].

EMI signallarining geologik muhit bilan o‘zaro ta‘siri muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Ushbu signallarni chuqur tahlil qilish orqali yer osti tuzilmalari, masalan, suv qatlamlari, yer osti bo‘shliqlari, to‘g‘ jinslarining litologik tarkibi va chegaralarini hamda yer yoriqlari aniqlanishi mumkin. Yig‘ilgan ma‘lumotlarni qanchalik to‘g‘riligini aniqlash uchun agarda mavjud bo‘lsa tadqiqot maydoniga yaqin bo‘lgan burg‘u quduqlarining ma‘lumotlari bilan solishtirish tavsiya etiladi. Bu bilan tadqiqot natijalari qanchalik aniqlikda ekanligini ko‘rsatadi.



**5-rasm. EMI signallarning gruntlardagi qarshilik grafigining tog` jinslari litologik chegaralari bilan mosligi. 1 – supes-suglinoq, 2 – galechnik, 3 – gill va gilli tog` jinslari.**



**6-rasm. 2D vertikal kesim: tog` jinslarida EMI signalining tarqalishi va so`nish zonalarini**

**Xulosa.** Yuqoridagi 5 rasmda EMI signallarini tadqiq qilish orqali to`g` jinslarining litologik tarkibi va chegaralari aniqlangan. 6 rasmda esa EMI usuli asosida olingan vertikal kesimda yerosti qatlamlarida EMI signallarning tarqalish xususiyatlari aniqlangan. Markaziy qismda EMI qiymatining yuqori bo`lishi, elektromagnit signallarni yaxshi o`tkazuvchi yoki aks ettiruvchi struktura mavjudligini bildiradi. Bu struktura tabiiy (g`ovak, namligi yuqori yoki suvli qatlam) bo`lishi mumkin. Rangli gradientlar esa qatlamlarning fizik xossalaridagi farqlarni, xususan, elektromagnit so`nish koeffitsiyentining chuqurlik bo`yicha o`zgarishini ifodalaydi. So`nish chuqurligiga qarab qatlamlar differentsiallashtirilgan bo`lib, 100 metrgacha bo`lgan chuqurlikda aniqlangan signallar yer osti strukturaviy tahlili uchun muhim ma`lumot beradi. EMI signallari geologik muhitning fizik parametrlariga sezilarli darajada bog`liq. Bundan tashqari EMI signallari zilzila darakchisi xisoblanib, turli xil anomaliyalarning zilzila oldidan oldin ro`y berishi kuzatilgan. Tadqiqot natijalari xususan, muhandislik seysmologiyasi uchun amaliy ahamiyatga ega bo`lib, bu usul yordamida ham geologik muhit holatini baholash Yangibozor geofizik ilmiy-tadqiqot observatoriyasi hududi misolida aniqlandi.

#### **Adabiyotlar ro`yhati:**

1. Li, Y., et al. (2021). Electromagnetic signal anomalies preceding earthquakes: A review. *Earth-Science Reviews*, 216, 103576.
2. Shalimov, S., & Pokhotelov, O. (2020). Electromagnetic precursors of earthquakes. *Annales Geophysicae*, 38(2), 243-251.
3. Molchanov, O. A., & Hayakawa, M. (2019). Seismo-electromagnetics and related phenomena: History and latest results. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 110, 28-36.
4. Hayakawa, M., & Hobara, Y. (2022). Current status of seismo-electromagnetics for short-term earthquake prediction. *Geosciences*, 12(1), 45.

## ЗИЛЗИЛАЛАРДАН ОЛДИДАН МАЪЛУМОТ БЕРУВЧИ ГИДРОГЕОСЕЙСМОЛОГИК КЎРСАТКИЧЛАР

**Ҳасанова Г. И.**

ЎзРФА Ғ.О.Мавлонов номидаги Сейсмология институти, Тошкент шаҳри

e-mail: [gulhayo.xasanova.89@mail.ru](mailto:gulhayo.xasanova.89@mail.ru)

**Аннотация:** Мақолада кузатувда бўлган Тошкент олди геодинамик майдони артезиан сувларининг физик ҳамда газо-кимёвий кўрсаткичларининг ўзгариши ҳақида маълумотлар келтирилган.

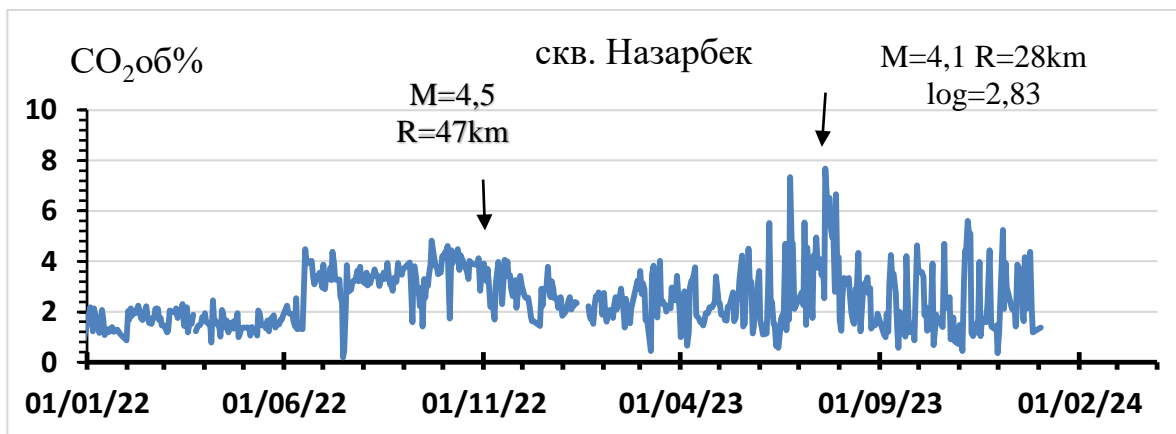
**Калит сўзлар:** ерости сувлари, кимёвий, газ таркиби, аномал ўзгаришлар табиати, Тошкент олди артезиан сув ҳавзаси, аномал ўзгаришлар, углерод тўрт оксид (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), гидрокарбонат ионлари (HCO<sub>3</sub>), симоб (Hg), радон (Rn).

**Кириш:** Зилзила – табиий офатларнинг инсоният ва иқтисодиётга жуда катта маънавий ва моддий зарар келтиради. Шу боис бугунги кунда зилзилаларни келтириб чиқарадиган жараёнлар ҳақидаги билимларни ҳар томонлама чуқурлаштириш, кучли зилзилаларнинг даракчиларини намоён бўлиш хусусиятларини ўрганиш бўйича тадқиқотларни олиб бориш масаласи илм-фан олдида турган муҳим ва долзарб вазифа ҳисобланади. Сўнгги йилларда зилзилаларни прогноз қилиш муаммоси, тадқиқотчиларнинг муҳим вазифаларидан бири бўлиб асосий эътибор зилзила даракчиларни турли гидрогеокимёвий майдонларда намоён бўлишини ўрганишга қаратилмоқда.

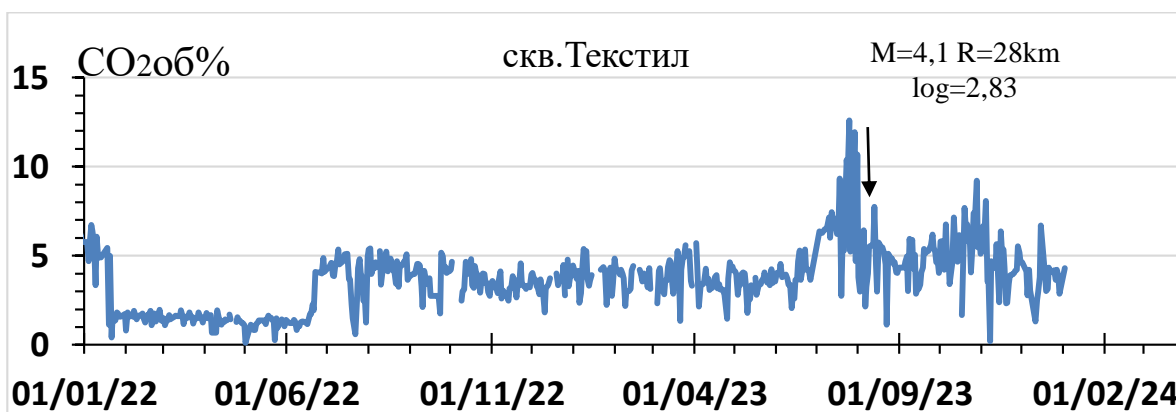
**Асосий қисм:** Зилзилалар бўлишидан олдин ерости сув босимининг 1 дан 1,5 баргача ошиши одатдаги сув ҳарорати 1-2 даражага кўтарилиши янги манбалар пайдо бўлишидан ёки баъзи манбалар қуриб кетишидан (1-2 ҳафта олдин) сув газлари сувда углерод тўрт оксид (CO<sub>2</sub>) метан(CH<sub>4</sub>) ва радон(Rn). газининг кўпайишини кузатилган.[ Н.В. Гусева] Тошкентолди полегонига қарашли Текстил, Назарбек скважиналари мавжуд.(жадвал.№1) Скважиналарда эриган газлар углерод тўрт оксид (CO<sub>2</sub>), (расм 1, 2) метан(CH<sub>4</sub>), гидрокарбонат ионлари HCO<sub>3</sub>, pH, Eh, T<sup>0</sup> таҳлил кузатувлари олиб борилади.

Жадвал№1

Структуравий жойлашуви	Кузатиш олиб боришмоқда. йил.	Кузатув нуктаси.	Сейсмогенетик шароити	Стратиграфия ва чуқурлиги	Сув аралашган жинсларнинг литологик таркиби	Ер ости сувларининг кимёвий формуласи
ТПП пост-платформага ўтиш худуди	1973	Назарбек	Каржантау чуқур ёриғи	K2 1600	Оҳактошлар ва кумтошлар	$M_{1,0} \frac{HCO_3^3 Cl_{35} SO_{20}^4}{(Na + K)_{94}}$
	1980	Текстил	Каржантау чуқур ёриғи	K1 2400	Оҳактошлар ва кумтошлар	$M_{1,0} \frac{Cl_{46}(CO_3^3 + HCO_3^3)_{36} SO_{18}^4}{(Na + K)_{97}}$



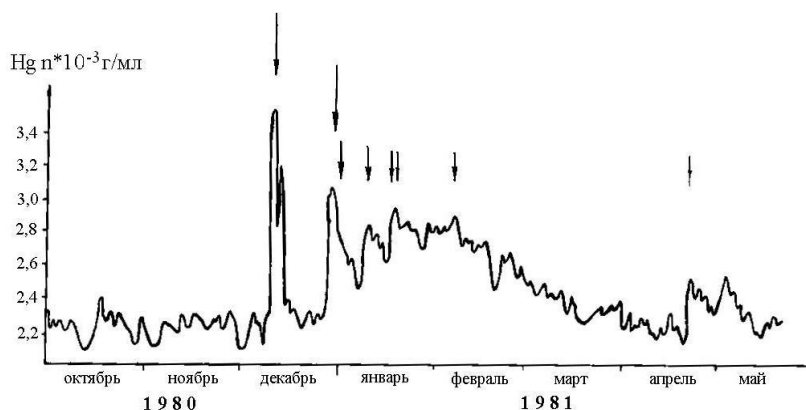
1-расм. Назарбек скв да сувда эриган углерод тўрт оксид ( $\text{CO}_2$ ) миқдорининг ўзгариш графиги.



2-расм. Текстиль сквда сувда эриган углерод тўрт оксид ( $\text{CO}_2$ ) миқдорининг ўзгариш графиги.

Бундан ташқари ерости сувларида сувнинг ҳиди ўзгаради сасиган тухум ва олтингугурт ҳиди келиши ортади. Бунда сув таркибида водородсульфид миқдорининг ортанлигидан далолат беради. Сув ўтказувчанлигининг ортиши натижасида симоб ва гелий каби микроэлементлар миқдорининг кўпайиши аниқланган.

1970-80 йилларда симоб элементи учун кимёвий таҳлиллар ўтказилган ва натижалар олинган.(расм 3)



3-расм. Назарбек zilzilasi va uning aftershoklari davrida er osti сувларида симоб таркибининг ўзгариши

Zilzilalarни башорат қилиш бўйича амалга оширилаётган кенг кўламли тадқиқотлар орқали (сейсмологик, геомагнитик, деформациявий ва бошқалар),



гидрогеохимик ва гидродинамик усуллар ўрта ва яқин муддатли прогнозлаш босқичида энг самарали ҳисобланади. Айниқса, гидрогеосейсмологик (ГГС) усул, зилзиланинг жойи ва кучини башорат қилиш билан бирга, энг мураккаб вазифа – зилзила вақти прогнозини ишончли ҳал қилишда энг маълумотли усул бўлиб чиқиши мумкин. Шу боис, бугунги кунда узок йиллар давомида амалга оширилган гидрогеохимик ва гидрогеодинамик кузатувлар бўйича юксак экспериментал материал тўпланганини ҳисобга олган ҳолда, асосий эътибор Ўзбекистондаги гидрогеосейсмологик тадқиқотлар натижаларини ўрганишга қаратилган [А.Н.Султанходжаев]. Зилзилага тайёргарлик жараёнлари Ер қобиғининг бутун сувга тўйинган қалинлигини қамраб олганлиги сабабли, уларнинг даракчилари ер ости сувлари ва ер усти сув ҳавзаларининг чуқур ва саёз горизонтлари режимида ўзини намоён қилиши мумкин.

**Хулоса** қилиб шуни айтиш мумкинки, зилзилалар содир бўлишидан олдин ерости сувларининг кимиёвий таркибида ўзгаришлар содир бўлади. Зилзилалар табиий жараён бўлиб бутун табиат билан узвий алоқададир.

#### **Адабиётлар рўйхати:**

1. Геохимия подземных вод приташкентского артезианского бассейна (республика узбекистан) Гусева Наталья Владимировна, канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. научно-образовательного центра «Вода», доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Института природных ресурсов ТПУ, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30. E-mail: [guseva24@yandex.ru](mailto:guseva24@yandex.ru)
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Earthquake#:~:text=External%20links> Earthquake,-179%20 languages
3. А.Н.Султанходжаев. Основы гидрогеосейсмологии Ташкент 2006г.стр.27.

### **МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПАРАМЕТРА $V_{s30}$ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ДАННЫХ**

**Юсупов Д.Д., Халбаев С.Б., Мамарозиков Т.У., Бозоров Ж.Ш.**

Институт Сейсмологии им. Г.А.Мавлянова, Ташкент

e-mail: [diyorbek.yusuopov@gmail.com](mailto:diyorbek.yusuopov@gmail.com)

**Введение.** Оценка параметра  $V_{s30}$  (средней скорости распространения сдвиговых волн в верхних 30 м разреза) является ключевым этапом при выполнении сейсмического микрорайонирования (СМР), поскольку именно этот показатель используется для классификации площадок по сейсмической опасности и расчёта сейсмического воздействия на инженерные сооружения [1, 2]. В городских условиях, а также на территориях с ограниченным доступом, выполнение полномасштабных сейсморазведочных работ зачастую затруднено. Это приводит к недостаточной плотности измерений, что требует применения методов пространственной интерполяции или машинного обучения для восстановления непрерывной карты  $V_{s30}$ . [3, 4]

Однако, как показывает практика, важным фактором, наряду с числом наблюдательных точек, является их пространственное размещение. При равной плотности точек, качество интерполяции может значительно варьироваться в зависимости от того, охвачены ли ключевые геологические зоны. Особенно критично это для алгоритмов машинного обучения, которые формируют зависимость между геологическими признаками и параметром  $V_{s30}$ .

Целью данного исследования является анализ влияния схемы заложения точек на точность интерполяции  $V_{s30}$ . В рамках работы проведено сравнение трёх алгоритмов размещения точек: случайного, регулярного (сеточного) и равномерного распределения, а также дополнительно исследовано влияние покрытия всех геологических тел. Оценка

качества моделей осуществлялась по точкам, не участвующим в построении, с использованием как классических интерполяционных методов, так и алгоритмов машинного обучения.

**Цель исследования.** Целью настоящего исследования является оценка влияния различных алгоритмов заложения точек наблюдений на качество интерполяции параметра  $V_{s30}$  в условиях ограниченного числа измерений. В рамках работы ставятся следующие задачи:

- ❖ реализовать и сравнить три схемы размещения точек (случайное, регулярное и равномерное распределение);
- ❖ протестировать чувствительность интерполяционных и машинных моделей к пропускам геологических зон;
- ❖ определить минимальное необходимое покрытие литологических тел для обеспечения приемлемой точности  $V_{s30}$ -карт;
- ❖ сформулировать практические рекомендации по оптимальному планированию геофизических наблюдений в задачах сейсмического микрорайонирования.

**Методика исследования.** Для проведения исследования была создана модельная геологическая карта размером  $100 \times 100$  ячеек, соответствующая площади  $6,25 \text{ км}^2$ . Карта включает четыре зоны, имитирующие геологические тела с различными свойствами. Каждой зоне было присвоено характерное распределение значений параметра  $V_{s30}$  (средняя скорость распространения сдвиговых волн в верхних 30 м), моделируемое по нормальному закону. Такое распределение отражает естественную вариативность скоростных характеристик в пределах литологических тел. [5, 6, 7]

С целью анализа влияния схемы заложения наблюдательных точек на точность восстановления карты  $V_{s30}$  были реализованы три подхода к размещению точек при двух уровнях плотности: 7 и 15 точек на карту:

- Случайное размещение: точки генерировались без каких-либо ограничений, случайным образом по всей площади.
- Регулярное размещение: карта делилась на равные квадраты, в каждый из которых помещалась одна точка, что обеспечивало равномерную сетку.
- Равномерное покрытие: применён геометрический алгоритм, при котором точки распределялись равномерно по площади с учётом минимальных расстояний и равного охвата территории. Эта схема была направлена на достижение баланса между регулярностью и охватом.

Дополнительно оценивалось влияние непокрытых геологических зон. В одной из зон отсутствовали наблюдательные точки, что моделировало типичную ситуацию при реальных инженерно-геофизических работах. В рамках наиболее стабильной схемы (равномерное покрытие) поэтапно добавлялись 1, 2 и 3 точки в эту зону для оценки, как их присутствие влияет на итоговую точность.

Интерполяция проводилась двумя методами: классическим геостатистическим методом Kriging и обучаемым алгоритмом Random Forest. Для проверки точности использовались 10 тестовых точек, не участвующих в построении карты. Оценка проводилась по метрикам MAE, RMSE, MAPE, NRMSE, а также по коэффициентам корреляции ( $r$ ) и детерминации ( $R^2$ ).

**Результаты.** Сравнительный анализ показал, что схема случайного размещения точек демонстрирует наихудшие результаты по всем метрикам точности, особенно при малой плотности. Регулярная сетка обеспечивает умеренное качество, однако подвержена «провалам» в зонах с геологическим разнообразием, если те не попадают в ячейки.

Наиболее стабильные результаты продемонстрировала схема равномерного покрытия. Интерполяция методом Kriging показала улучшение точности при переходе от случайной схемы к равномерной. Алгоритм Random Forest оказался чувствителен к наличию точек во всех зонах: при добавлении хотя бы двух точек в ранее неохваченную геозону.

Таким образом, не только количество, но и распределение точек критически влияет на результат. Равномерная схема с охватом всех геологических тел может рассматриваться как рекомендуемый подход при планировании наблюдений в условиях ограниченных ресурсов.

**Заключение.** Проведённый анализ показал, что схема заложения точек оказывает значительное влияние на точность интерполяции параметра  $V_s30$  при дефиците данных. Наилучшие результаты достигаются при использовании алгоритма равномерного распределения с обязательным охватом всех геологических зон. Это особенно критично для обучаемых моделей, чувствительных к неполноте обучающей выборки. Добавление всего двух точек в ранее неохваченную зону значительно повышает точность прогнозирования. Результаты позволяют рекомендовать выбранный алгоритм как основу для планирования инженерно-геофизических наблюдений в задачах сейсмического микрорайонирования при ограниченном бюджете и пространственных ограничениях.

#### **Список литературы:**

1. Алешин А.С. Сейсмическое микрорайонирование особо ответственных объектов. М.: Светоч Плюс, 2010. – 304 с.
2. Алешин А.С. Континуальная теория сейсмического микрорайонирования// Вопросы инженерной сейсмологии. 2011. Вып. 38 №4. С.15-28.
3. Исмаилов В.А. и др., Методическое руководство по детальному сейсмическому районированию и микрорайонированию для градостроительного планирования/ В.А. Исмаилов [и др.]. – Ташкент: Umid Design, 2023.-154 с.
4. РСН 60-86. Республиканские строительные нормы. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. М.: Стройиздат. 1986.-24 с.
5. Allen, T.I., Wald, D.J. Topographic Slope as a Proxy for Seismic Site-Conditions ( $V_s30$ ) and Amplification Around the Globe. U.S. Geological Survey Open-File Report 2007-1357, 69 p.
6. Matsuoka, M. Amplification Capability and Geomorphologic Classification. Tokyo Institute of Technology, 2012. Presentation materials and report
7. Wair, B.R., DeJong, J.T., & Shantz, T. (2012). Guidelines for Estimation of Shear Wave Velocity Profiles. PEER Report 2012/08, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley

### **ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПАРАМЕТРА $V_s30$ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ДАННЫХ**

**Юсупов Д.Д.**

Институт сейсмологии им. Г.А.Мавлянова АН РУз, Ташкент

e-mail: [diyorbek.yusuopov@gmail.com](mailto:diyorbek.yusuopov@gmail.com)

**Введение.** Параметр  $V_s30$ , представляющий собой усреднённую скорость распространения поперечных волн в верхних 30 метрах геологического разреза, является ключевым показателем инженерной сейсмологии. Он широко используется в нормативных и расчетных моделях при проектировании зданий и сооружений, оценке сейсмического воздействия, а также при составлении карт сейсмического микрорайонирования. [1, 2] Однако получение высококачественных и пространственно-непрерывных данных  $V_s30$  в реальных условиях сопряжено с рядом затруднений. Традиционные методы определения данного параметра, включая методы анализа поверхностных волн (MASW), полевые сейсморазведочные методики (ВСП, МПВ и др.), требуют значительных ресурсов — как временных, так и технических. В особенности, это актуально в условиях ограниченного

доступа к исследуемой территории, плотной застройки или отсутствия полноценной геофизической инфраструктуры. [1, 3, 4]

Возникающая в таких условиях проблема — это дефицит наблюдательных точек. Низкая плотность измерений препятствует построению надёжных пространственных моделей  $Vs30$ , особенно в районах с выраженной латеральной неоднородностью, сложной инженерно-геологической структурой и литологическим разнообразием. Ранее автором уже предпринимались попытки решения этой задачи путём подбора оптимальных методов интерполяции на основе инженерно-геологических аппроксимаций. Однако возможности традиционных алгоритмов интерполяции (например, инверсное расстояние, сплайн-интерполяция, метод Кригинга) часто оказываются ограниченными при попытке учесть комплексное геологическое строение и пространственную изменчивость скоростей.

В связи с этим, очевидной представляется необходимость применения более гибких и адаптивных подходов. Одним из таких решений является использование алгоритмов машинного обучения (ML), обладающих способностью выявлять сложные взаимосвязи между геологическими признаками и параметром  $Vs30$ , что особенно важно при работе в условиях ограниченного объема обучающих данных. [5, 6]

**Цель исследования.** Целью настоящего исследования является разработка и апробация подхода к пространственной интерполяции параметра  $Vs30$  с использованием алгоритмов машинного обучения в условиях дефицита исходных измерений. В задачи работы входит:

- ✓ построение предсказательной модели  $Vs30$  на основе инженерно-геологических признаков;
- ✓ сравнение точности и устойчивости различных ML-алгоритмов при решении задачи интерполяции;
- ✓ выбор наилучшего алгоритма на основе количественных и качественных критериев оценки;
- обоснование применимости метода в инженерной сейсмологической практике.

**Методика исследования.** Методологическая основа работы базируется на синтетическом моделировании и использовании типизированных инженерно-геологических сценариев, что позволяет детально контролировать структуру среды и параметры  $Vs30$ . Применение синтетических данных предоставляет возможность объективной оценки точности алгоритмов, так как истинные значения параметра известны априорно.

В рамках работы рассматривается три характерных сценария геологического строения:

**Простой сценарий** — включает несколько регулярных геологических тел с чёткими границами, что приближает его к условиям слаборасчленённых равнин.

**Шахматный сценарий** — представляет собой чередование зон с контрастными значениями  $Vs30$ , различающимися как по форме, так и по размеру ячеек, имитируя условия с резкими литологическими сменами.

**Сложный сценарий** — описывает среду со множеством тел, имеющих плавные границы и градиентное изменение скоростей, что приближает его к условиям реального инженерно-геологического разреза с переменной стратиграфией.

Для каждого сценария генерировались карты размером  $100 \times 100$  ячеек, что соответствует площади  $2,5 \times 2,5$  км при условной дискретизации 25 м. Внутри каждой геологической зоны значения  $Vs30$  задавались по нормальному распределению с заданными средними и стандартными отклонениями, что отражает характерную вариабельность параметра внутри литотипов. Таким образом, даже в синтетическом моделировании учитывается стохастическая природа распределения  $Vs30$ . [7]

В качестве признаков (предикторов) использовались:

- ✓ литологическая принадлежность;
- ✓ структурная зона;

- ✓ координаты (X, Y).

Важно отметить, что параметры рельефа (уклон, абсолютная отметка) намеренно исключались из модели, поскольку в условиях урбанизированной среды они могут быть искажены или не отражать истинную геологическую ситуацию.

Для решения задачи прогнозирования использовались четыре алгоритма машинного обучения:

- ✓ **Random Forest (RF)** — ансамблевый метод на основе дерева решений;
- ✓ **XGBoost** — бустинговый метод с регуляризацией, ориентированный на работу с шумными и разреженными данными;
- ✓ **SVM (Support Vector Machines)** — метод опорных векторов с радиальной базисной функцией;
- ✓ **k-NN (k Nearest Neighbors)** — алгоритм, основанный на ближайших соседях.

Обучение моделей проводилось на выборках разной плотности, имитирующих ситуации дефицита полевых измерений. Для оценки эффективности моделей использовались два вида анализа:

- ✓ **Качественный анализ** — визуальное сопоставление интерполированных карт Vs30 с эталонными данными (исходной моделью).
- ✓ **Количественный анализ** — расчёт метрик точности: среднеквадратичного отклонения (RMSE), средней абсолютной ошибки (MAE) и коэффициента детерминации ( $R^2$ ) на тестовых точках, не участвовавших в обучении.

**Результаты.** Результаты моделирования показали существенные различия между алгоритмами как по количественным, так и по визуальным критериям. На всех трёх сценариях наиболее высокую точность продемонстрировал алгоритм Random Forest, показавший минимальные значения RMSE и MAE, а также наиболее стабильное воспроизведение геометрии геологических тел. Особенно выражено преимущество RF наблюдалось в сложном сценарии, где латеральная неоднородность и градиентные переходы существенно усложняли задачу восстановления структуры.

XGBoost продемонстрировал схожие результаты, хотя и уступал RF по нескольким показателям — в частности, в стабильности восстановления границ между телами. Тем не менее, его точность оставалась высокой, что делает данный алгоритм перспективным в задачах, требующих компактных и быстро обучаемых моделей.

Метод SVM показал умеренные результаты и оказался чувствителен к параметрам ядра и масштабированию признаков. В сценариях со сложной геометрией модель часто смещала границы зон и недооценивала значения Vs30 в переходных областях.

Алгоритм k-NN оказался наименее устойчивым. В условиях низкой плотности обучающих точек он не обеспечивал адекватного моделирования и часто приводил к локальным артефактам и занижению скоростей.

**Заключение.** Работа демонстрирует потенциал алгоритмов машинного обучения как эффективного инструмента для интерполяции параметра Vs30 в условиях ограниченного количества исходных измерений. На основе инженерно-геологических признаков возможно построение предсказательных моделей, обладающих высокой точностью и устойчивостью даже при минимальном объеме обучающей выборки.

Анализ показал, что наилучшие результаты достигаются при использовании ансамблевых методов, в частности Random Forest, который обеспечивает как количественную точность, так и визуальную правдоподобность результатов. Применение такого подхода позволяет преодолеть ограничения традиционных методов интерполяции и делает возможным восстановление геофизических параметров в зонах, где проведение полевых работ затруднено или невозможно.

Предложенный метод может быть расширен за счёт использования дополнительных геологических признаков, а также интегрирован в более широкие системы автоматизированного картирования инженерно-сейсмических параметров. Таким образом,

машинное обучение представляет собой перспективный и универсальный подход к моделированию параметров подоснования в инженерной сейсмологии.

#### **Список литературы:**

1. Алешин А.С. Сейсмическое микрорайонирование особо ответственных объектов. М.: Светоч Плюс, 2010. – 304 с.
2. Алешин А.С. Континуальная теория сейсмического микрорайонирования// Вопросы инженерной сейсмологии. 2011. Вып. 38 №4. С.15-28.
3. Исмаилов В.А. и др., Методическое руководство по детальному сейсмическому районированию и микрорайонированию для градостроительного планирования/ В.А. Исмаилов [и др.]. – Ташкент: Umid Design, 2023.-154 с.
4. РСН 60-86. Республиканские строительные нормы. Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ. М.: Стройиздат. 1986.-24 с.
5. Allen, T.I., Wald, D.J. Topographic Slope as a Proxy for Seismic Site-Conditions (Vs30) and Amplification Around the Globe. U.S. Geological Survey Open-File Report 2007-1357, 69 p.
6. Matsuoka, M. Amplification Capability and Geomorphologic Classification. Tokyo Institute of Technology, 2012. Presentation materials and report
7. Wair, B.R., DeJong, J.T., & Shantz, T. (2012). Guidelines for Estimation of Shear Wave Velocity Profiles. PEER Report 2012/08, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley

## **BO‘KANTOV TOG‘LARIDA JOYLASHGAN DERBEZ ISTIQBOLLI MAYDONINING GEOLOGIK JOYLASHUVI VA TEKTONIK TUZILISHI**

**Mamanazarova Y.S.**

Geologiya fanlari universiteti, Toshkent sh.

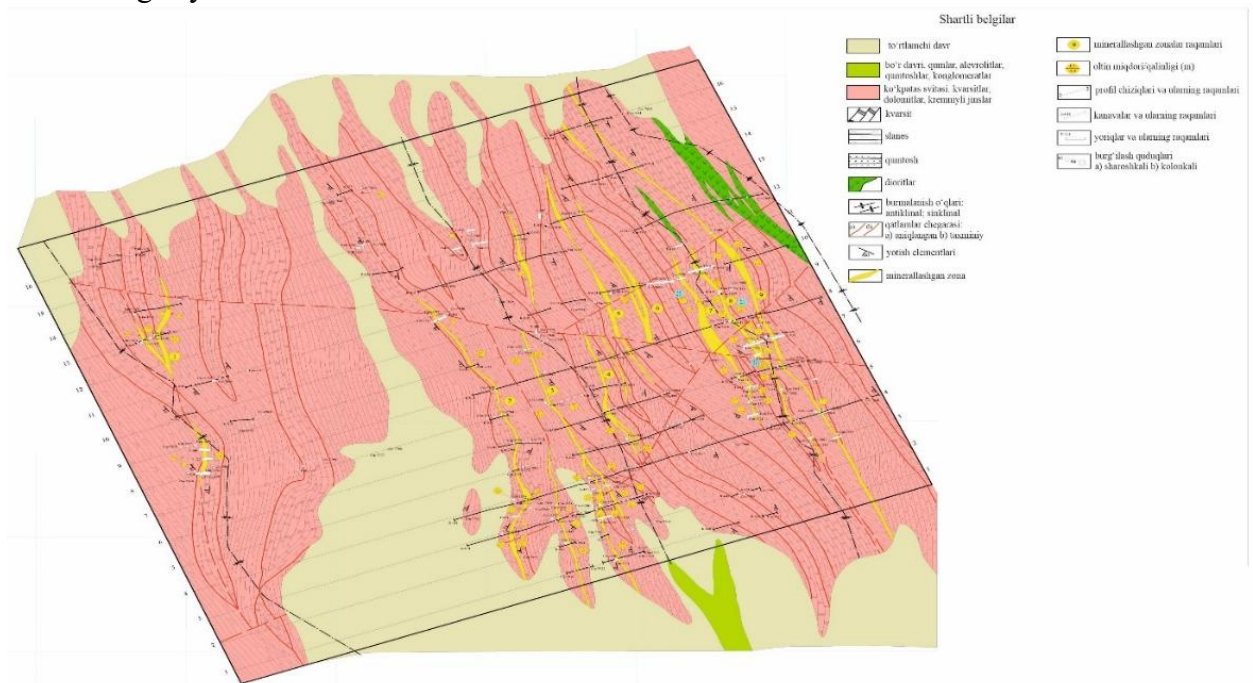
e-mail: [yanglishmamanazarova17@gmail.com](mailto:yanglishmamanazarova17@gmail.com)

Kirish. O‘zbekistonning markaziy qismida joylashgan Bo‘kantov tog‘lari geologik tuzilishining murakkabligi va foydali qazilmalarga boyligi bilan alohida ahamiyatga ega. U yerda joylashgan Derbez istiqbolli maydoni esa o‘zining geologik-tektonik xususiyatlari, struktura-elementlari va mineralizatsiyalangan zonalari bilan diqqatga sazovordir. Ushbu ishning asosiy maqsadi – Derbez maydonining geologik-tektonik joylashuvini o‘rganish va uning tuzilmasini tavsiflashdir.

Ko‘rib chiqilayotgan hudud Bukantov tog‘ ko‘tarilishining markaziy qismida, Ko‘kpatas konining shimoli-g‘arbiy qismida, Oltintov intruziyasining shimoliy-sharqiy va sharqiy ekzokontakt holatida joylashgan. Bu hududning tog‘ oldi tekisliklari mezozoy va kaynozoy yotqiziqlaridan iborat bo‘lib, bo‘r, paleogen, neogen va to‘rtlamchi davrlar sistemalarining cho‘kindilari bilan ifodalangan bo‘lib, qayta yotqizilgan cho‘kindi qoplamini hosil qiladi. Tog‘ tepaliklari proterozoy va quyi paleozoyning magmatik va metamorfik jinslaridan tashkil topgan. To‘g‘ridan-to‘g‘ri Derbez hududida Ko‘kpatas ( $R_{2-3kp}$ ) va Xo‘jaahmat – ( $O_{1hh}$ ) svitalari ochilib, ular bir-biri bilan tektonik almashinib, bir qator tektonik tuzilmalarni hosil qilgan. Bu hudud Sibir epigersin platformasining bir qismi bo‘lgan Janubiy Tyon-Shonning Oloy-Ko‘kshal strukturaviy-fatsial zonasiga kiradi. Hududni tashkil etuvchi geologik hosilalar majmuasi ikkita strukturaviy-formatsion qavatni hosil qiladi: o‘rta va yuqori paleozoyning qayta joylashgan yotqiziqlari bo‘lgan quyi paleozoy, bo‘r va paleogen tizimlarining qayta yotqizilgan cho‘kindilaridan, ya‘ni yuqori mezokaynozoy yotqiziqlaridan tashkil topgan. Strukturaviy-formatsion qavatlar hamma joyda birinchi va undan yuqori tartibli burmali va uzilmali strukturalar bilan murakkablashgan. Birinchi tartibli burmali strukturalar orasida Ko‘kpatas-Bo‘ztog‘ antiklinali yaqqol ajralib turadi. Antiklinal

o‘qi shimoli-g‘arbda Qasqirtov tog‘lari, janubi-sharqda Oqjetpes tog‘lari orqali o‘tadi. Antiklinal strukturaning umumiy uzunligi 80-90 km shimoli-sharqda bo‘lib, u To‘rtquduq sinklinallaridan janubi-g‘arbda Ko‘kpatas-Turbay sinklinallari bilan almashadi. Ikkinchi va undan yuqori tartibli burmali strukturalarga quyidagilar kiradi: Turbay, Sautbay va boshqa antiklinallar, Janubiy va Sharqiy Qorashoxa va boshqa sinklinallar. Pastki strukturaviy-formatsion qavatda shimoliy-g‘arbiy, subkenglik, shimoliy-sharqiy va submeridional yo‘nalishlar bilan tavsiflanuvchi birinchi va undan yuqori tartibli tik yotuvchi uzilmali strukturalar aniqlangan.

Birinchi tartibli strukturalardan shimoli-g‘arbiy yo‘nalishdagi Kokpatas yorig‘i aniq ajralib turadi, u umumiy ko‘rinishda shu nomdagi antiklinalning o‘q qismi yo‘nalishini takrorlaydi. Chuqur joylashgan buzilishlarning yoriqqa tegishliligi plagiogranit-porfirlar va apoperidotitli serpentinitlarning tuzilmaga bog‘liqligi bilan ifodalanadi. Markaziy tipdagi vulkan faoliyati ham shu sistema bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Birinchi tartibli strukturalarga shu nomdagi asosiy gryadning shimoliy, shimoli-sharqiy yonbag‘rida joylashgan Bukantov chuqur yorig‘i ham kiradi. Birinchi holdagidek, bu yer yorig‘i bilan darzlik tipidagi vulkan faoliyati bog‘langan. Ikkinchi va undan yuqori tartibli strukturalar orasida Karashaxa, Sautbay va boshqa uzilmali buzilishlar ajralib turadi. Ular bilan bir qatorda, hududda fizik-mexanik xususiyatlari keskin farq qiladigan tog‘ jinslarining chegaralarida maksimal tektonik kuchlanish uchastkalariga to‘g‘ri keladigan formatsiyalararo va formatsiyalar ichidagi uzilishlar keng namoyon bo‘lgan. Hamma joyda jinslarning jadal brekchiyalanishi, kvarslanishi, ezilishi va oqarishi bilan birga kechadi. Ba’zi joylarda formatsiyalararo uzilishlar Ko‘kpatas antiklinalining sharqiy qanotida bo‘lgani kabi surilmalarga aylanadi.



**1-rasm. Derbez ma‘danli maydonining geologik-tektonik xaritasi**  
Masshtab 1:10000 (A.X.Boltayev)

#### **Adabiyotlar ro‘yxati:**

1. Бухарин А.К., Масленникова И.А., Пятков А.К. Домезозойские структурно-фациальные зоны Западного Тянь-Шаня. – Ташкент.: Фан, 1985. - 152 с.
2. Soliyev H., Tursunov R. O‘zbekiston geologiyasi asoslari. – Toshkent: Fan, 2020.
3. O‘zbekiston Respublikasi Davlat geologiya qo‘mitasi hisobotlari, 2021.
4. Vlasov K.F. Тектоника Центральной Азии. – Москва: Недра, 2018.
5. Bo‘kantov tog‘larining geologik xaritasi (masshtab 1:50 000), 2019-yilgi nashr.

## **MARKAZIY BUKANTOV HUDUDI SHIMOLI-G'ARBIY QISMINING TEKTONIK TUZILISHI**

Muxammadiyev D. U., Meliqulov M.M., Xusanov L.N.  
Geologiya fanlari universiteti, e-mail: [diyor4068@gmail.com](mailto:diyor4068@gmail.com)

Bukantov tog'-ma'danli hududi Janubiy Tyan-Shanning Qizilqum segmentida joylashgan bo'lib, Turon platformasining qoplama jinslar ostida joylashgan tektonik tizmaning shimoli-g'arbiy qismiga to'g'ri keladi. Ushbu hududning yassi tog'liklari, asosan, tomezozoy yotqiziqlardan tashkil topgan. Hududdagi deyarli barcha ma'danli konlar aynan shu tog' jinslar bilan bog'liq. Bukantov tog'lari hududining tomezozoy yotqiziqdirlari — bu Turkiston paleookeanining evolyutsiyasi jarayonida subduksiya va kolliziya jarayonlari ta'sirida hosil bo'lgan murakkab burmali-siljima struktura hisoblanadi [1]. Biz tatbiq etayotgan markaziy Bukantov tog'larining shimoli-g'arbiy qismi ham aynan shu jarayonlar ta'sirida rivojlangan.

Ushbu hududning tektonikasini o'rganish orqali hudud miqyosida paleogeografik sharoitni tiklashimiz, ma'danli istiqbolli maydonlarni aniqlashimiz va qolaversa, seysmik jihatdan hududni zilzilabardoshlilikini baholashimiz mumkin.

Tadqiqot maydonida va umuman, Bukantov tog'lari hududida 3 ta strukturaviy qavat ajratilgan:

quyi qavat – o'rta va yuqori proterozoydan tashkil topgan kuchli o'zgarishga uchragan yotqiziqdirlar

o'rta qavat - yuqori paleozoydan iborat dengiz cho'kindi yotqiziqdirlar

yuqori qavat – mezo-kaynozoy yoshiga taalluqli qoplama cho'kindi jinslardan iborat qavatlardir (rasm).

Tektonik strukturalarning ushbu hududdagi ma'danli konlar uchun ahamiyati beqiyosdir. Ushbu hudud uchun eng yirik tektonik strukturalar Ko'kpatas – Bo'zto'v antiklinali, Qasqirtov antiklinali, Ko'kpatas chuqur yer yorig'i kabilar hisoblanadi.

Ko'kpatas chuqur yer yorig'i - Umumiy uzunligi 60 km, yo'nalish azimuti  $315^0$  va yotish burchagi  $70-80^0$  g'arbga tomon yo'nalgan. Ushbu yer yorig'i Oqjetpes tog'laridan boshlanib, Ko'kpatas-Bo'zto'v antiklinalining g'arbiy qanoti bo'ylab o'tadi, va bir-biriga yaqin-bo'lgan uzilmali strukturalar seriyasini yuzaga keltiradi. Bu struktura uchun giperbazitlar hamda zich joylashgan diorit va lamprofir tarkibli dayka tanalari markerlovchi hisoblanadi. Ko'kpatas chuqur yer yorig'i va uning kichik tarmoqlari Bo'zto'v, xususan, Qasqirtov hududida ust-surilma natijasida o'z yo'nalishini keskin ravishda janubi-g'arbga ya'ni Aytim tog'lariga tomon o'zgartirgan. Aynan shu yer yoriqlari bukilgan hududda ma'danlashuv uchun qulay muhit yuzaga kelgan. Oltin ma'danlashuvining joylashuvini nazorat qiluvchi asosiy uzilmali strukturalar shimoli-g'arbiy yo'nalishda tarqalgan, keyinchalik yo'nalishini subkenglikga o'zgartirgan, Bo'zto'v va Jelsoyda qavariq tomoni shimolga qaragan, Qasqirtovda esa ularga teskari – janubga tomon o'zgartirgan tektonik to'liqlanishni yuzaga keltirgan yoriqlar guruhi hisoblanadi va ular ma'dan olib keluvchi Ko'kpatas chuqur yer yorig'iga mos tarzda rivojlangan. Ular tektonik jihatdan zaiflashgan ikkita: markaziy ( $140-155^0 < 80-90^0$ ) hamda janubiy ( $330 < 75-90^0$ ) zonalarini hosil qiladi. Yer yoriqlar gorizontaal siljishi natijasida uning yuzalari biroz ochilgan va shu tariqa daykalarining hamda ma'dan hosil qiluvchi eritmalarning keyingi harakatlari uchun qulay sharoit yaratilgan [2].

Ko'kpatas – Bo'zto'v antiklinali shimoliy-g'arbiy yo'nalishda Qasqirtov maydonidan o'tib, asosiy periklinal qismi ushbu yo'nalish bo'ylab chuqurlikga sho'ng'iydi va sharniri shimolga qarab yotgan izoklinal burma hosil qiladi. Burmali strukturaning ushbu qismi gumbazsimon shaklga kirgan va ma'dan hosil qiluvchi eritmalarning Bo'zto'v orqali o'tib Qasqirtov maydoni yo'nalishida harakatlanishi hamda to'planishi uchun qulay vaziyatni yuzaga keltirgan [2].

Qasqirtov antiklinali - burmaning o'q qismiga yaqin, uning periklinal bukilgan hududida shu nom bilan ataluvchi oltin ma'danli uchastkasi joylashgan. Shimoli-g'arbiy yo'nalishda

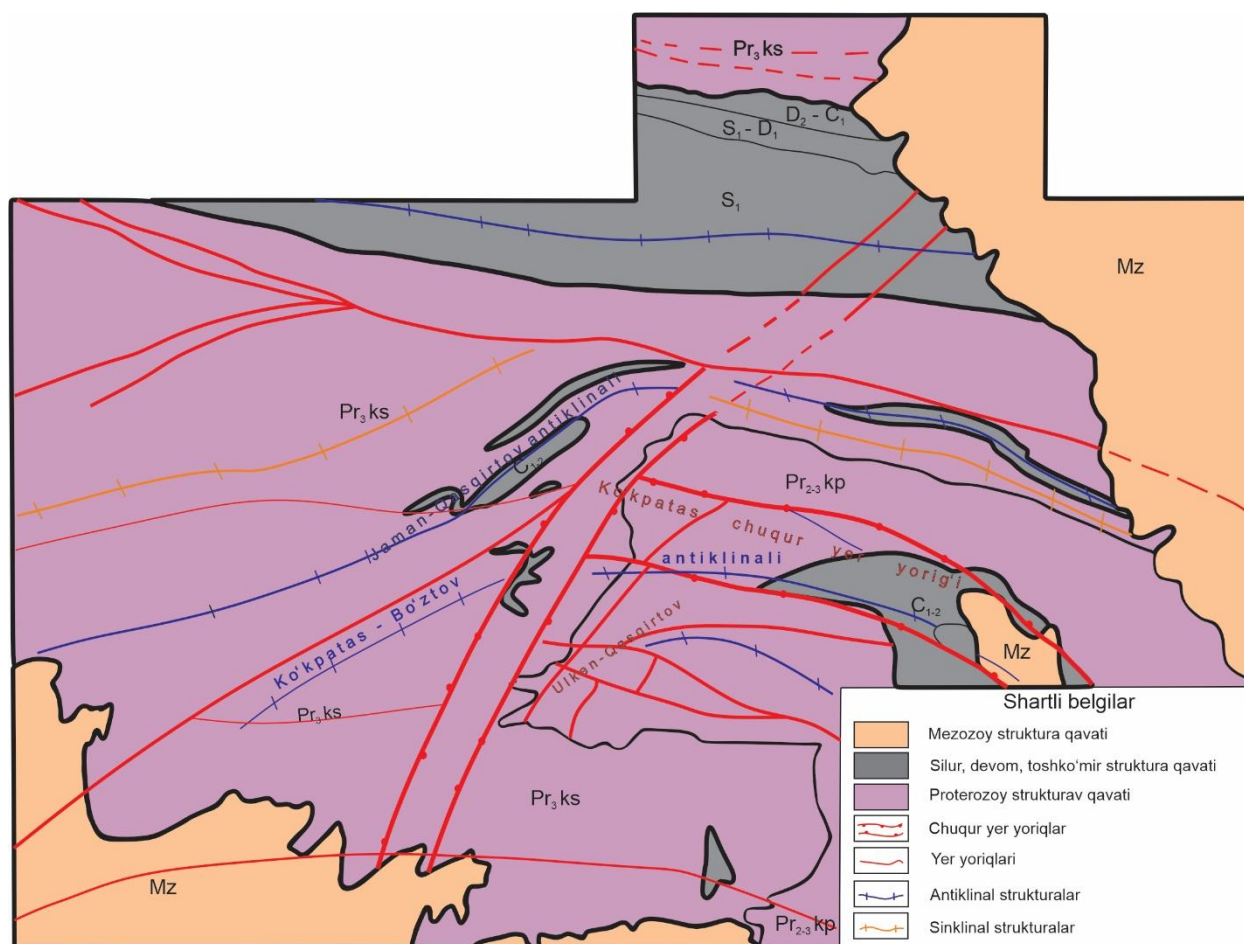


antiklinalning asosiy periklinal qismi chuqurlikka qarab cho‘kadi va shimolga qaragan, egilgan izoklinal burmani hosil qiladi, natijada gumbazsimon shakl vujudga keladi (gumbazning cho‘kish yo‘nalishi shimoli-g‘arbga qaratilgan). Bu esa ma‘dan hosil qiluvchi eritmalarning harakati va to‘planishi uchun qulay geologik sharoit hisoblanadi. Ushbu tektonik strukturalardan tashqari hududda uch xil yo‘nalishga ega yer yoriqlari mavjud.

-**Shimoli-g‘arbiy yo‘nalishdagi yoriqlar**, ko‘proq siljish xarakteriga ega bo‘lib, Qasqirtov maydoniga janubi-sharqdan yaqinlashadi va keyinchalik Ko‘kpatas ma‘danli maydoni tomon davom etadi. Ular kosmosuratlarda aniq ko‘rinadi: qizg‘ish rangdagi anomalialar, to‘g‘ri chiziqli va ohaklashgan ko‘rinish bilan ifodalanadi. Bu zonalarining qalinligi 30–40 metrni tashkil qiladi.

-Shimoli-g‘arbiy yo‘nalishdagi yoriqlar mayda, "pat shaklidagi" ko‘rinishni hosil qiladi; ular ko‘pincha subuzoqlik (ya‘ni g‘arbiyga yaqin) yo‘nalishda cho‘zilgan. Ular tog‘ jinslarining chiziqsimon maydalanish zonalarini bilan ifodalanadi, zonalarining qalinligi 45–50 metrga yetadi. Bu zonalar keskin shimoliy og‘ma (egilish) bilan xarakterlanadi, og‘ish burchagi 65–83° ni tashkil qiladi. Ushbu strukturalar eng yaqqol janubiy qismda namoyon bo‘lgan, bu yerda jinslar kuchli deformatsiyaga uchragan [3].

-Submeridional (ya‘ni shimoli-sharqiy) yo‘nalishdagi yoriqlar Qasqirtov uchastkasiga blokli tuzilma xususiyatini beradi. Ushbu tektonik buzilishlar bo‘ylab, Qasqirtov hududida g‘arbiy bloklar sharqiy bloklarga nisbatan janubga siljigan, natijada kichik siljish amplitudasiga ega (o‘nlab metrlar) pog‘onasimon strukturalar hosil bo‘lgan. Shimoli-sharqiy yo‘nalishdagi yoriqlar ma‘dan hosil bo‘lish jarayonini to‘suqchi (bloklovchi) tuzilmalar sifatida namoyon bo‘lishi bir qator manbalarda keltirilgan [3].



Rasm. Markaziy Bukantov hududi shimoli-g‘arbiy qismining tektonik sxemasi.  
Mashtab 1: 100 000

**Xulosa.** Markaziy Bukantov hududi shimoli-gʻarbiy qismi tektonik jihatdan eng qadimiy strukturalarni namoyon qiladi. Ushbu hududga tegishli ilk tektonik strukturalar baykal burmalanish epoxasiga tegishli ekanligi aniqlangan. Umuman olganda, hududning tektonikasini oʻrganish bizga hudud miqyosida paleogeografik sharoitni tiklashimiz, maʼdanli istiqbolli maydonlarni aniqlashimiz va seysmik harakatlarga hududni aks-taʼsirini, munosabatini aniqlashimiz mumkin

Adabiyotlar roʻyxati

1. Р.Х.Миркамалов, Ф.К.Диваев, С.К.Рузиев, Б.З.Темуров, Р.Т.Узоков, П.Б.Хаджибаев Геодинамика и металлогения Букантауского горно-рудного района. Geologiya va mineral resurslar// №3, 2022 y. 17-26-bet.
2. Седельников Л.В.,Тусмитов А.А., Жумаев С.О., Тураев Т.Н. Перспективы расширения минерально-сырьевой базы окисленных золотосодержащих руд в месторождения гор центрального и южного Букантау. Горный вестник Узбекистана// №1, 2006 г. С.3-6.
3. Мойлиев М.Ш., Карабаев М.С., Тухтамешов Ф.Г., Садиров Р.М. Геолого-структурные особенности размещения золотого оруденения Қасқыртауской площади (горы Букантау). ЎЗМУ хабарлари// №2, 2017 y. 280-282-bet.

## CHAKILKALYAN TOGʻLARINING GEOLOGIK XUSUSIYATI VA FOYDALI QAZILMALARI

*Ochilov Iles Saidovich dotsent v.b.(PhD), Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, Oʻzbekiston, [ilyos\\_ochilov@mail.ru](mailto:ilyos_ochilov@mail.ru)*

*Boboqulova Zebo Bahodir qizi magistrant, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, Oʻzbekiston, [bahodirovna9@gmail.com](mailto:bahodirovna9@gmail.com)*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Chakilkalyan togʻlari uchta asosiy elementlardan tashkil topgan paleozoy kesimi bilan xarakterlanadi: ordovik-silurning vulqon-terrigen hosilalari, silur-devonning karbonat va kremniy-terrigen-karbonat formatsiyalari hamda karbonning terrigen formatsiyalari yoritib berilgan.

**Kalit soʻzlar:** shlixlar, brekchiyasimon-quyuq ohaktoshli dolomitlar, sulfidli minerallar, lamprofirlar, potensial-istiqbolli maydonlar.

Chakilkalyan togʻlari Janubiy-Tyanshan burmali-ustsurilma poyasining Zarafshon-Olay tuzilma-formatsion zonasi chegarasida joylashgan. U Afgʻon-Tojik kontinenti karbonat shelfi zonasining chekka janubiy-sharqiy segmenti hisoblanadi Blok sharqdan Shing-Magian surmasimob maʼdanli poyasining gʻarbiy tugallanishi hisoblanadigan Magian maʼdanli maydoni bilan chegaralangan. Gʻarbdan Qoratepa granitoid intruziyasi va uning paleozoy karbonat-terrigen yotqiziq-lari bilan oʻralgan satellitlariga tutashgan [1].

Chakilkalyan togʻlarida geologik suratga olish ishlari jarayonida katta miqdorda shlixlar olingan, ammo ular toʻgʻondan olinmaganligi tufayli oltin faqatgina sanoqli shlixlarda sanoqli belgilar sifatida aniqlangan. Bu shu bilan bogʻliqki, potensial-istiqbolli maydonlarda karbonatlar tizmasi terrigen yotqiziq-lardan tashkil topgan, pasaygan uchastkalar ustiga koʻtarilgan, karbonat jinslarning katta miqdordagi boʻlaklari va yirik boʻlaklarining manbayi hisoblanadi. Hamma joyda tarqalgan bu boʻlaklar va yirik boʻlaklar shlix namunalari olishda yurib oʻtishni juda qiyinlashtiradi va toʻgʻondan shlix namunalari olishga toʻsqinlik qiladi. Holbuki, oltin yuqori solishtirma ogʻirlikka ega boʻlganligi tufayli yumshoq, tarqoq yotqiziq-larda asosan toʻgʻonlarda konsentratsiyalanadi.[1].

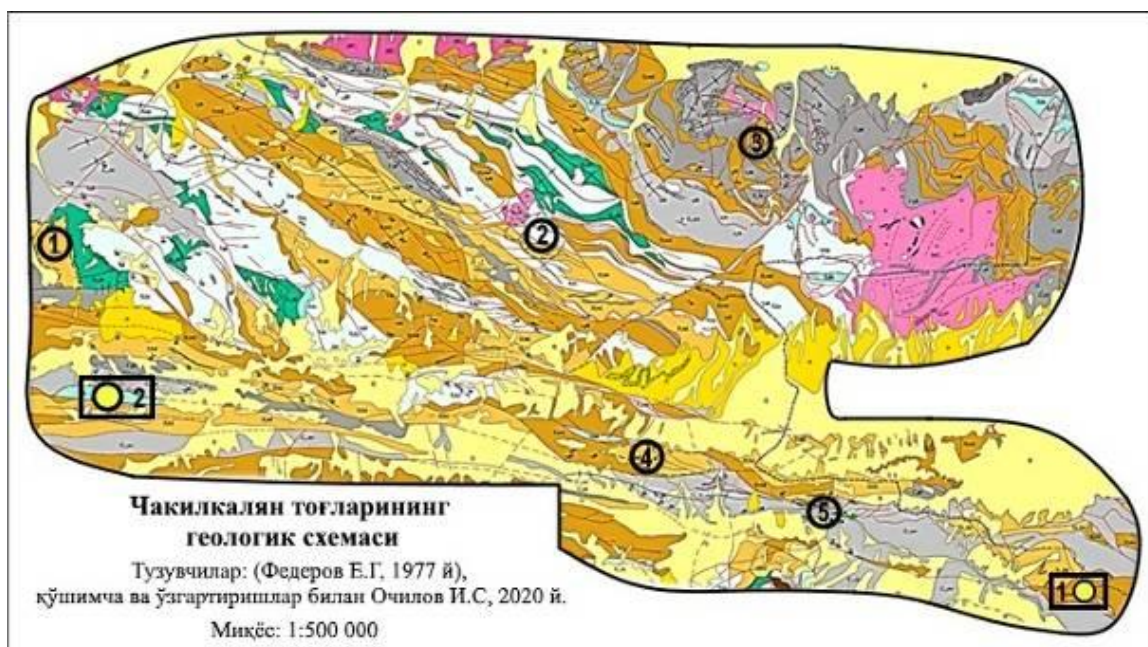
Bunday sharoitlarda olingan shlixlardagi oltinning miqdori haqidagi ma'lumotlar ularda mazkur mineralning mavjudligi haqida faqatgina sifatiy guvohlik berishi mumkin va to'planish manbayidagi oltinning tarkibini miqdoriy baholash uchun foydalanib bo'lmaydi.

Xarakterli misol Akata uchastkasi hisoblanadi, u yerda geologik suratga olish ishlari jarayonida ko'p sonli shlixlardan bittasidagina oltinning bitta belgisi aniqlangan, ammo keyinchalik oltinning o'rtacha miqdori 4-5 g/t bo'lgan va ayrim uchastkalarda yetarli darajada yirik aralashmalarni (0,9 mm gacha) hosil qilgan tabiiy oltinli ma'danlar aniqlandi.

Chakilkalyan tog'larini o'rganishning ikkinchi davri turli maydonlarda oltin ma'danlashuvining ma'dan-formatsion turlarini aniqlashga qaratilgan izlov ishlarini amalga oshirish bilan bog'liq.

Karbonat jinslarda oltinning birinchi topilmalari Y.V.Finkelshteynning (1978-1986 y.) nomi bilan bog'liq. Bu tadqiqotchi tomonidan o'tkazilgan izlov ishlari maydalangan namuna olish bilan kombinatsiyada to'liq shlix namunalari olishdan foydalanilgan maxsus usulni qo'llashga asoslangan, oltin to'planishining manbalarini miqyossiz izlash bilan mustahkamlandi.

Potensial-ma'danli maydonlarda mukammal shlix namunasi olishni maydalangan namunalar olish bilan birgalikda qo'llash usuli qisqa muddatlarda oltin to'planishining manbalarini aniqlashga yo'naltirilgan. Shlix namunalari navbati bilan juda zich tarmoq bo'ylab tarqalish oqimi bo'yicha pastdan yuqoriga olinadi. Nabatdagi shlix namunalari olish joyi oldingi yuvilganlarni ko'rib chiqish natijalari bo'yicha aniqlanadi. Shlix fraksiyalarga ajratilmasdan bevosita yuvish idishining o'zida oddiy lupa ostida ko'zdan kechiriladi. Taxminiy ma'dan tarqalgan uchastka hisoblangan maydondan shlix namunasi olingandan so'ng delyuvial yotqiziqlardan gidrotermal-metasomatik o'zgarish izlariga ega bo'lgan jinslardan turli xil bo'laklar olinadi. Ular havonchada maydalanadi, yuviladi va dala sharoitlarida shlixlar kabi tezkor ko'zdan kechiriladi. Oltin yemirilgan manbani keyingi izlashlar namunalarni ko'zdan kechirishdan olingan natijalaridan foydalanib amalga oshiriladi [4].



**1-рasm. Chakilkalyan tog'laridagi karbonatli jinslarda oltin ma'danlashishining geologik tuzilish sxemasi**

- То'rlamchi davri. Ajratilmagan. Shag'al, tuproq, qumoq tuproq (Q);
- Neogen davri. Ajratilmagan konglomeratlar, qumtoshlar, gillar (N);

	Toshko'mir davri. O'rta yuqori bo'lim. Malguzor svitasi. Konglomeratlar, qumtoshlar, alevrolitlar. Karbonatli va kremniyli jinslarning olistolitlari va olistoplaklari (C <sub>2</sub> +3mr);
	Quyi bo'lim. Pushnevat svetasi. Qumtosh, alevrolit argillitli lenzalar bilan kremniy, kremniyli jinslar (C <sub>1ps</sub> );
	Devon davri. O'rta bo'lim. Xodjaqurg'on svitasi. Ohaktoshlar, bo'lakli ohaktoshlar, kremniy, dolomitlar (D <sub>2hd</sub> );
	Quyi bo'lim. Madmon svitasi. Ohaktoshlar, dolomitlar (D <sub>2md</sub> );
	Silur davri. Yuqori bo'lim. Kupruk svitasi. Dolomitlar, dolomitlashgan ohaktoshlar (S <sub>2kp</sub> );
	Quyi – yuqori bo'lim. Kuturak svitasi. Dolomitlashgan karbonatli brekchiklar (S <sub>1+2kt</sub> );
	Quyi bo'lim. Shing svitasi. Gilli va qumtoshli ohaktoshlar, dolomitlashgan ohaktoshlar, qumtoshlar, argillitlar, nordon tarkibli tuflar (S <sub>1sn</sub> );
	Ordovik davri. O'rta – yuqori bo'lim. Shaxriomon svitasi. Qumtoshlar, alevrolitlar, argillitlar, nordon tarkibli tuflar, konglomeratlar, ohaktoshlar (O <sub>2-3O2sh</sub> );
	Lamprofirlar;
	Kechki toshko'mir avgaydjuan granit – adamelit kompleks va qoratepa – zirabulak adamelit granitli subkompleks. Yirik donali porfir ko'rinishdagi biotitli granitlar – adamelitlar, biotitli granitlar;
	O'rta toshko'mir yaxton kvartsl – diorit – granodioritli kompleks. Granodioritlar, mayda va o'rta donali porfir ko'rinishdagi kvartsl dioritlar (γδC <sub>2</sub> );
	Karbonatli jinslardagi oltin ma'dan nomayondasi: 1- Akata: 2- Kavsagar;
	Karbonatli jinslarda oltin ma'danlashishining tarqalish maydonlari: 1- Qizilturuq; 2- Yaxton; 3- Chashtepa; 4- Akba; 5- Karasu.

Bunday usulni qo'llash karbonat jinslarda oltin ma'danlashuvining akata va akba turlarini aniqlash imkonini bergan.

Ma'danli maydonning chegaralarida ahamiyatli miqyoslarda karbonat jinslar bo'ylab argillizitlashish, kalsitlashish va gematitlashish jarayonlari yuzaga kelgan. Oltinli ma'danlashuv juda yuqori probali (o'rtacha probasi 998) erkin ko'rinarli oltinning mavjudligi va sezilarli simobliyligi (ayrim namunalarda 10,7% gacha) bilan xarakterlanadi. Oltinning kuzatiladigan zarralarining o'lchami 0,01 dan 1,5-2 mm gacha o'zgaradi.

Oltin-argillizitli ma'danlashuv uchun surma-simobli va margimushli (realgar va auripigment shaklida) minerallashish bilan fazoviy qo'shib ketish xarakterli; ma'danlarda xarakterli kvartsl-tomirli hosilalarning mavjud emasligi; tabiiy ko'rinarli oltinning dikkit bilan birlashmasi va ma'danlarda sulfidli minerallashishni deyarli to'liq ishtirok etmasligi (miqdori bo'yicha 0,3% dan ko'p emas).

Vulqon-terrigen qalinligi (O<sub>2-3</sub>) shaxriomon svetasi rayoniga muvofiq keladi va ikki turdagi kesimdan iborat. Pastdagi qalinlik – vulqon-terrigen (kvartsl-seritsitli, kvartsl-xlorit-seritsitli slanslar, kvartsl-dala shpatli alevrolitlar va qumtoshlarning qatlamlanishi, nordon tarkibli tuflar va tuffitlarning bo'ysunuvchan rovida), yuqoridagisi esa – vulqon (liparitlar va felzitlar, datsitli va kvartsl porfirilar, andezitlar va andezitli porfirilar, nordon va o'rta tarkibli tuflar, vulqonmiktkli qumtoshlar va kremniy).

Svitaning jinslari uchun ahamiyatli slanslashganlik, xloritli va seritsitli yangi hosilalarning ko'pligi va yirik bo'lakli turlari uchun ahamiyatli kvartsl tarkib xarakterli hisoblanadi.

S<sub>1</sub> tufogen-terrigen-karbonat qalinlik shing svitasi nomi bilan ma'lum, O<sub>2-3</sub> vulqoncho'kindi hosilalarini muvofiq qoplab yotadi va quyi sillurning dolomitlari ostida stratigrafik muvofiq yotadi. Svita kesimining muhim karbonat turi yupqa qatlamli dolomitsimon ohaktoshlardan ko'mir-gilli piroklastik yoki ohaktoshli slanslar va datsit-liporit tarkibli karbonatlashgan tuflarga o'tadigan qumtosh materialning o'zgaruvchan arashmasi bilan namoyon bo'lgan. Kulrang piritlashgan kvarsli qumtoshlar va gravilitlarning qatlamchalari (qalinligi 1-5 m.) ba'zan bo'lsada juda xarakterli. Kesimning muhim effuziv turi asosan tuflar va ularga bo'ysunuvchan liparit va datsit lavalalar hamda tufqumtoshlar va ohaktoshli slanslar bilan aralashgan lava brekchiyalardan iborat. Svitaning qalinligi 20 dan 100 metrgacha o'zgaradi.

Karbonat formatsiyaning dolomitli seksiyalari kuturak (S<sub>1-2kt</sub>) va kupruk (S<sub>2kp</sub>) svitalari bilan namoyon bo'lgan.

Kuturak svitasining yotqiziq-lari shing svitasining ohaktoshlariga birdaniga yoki sekin-asta o'tishi bilan muvofiq yotadi. U amfiporli, bo'lakli, yoki suvo't-detritle dolomitlar bilan namoyon bo'lgan. Kuturak svitasining kesimning buzilmagan qismlaridagi qalinligi 320-420 metrni tashkil etadi.

Kupruk svitasi yotqiziq-lari ostida yotgan kuturak svitasi jinslari bilan stratigrafik muvofiq, aniq litologik chegaraga ega. Ular brekchiyasimon-quyuq ohaktoshli dolomitlar va organogen-detritle dolomitli ohaktoshlarning qatlamlanishidan hosil bo'lgan qalinlik bilan namoyon bo'lgan. Svitaning qalinligi 40 dan 300 metrgacha.

Karbonat formatsiyaning ohaktoshli seksiyalari madmon svitasining (D1dm) jinslari bilan namoyon bo'lgan. Kesimning pastki qismida bitumsimon, tushunarsiz yo'l-yo'l ohaktoshlar ustun, yuqorisida esa – massiv afonitli ohaktoshlar. Svitaning qalinligi 50 dan 100 metrgacha o'zgaradi.

Kremneysimon-karbonat qalinlik Chakilkalyan tog'lari hududida keng tarqalgan xodjakurgan svitasiga (D<sub>1-2</sub>hd) mos keladi va plitasimon qumtoshsimon dolomitsimon ohaktoshlar kremniyning qatlamlar, linzalari va g'urrallari bilan namoyon bo'lgan. Ostidagi ohaktoshlar bilan kontakti, garchi yuvilish izlari va nomuvofiqlik aniqlanmagan bo'lsada, keskin. Pachkaning kesimini poydevorida qalinligi 1-10 m linza ko'rinishidagi yo'l-yo'l kremniyli slanslar ("tasmasimon ohaktoshlar") yotadi. Kesim bo'ylab yuqorida "tasmasimon ohaktoshlar" gorizonti qora dolomitlarning qatlamchalari va uyalari aralashgan dolomitli ohaktoshlar gorizonti bilan almashinadi. Kontakt metamorfizmi natijasida kremniyli slanslar kvats-polevoshpatli rogoviklarga aylangan. "Tasmasimon ohaktoshlar" mahsuldor gorizontning qalinligi 30 metrdan oshmaydi, butun pachkaning qalinligi esa 150 metrdan ortiq.

C<sub>2-3</sub> olistostromli qalinlik marguzor svitasi rayoniga mos keladi. U slanslar, argillitlar, alevrolitlar, qumtoshlarning flishli va flishoid qatlamlari gravelitlar va konglomeratlarning linzalari, qatlamchalari va pachkalari bilan; olistolitlar, olistoplaklar, turli yoshdagi (O<sub>3</sub> dan C<sub>2</sub> gacha) karbonat, kremniyli, ba'zan terrigen va vulqon jinslarining yirik bo'laklarini o'z ichiga olgan olistostrom gorizontlari bilan namoyon bo'lgan. Svitaning to'liq qalinligi aniqlanmagan.

#### Adabiyotlar

1. Ярбобоев Т.Н., Очилов И.С., Султонов Ш.А., Хушваков Б.А. Минералогическо-геохимические особенности телетермального золотого оруденения в карбонатных породах Чакылкалянского мегаблока (Южный Узбекистан)// Горный вестник Узбекистана. - Навои, 2020. - №3. - С. 27-31. (04.00.00. №3).

2. Ярбобоев Т.Н., Очилов И.С., Султонов Ш.А. Чакилкалян мегаблокидаги апокарбонатли олтин маъданлашувининг туркумланиши // Экология хабарномаси Ўзбекистон.- Тошкент 2021. - №4. - 36-39 б.(04.00.00. №1).

3. Ярбобоев Т.Н., Султонов Ш.А., Очилов И.С.. Роль окружающей среды в размещении апокарбонатного золотого оруденения Чакылкалянского мегаблока (Южный Узбекистан) // Бюллетень науки и практики. - 2021. - №6. - С. 38-51. (№9).

4. Турапов М.К., Ярбобоев Т.Н., Очилов И.С. Основные особенности геологического строения Чакылкалянских гор в свете его перспектив на выявление апокарбонатного золотого оруденения (Южный Узбекистан). Annali d'Italia (Итальянский научный журнал) // Италия, 2021. -№24.- С. 22-35.(№23).

5. Очилов И.С., Ярбобоев Т.Н. Условия размещения апокарбонатной золоторудной минерализации Чакылкалянских гор (Южный Узбекистан). German International Journal of Modern Science (Deutsche internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft). // Германия, 2021. - №20. VOL. 1. P. 10-14.(№23).

6. Очилов И.С. Чакилкалян тоғларининг геологик тузилишини ўзига хос хусусиятлари // Инновацион технологиялар Ўзбекистон.- Қарши 2022. - №3. - 16-21 б. (04.00.00. №11).

7. Ярбобоев Т.Н, Очилов И.С. Чакилкалян тоғларининг метасоматик жинсларива уларнинг маъданлашув билан ўзаро муносабатлари // ЎЗМУ хабарлари Ўзбекистон.- Тошкент 2022. - №3. - 358-360 б. (04.00.00. №7).

8. Очилов И.С. Чакилкалон мегаблокини геологик тузилиши ва карбонат жинсларидаги гидротермал олтин маъданлашуви (Жанубий Ўзбекистон) // “Ўзбекистондаги илмий амалий тадқиқотлар” мавзусида республика 18 қўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари 24 қисм Тошкент 2020- 17-20 б.

9. Очилов И.С. Аката конидаги карбонат жинсларидаги телетермал олтин маъданлашувининг минералогик хусусиятлари (Жанубий Ўзбекистон) // Science and education in the modern world: Challenges of the XXI century Nur-Sultan, Kazakhstan 2020 - 4-9 б.

10. Ярбобоев Т.Н., Очилов И.С., Султонов Ш.А. Чакилкалян мегаблокининг апокарбонат олтин минераллашуви ва истиқболлари // “Замонавий шароитларда Ўзбекистон республикаси иқтисодиёти тармоқларини ривожлантиришнинг долзарб масалалари ва ечимлари”, мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция материаллар тўплами. Ўзбекистон Жиззах 2021 - 489-500 б.

11. Очилов И.С. Чакилкалян мегаблокининг Карлин типидagi апокарбонатли олтин минераллашуви // “Рақамли технологиялар, инновацион ғоялар ва уларни ишлаб чиқариш соҳасида қўллаш истиқболлари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция. Ўзбекистон Андижон - 31-34 б.

12. Очилов И.С., Эшмуродов О.Р. Аката майдонининг Карлин типидagi апокарбонатли олтин минераллашуви // “Рақамли технологиялар, инновацион ғоялар ва уларни ишлаб чиқариш соҳасида қўллаш истиқболлари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференция. Ўзбекистон Андижон - 50-53 б.

13. Очилов И.С. Чакилкалян тоғларидаги апокарбонат олтин маъданлашувининг минералогик – геохимёвий хусусиятлари // “Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences” илмий-амалий конференция материаллари тўплами. АҚШ 2021 - 180-184 б.

14. Yarboboyev T.N., Ochilov I.S. Chakilkalyan tog‘laridagi Kavsgar maydonida aprkarbonat oltin ma’dan minerallashuvining joylashish sharoitlari // “INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING AND TEACHING 2023/2” Tashkent - 2022. P. 68-71.

15. Ярбобоев Т.Н., Очилов И.С. Прогнозно-поисковый комплекс апокарбонатного золотого оруденения Чакылкалянских гор // “Ўрта Осиё геологиясини ўрганишнинг hozirgi holati va istiqbolлари” Халқаро илмий-амалий конференция матриаллари. Навоий 2022 - 45-49 б.

## **SEYSMIK TEBRANISHLARNI KUCHAYISHINI HISOBLASHDA GRUNT SHAROITLARINI HISOBGA OLISH USULLARI**

**Jumayev D.D.**

G'.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti, Toshkent shahri

e-mail: [dostonbekjumayev777@gmail.com](mailto:dostonbekjumayev777@gmail.com)

Tel: (+998) 90-004-43-90

**Annotatsiya:** Gruntning seysmik tebranishlarni kuchaytirishi xossasi, zilzilala to'liqlari harakatining xususiyatlarini o'zgartirish orqali seysmik xavfni baholashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Grunt tebranishlarini kuchayishini baholash uchun empirik, raqamli va analitik yondashuvlarga bo'lingan turli xil usullar qo'llaniladi. Ushbu tadqiqot ushbu usullarni o'rganadi, ularning afzalliklari, kamchiliklari va tegishli qo'llanilishini muhokama qiladi. Empirik usullar - kuzatilgan ma'lumotlarga va standartlashtirilgan kuchaytiruvchi omillarga tayanadi, raqamli usullar - grunt qatlamlari bo'ylab to'liqlarning tarqalishini simulyatsiya qiladi va analitik usullar grunt qatlami javobini tahlil qilish uchun chastotaga-bog'langan echimlarini beradi. Tegishli usulni tanlash me'yoriy talablarga, obektda olingan dala tadqiqotlari natijalariga va tezkor baholash zaruratiga bog'liq.

**Tadqiqotning dolzarbligi:** Zilzila natijasida yuzaga kelgan yer harakati mahalliy grunt sharoitiga qarab sezilarli darajada o'zgarishi mumkin, bu esa seysmik to'liqlarning kuchayishiga olib keladi. Gruntning tebranishlarni kuchaytirishini tushunish seysmik xavf tahlili va muhandislik dizayni uchun juda muhimdir. Tebranishlarning kuchayishini aniq baholash zilzilaga chidamli inshootlarni loyihalash, seysmik xavfni kamaytirish va jamoat xavfsizligini yaxshilashga yordam beradi.

**Tadqiqotning maqsadi:** Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi gruntidagi tebranishlarni kuchaytirishni hisoblashning turli usullarini baholash va solishtirishdir. Shu vaqtgacha grunt parametrlarini seysmik tebranishlarga ta'siri mahalliy olimlar tomonidan grunt sharoitlarini turli usullarda modellashtirib seysmik ta'sir hisoblab chiqilgan (Ismailov va boshq., 2022, 2024). Ammo grunt sharoitini empirik, raqamli va analitik yondashuvlarni o'rganib, mavjud ma'lumotlar va hisoblash resurslari asosida eng mos usulni tanlash bo'yicha ko'rsatmalar berishga qaratilgan tadqiqotlar soni juda kam.

### **Metodologiya**

Ushbu tadqiqot gruntni kuchaytirish usullarini uchta asosiy yondashuvga ajratadi: empirik, raqamli va analitik.

#### **• Empirik usullar**

*Standartlashtirilgan tadqiqot nuqtasi omillari (Evrokod 8, NEHRP, ASCE 7):* Grunt tasnifiga asoslangan empirik kuchaytirish omillaridan foydaladi (masalan, Vs30, siljish to'liqining tezligi). Oddiy va me'yoriy-huquqiy hujjatlarda keng qo'llaniladi, ammo mahalliy grunt qatlami ta'sirlarini batafsil yoritib bermaydi.

Quyidagi 1-jadvalda, Evrokod 8 (CEN, 2004) bo'yicha gruntlar tabaqalanishi va bu kategoriyadagi guruntlarning seysmik tebranishlarni kuchaytirish koefitsientlari keltirilgan. Ushbu jadvalda kuchaytirish koefitsientlarining ikki ustunda keltirilganligining sababi, hududning seysmikligiga bog'liq holda ekanligidir. Agarda hududda asosan  $M_w=5.5$  magnitudadan yuqori bo'lgan zilzilalar kuzatilsa birinchi ustundagi kuchaytirish koefitsientlarin, agarda tadqiqot hududida ko'pincha  $M_w=5.5$  dan kata magnitudali zilzilalar kuzatilsa ikkinchi ustundagi kuchaytirish koefitsientlari qo'llaniladi.

*Yevrokod 8 bo'yicha gruntlar klassifikatsiyasi va tebranishlarni kuchaytirish ko'ffesentlari*

Grunt turi	Vs30 (m/s)	Kuchaytirish ko'ffesenti (S)	
		M<5.5	M>5.5
A	>800	1	1
B	360-800	1.2	1.35
C	180-360	1.15	1.5
D	<180	1.35	1.8
E	<360 (5-10m allyuvial jinslar)	1.4	1.6

*Yerdagi harakatni bashorat qilish tenglamalari (GMPEs):* Mintaqaviy seysmik ma'lumotlarga asoslangan va ehtimoliy seysmik xavf tahlilida (PSHA) foydalaniladi. Grunt qatlami kuchaytirishining statistik hisob-kitoblarini taqdim etadi, ammo gruntning murakkab xatti-harakatlarini qamrab olmaydi. Bunday tenglamalar soni juda ko'p bo'lib (Douglas, 2024), tadqiqot maydoni uchun mosini tanlash muhim ahamiyatga ega.

Hozirda mavjud zamonaviy dasturlar bazasida ushbu tenglamalar (GMPEs) kiritilgan bo'lib, hisoblash ishlari olib borilayotgan paytda dastur bazasidan tadqiqot maydoni uchun mos tenglama tanlab olinishi kerak bo'ladi. Bu tenglamalardan foydalangan holda bir nechta tadqiqotlar, nafaqat mahalliy miqyosda (Jumaev&Rahmatov, 2024; Ibragimov et al., 2024) balki jahon tajribasida (Poggi et al., 2022) ham olib borilmoqda.

*H/V spektral nisbatiga asoslangan - Nakamura usuli:* sayt rezonans chastotalarini baholash uchun atrof-muhit shovqini tebranishlaridan (mikrotremorlar) foydalanadi (Nakamura, 1989). Tez va tejankor, lekin mutlaq kuchaytirish qiymatlarini ko'rsatib bermaydi.

**• Raqamli usullar**

*Ekvivalent chiziqli usul (PROSHAKE, DEEPSOIL):* Gruntning chiziqli bo'lmagan xatti-harakatlarini chiziqliga o'zgartirgan holda baholashga asoslanadi. O'rtacha kuchlanishlar uchun (<0,1%) ishlatilinishi tavsiya etiladi.

*Nochiziqli vaqt-asosli tahlil (FLAC, OpenSees, PLAXIS, DEEPSOIL):* Gruntning kuchli silkinishi oqibatidagi nochiziqli grunt harakatini modellashtiradi. Batafsil grunt parametrlari va yuqori darajali hisoblash texnikasini talab qiladi.

*To'lqin tarqalishi modellari (1D, 2D, 3D):*

- *1D mavjud joyning reaksiyasini tahlil qilish (SHAKE, EERA):* To'lqinlarni tarqalishini vertical deb taxmin qiladi.
- *2D/3D chekli element yoki chekli farq usullari (FLAC, OpenSees, PLAXIS):* Topografiya va cho'kindi havzasi kabi murakkab joy ta'sirlarini hisobga oladi.

**• Analitik usullar**

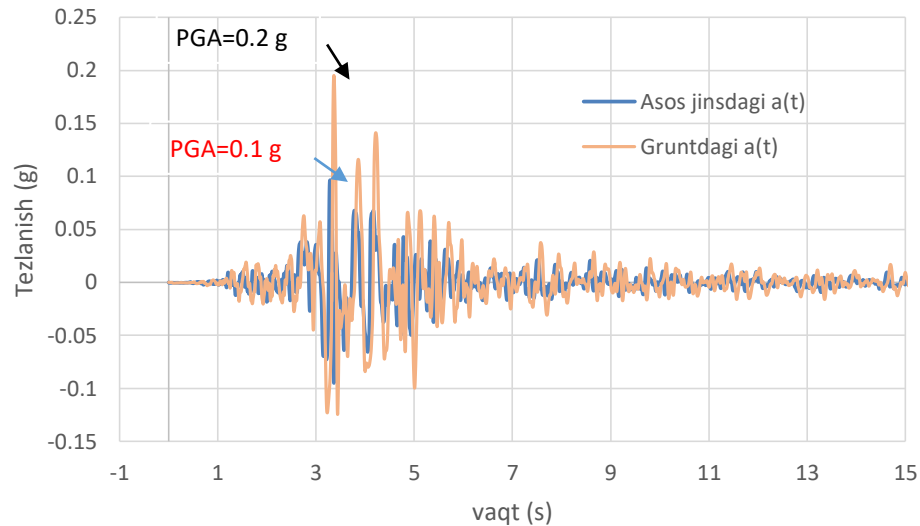
*Transfer funksiyasi yondashuvi:* chastota-asosli yechimlari yondashuvida grunt kuchaytirishini hisoblaydi. Gruntning harakatini - chiziqli elastic deb qabul qiladi.

*Furye spektral nisbati usuli:* Kuchaytirishni hisoblash uchun sirt va tub jinslar harakatining Furye spektrlarini solishtiradi.

Ushbu usul asosida Strata dasturi hisoblash ishlarini olib boradi. Strata dasturida mavjud qatlamlarning fizik parameterlari va qalinligi kiritilgandan so'ng, strata dasturi asos jinslarga (qatlamlar ostidan yoki asos jinslarning yer yuzasiga chiqib qolgan qismida) berilgan vaqt



bo'yicha tebranishlar yozuvini Furye funksiyasini orqali chastota bo'yicha spectrga aylantiradi va kuchayish amplitudasiga ko'paytirgandan so'ng qaytib vaqt bo'yicha yozuvga aylantirib grunt sirtida bolishi mumkin bo'lgan ehtimoliy yozuvni taqdim etadi.



**1-rasm: Tezlanishlarni grunt xossalari natijasida kuchayishining ‘Strata’ dasturida olingan natijalar bo'yicha taqqoslanishi**

### Natijalar

Har bir usulning samaradorligi u qo'llanilgan kontekstga bog'liq:

- *Normativlar uchun ishlatiladigan dizayn:* Empirik usullar (Evrokod 8, NEHRP) standartlashtirilgan qiymatlarni ta'minlaydi va ularni dizayn kodlari uchun amaliyotga yaqin qiladi.
- *Sayt uchun maxsus tadqiqotlar:* Raqamli usullar (SHAKE, OpenSees, FLAC) batafsil tahlilni taklif qiladi va mahalliy grunt sharoitlari seysmik reaksiyaga sezilarli ta'sir qilganda afzal metod sifatida olinadi.
- *Tez baholash:* H/V spektral nisbati va uzatish funksiyasi (Transfer function) tahlili dastlabki baholashlar uchun mos bo'lgan tez, ammo yaxshi ma'lumot beruvchi.

**Xulosa:** Gruntning tebranishlarni kuchaytirishi, seysmik xavfni baholash va muhandislik dizayniga sezilarli ta'sir qiladi. Empirik, raqamli va analitik usullar turli darajadagi aniqlik va hisoblash murakkabligini taklif qiladi. Tegishli usulni tanlash me'yoriy talablarga, obekt joyiga xos sharoitlarga va mavjud resurslarga bog'liq. Hisoblash texnikasi va ma'lumotlarni yig'ish sohasidagi kelajakdagi yutuqlar gruntning kuchaytirish bo'yicha tadqiqotlarning aniqligi va samaradorligini oshiradi.

### Adabiyotlar

1. BSSC (Building Seismic Safety Council). (2001). NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures.
2. CEN (European Committee for Standardization). (2004). Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance.
3. Douglas, J. (2024). Ground motion prediction equations 1964–2023. Glasgow: Department of Civil and Environmental Engineering, University of Strathclyde. URL: [www.gmpe.org.uk/gmpereport2014.pdf](http://www.gmpe.org.uk/gmpereport2014.pdf) [Access date: 01.11. 2023]

4. Hashash, Y. M. A., Park, D., & Liao, S. (2001). DEEPSOIL: A nonlinear site response analysis program.
5. Ismailov, V. A., Yodgorov, S. I., Allayev, S. B., Mamarozikov, T. U., & Avazov, S. B. (2022). Seismic microzoning of the Tashkent territory based on calculation methods. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 152, 107045.
6. Ismailov, V. A., Yodgorov, S. I., Khusomiddinov, A. S., Yadigarov, E. M., Botirovich, A. S., & Aktamov, B. U. (2024). New classification of soils by seismic properties for the building code in Uzbekistan. *Geomechanics and Geoengineering*, 19(4), 605-625.
7. Ibragimov, R. S., Ibragimova, T. L., Nurmatov, U. A., Sadykov, Y. M., Mirzaev, M. A., & Ashurov, S. K. (2024). Seismotectonics of Central and Southern Uzbekistan and Seismic Hazard Assessment of Its Territory. *Geotectonics*, 58(6), 677-694.
8. Jumaev D., Rakhmatov A. (2024). PROBABILISTIC SEISMIC HAZARD ASSESSMENT (PSHA) FOR CONSTRUCTION SITE IN TASHKENT, UZBEKISTAN. *Sciences of Europe*, 148, 3-11. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13739249>
9. Joyner, W. B., & Chen, A. T. (1975). Calculation of nonlinear ground response in earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 65(5), 1315-1336.
10. Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical earthquake engineering*.
11. McKenna, F., Fenves, G. L., & Scott, M. H. (2010). *OpenSees: Open system for earthquake engineering simulation*.
12. Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Railway Technical Research Institute, Quarterly Reports*, 30(1).
13. Poggi, V., Silacheva, N., Ischuk, A., Ibragimov, R., Abdrakhmatov, K., Kobuliev, Z., ... & Bazzurro, P. (2022). Development of an improved
14. PSHA model for Central Asia. In *Proceedings of the 3rd European Conference on Earthquake Engineering & Seismology*.
15. Schnabel, P. B., Lysmer, J., & Seed, H. B. (1972). *SHAKE: A computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites*.

## MUNDARIJA

### I-BO‘LIM. SEYSMIK XAVFNI VA SEYSMIK XATARNI BAHOLASHNING NAZARIY VA AMALIY JIHATLARI

<b>Исмаилов В.А.</b> Формирование и развитие инженерной сейсмологии как научного направления в Узбекистане.....	5
<b>Ибрагимов Р.С., Т.Л. Ибрагимова, М.А.Мирзаев, С.Х.Ашуров</b> Сейсмическая опасность территории Центрального и Южного Узбекистана.....	8
<b>Нурматов У.А., Садыков Ю. М., Юсупджанова У. А.</b> Сейсмо тектоническая и сейсмическая обстановка Центральных Кызылкумов.....	12
<b>Умурзаков Р.А., Ходжаев А.К.</b> Актуальность детального картирования активных («живых») разломов (1:200 000) - как сейсмогеологической основы оценки сейсмоопасности территорий.....	18
<b>Kuchkarov Q.I., Karimov J.J.</b> Markaziy Qizilqum geodinamik poligonida sodir bo‘lgan zilzilalar o‘chog‘i mexanizmi va kuchlanganlik holati.....	21
<b>Хамидов Л.А.</b> Сброс напряжений при землетрясениях в зонах влияния Тупалангского и Гисаракского водохранилищ.....	23
<b>Islamov X.A., Yuldashev E.Sh.</b> Farg‘ona shahri hududida seysmik ta’sirni baholash.....	26
<b>Mamarahimov J.Q.</b> Kuchli zilzilalar joylarini aniqlashda mashinali o‘rganish algoritmlarining qiyosiy tahlili.....	28
<b>Усманова М. Т., Юсупджанова У. А.</b> Особенности характеристики сейсмически активных структур Приташкентского района.....	30
<b>Shukurov Z.F., Isroilov X.B., Qultayev S.K.</b> Toshkent viloyati hududidan o‘tgan shimoliy angren yer yorig‘ining joylashuvini aniqlash.....	35
<b>Abdurakhmonov B.G., Kuchkarov K.I., Alimuxamedov I.M.</b> GNSS o‘lchov ma’lumotlarini qayta ishlashda ionosfera va troposferaning ta’siri.....	39
<b>Yakubov A.M, Yakubova N.M, Karimova N.X</b> Study of the earthquake source mechanism using CMT method.....	41

### II-BO‘LIM. SEYSMIK JADALLIKNI BAHOLASHDA GRUNT SHAROITINING O‘RNI

<b>Мардонов Б.М., Ахмадалиев А.Х., Ядигаров Э.М., Бозоров Ж.Ш.</b> Асоси чуқувчан грунтлардан иборат бино пойдеворининг сеysмик кучлар таъсирида горизонтал ва оғма тебранишлари.....	43
<b>Аимбетов К.Ш.</b> Исследование влияния плотности на сопротивление сдвигу и сжимаемость суглинков Муйнакского района Каракалпакстана.....	47
<b>Тошмукумов Б.Ж.</b> Қияликлар яқинидаги грунтларнинг статик ва динамик юкламалар таъсири.....	50
<b>Хусомиддинов А.С., Каюмов А.Д., Ядигаров Э.М., Рахматов А.Р., Исроилов Х.Б.</b> Разжижения дисперсных грунтов, возникающие при землетрясениях.....	53

<b>Хусомиддинов А.С., Ядигаров Э.М., Бозоров Ж.Ш., Исроилов Х.В</b> Результаты сейморазведочных исследований, проведенных на территории города Гулистана.....	56
<b>Bozorov J.Sh., Yadigarov E.M., Xusomiddinov A.S., Rahmatov A.R., Oripov N.K., Muhammadqulov N.</b> Qoziq poydevorli binolar joylashgan maydonlarda seysmik ta'sirning o'zgarishi baholash usullari.....	58
<b>Juraev I.I., Djurayeva Z.K.</b> Sardoba suv ombori hududidagi gruntlarning kimyoviy tarkibi va ularning to'g'on mustahkamligiga ta'siri.....	61
<b>Muhammadqulov N.M.</b> Mikroseysmik tadqiqotlarda gruntlarning zilzila energiyasini yutish xususiyatini tahlil qilish.....	65
<b>Qodirboyev A.K., Abiraxmatov H.I., Sevinchova B.M.</b> Qurilish maydonlaridagi gruntlarning fizik parametrlarini aniqlash.....	67
<b>Sattorova N.A.</b> Gruntlarning muhandislik xususiyatlarini kimyoviy stabilizatorlar orqali yaxshilashning o'rganilganligi.....	70
<b>Sevinchova B.M., Qodirboyev A.K., Abiraxmatov H.I.</b> Yangi Navoiy shahri hududida tarqalgan gruntlarning seysmik xususiyatlarini aniqlash.	73
<b>Teshayeva R.B.</b> The seismic effect assessment of construction sites using seismic-soil conditions models.....	76
<b>Xayriddinov B.B.</b> Gruntlarning geofizik tahlili asosida vs30 va ρ30 parametrlarini baholash.....	79
<b>Ganiyeva B.R.</b> Grunt qiyaligining ustuvorlik koeffitsiyentini aniqlash.....	82
<b>Доспанов Р.Р.</b> Инженерно-геологическое районирование проектирования свайных фундаментов в ходжейлийском районе.....	86
<b>Искендеров Б.К</b> Оценка расчетного давления грунтов нукусского района с использованием ГИС технологий.....	89
<b>Орипов Н.К.</b> Оценка сейсмических характеристик грунтов оснований зданий с мелкозаглублёнными фундаментами на основе метода MASW.....	91
<b>Avazov A.B.</b> Yangi Andijon shahridagi gruntlarning seysmik xossalari aniqlash.....	93
<b>Ядигаров Э.М., Исроилов Х.В., Мансуров А.Ф.</b> Инженерно-сейсмологические исследования с целью оценки расчетной сейсмичности.....	96
<b>Berdimurodov A.E., Obruyev A.A.</b> Namlangan lyossimon zaminlarning seysmik turg'unligi.....	99
<b>Mansurov A.F.</b> Seysmik to'lqin ta'sirida surilma turg'unligini baholash.....	102
<b>III-BO'LIM. BINO VA INSHOOTLARNING SEYSMIK XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA ZAMONAVIY VA INNOVATSION YONDASHUVLAR</b>	
<b>Махмудов С.М., Байматов Ш.Х., Бердимуродов А.Е.</b> Метод учета пространственного характера сейсмического воздействия при расчете зданий и сооружений.....	105

<b>Миралимов М. Х., Ишанходжаев А. А., Усмонов Д.Т, Оспанов Р.С.</b> Особенности спектрального метода расчета мостовых сооружений на сейсмические воздействия в республике Узбекистан.....	108
<b>Махмудов С.М., Тулаганов Б.А., Бойматов Ш.Х.</b> Использование сейсмоизолирующих устройств в зданиях с наличием подземных пространств в г. Ташкенте.....	110
<b>Бекмирзаев Д.А., Бердибаев М.Ж., Ботабаев Н.И.</b> Исследование напряженно-деформированного состояния двухпролетных мостов при действии нагрузки.....	113
<b>Ахунджанов Д.Г., Холиқов М.Б., Собиров З.Ж.</b> Меъморий обидаларда қўлланилган қурилиш ашёлари ва уларнинг физик-механик кўрсаткичлари.....	116
<b>Bozorqulov S.F., Toshpulatov S.U., Sobirov Z.J., Xolikov M.B.</b> Zamonaviy qurilishda ko'p qavatli binolar va ularning konstruktiv tizimlari.....	118
<b>Каюмов А.Д.</b> Bino va inshootlarning turg'unligiga seysmik ta'sir va uni oldini olish.....	122
<b>Ювмитов А.С., Ахунджанов Д.Г., Собиров З.Ж.</b> Меъморий обидаларда қўлланилган антисейсмик тадбирларнинг илмий асослари.....	125
<b>Abduraimova X.R., S.X. Samiyeva, Isomiddinova F.S.</b> Yurtimizda loyihalananayotgan va qurilayotgan bino va inshootlar uchun zamonaviy seysmik tadqiqotlar va texnologiyalarni qo'llash.....	129
<b>Azamjonov A.T.</b> Reducing seismic vulnerability of existing buildings using steel bracing systems.....	131
<b>Саямова К.Д.</b> Повреждения и разрушения плотин водохранилищ при сейсмических факторах...	134
<b>Bekmirzayev D.A., Ismoilov A.M.</b> Aholini zilzilaga tayyorlashda xorijiy davlatlarning raqamlashtirish sohasidagi tajribalari.....	137
<b>Islamov X.A., G'I. Abduraimov, M.Z. Sunnatullayeva, Sh.Z. Abdushukurov</b> Aholi turar-joy binosiga ta'sir etayotgan texnogen shovqinlarning hosil bo'lish manbalarini instrumental-seysmometrik tadqiqotlar asosida aniqlash.....	140
<b>Majidov Y.X.</b> Zilzila xavfi yuqori hududlarda yo'l va ko'priklarning seysmik barqarorligini ta'minlash yo'llari.....	141
<b>Бекмирзаев Д.А., Бердибаев М.Ж., Ботабаев Н.И.</b> Системный подход к проблеме паспортизации мостов в сейсмических районах.....	144
<b>Курбанов Б.И., Хасанов З.З.</b> Зилзилабардош бинолар қурилишида, қурилиш майдонининг муҳандислик-геологик хулосасининг аҳамияти.....	146
<b>Мирзаев И., Ан Е.В.</b> Сейсмоустойчивость трубопровода, проложенного через овраг.....	147
<b>Мирзаев И., Аскарова Д.С.</b> Влияние предварительного напряжения пролетного строения на сейсмостойкость железобетонного железнодорожного моста.....	151
<b>Хотамов А.Т., Раҳматхўжаева Д.Ш.</b> Кўп квартирали уйларни реконструкция қилишда хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи.....	154
<b>Mirzayev I., Bekmirzayev D.A., Qosimov E.A, An E.V.</b> Segmentli yer osti quvurlari seysmodinamikasi.....	157

**Aktamov B.U.**

Noturar bino va inshootlarni xatlovdan o'tkazish va seysmik riskni baholashda zamonaviy ilmiy-amaliy yondashuvlar..... 160

**Усаров М.К., Усанов Ф.А., Курбанбаев М.Ш.**

Расчет многоэтажного здания при поперечных колебаниях на основе континуальной пластинчатой пространственной модели..... 162

**Шамсиев Д.К., Усаров Д.М., Аскарходжаев Ш.И.**

Решения пространственной динамической задачи продольно-сдвиговых колебаний многоэтажных зданий в рамках континуальной модели..... 165

**IV-BO'LIM. SEYSMOLOGIK MA'LUMOTLARNI TAHLIL QILISH**

**Atabayev D.X., Xusanbayev D.D., To'xtasinov A.X.**

Raqamli "CTR4-3S" seysmik stantsiyasini ishga tushirish..... 168

**Idiyev E.E., Eshimov Sh.A., Gofurov J.Z., Jumayev S.R.**

Krasnogorsk maydoni misolida seysmik tadqiqotlar natijalarini zamonaviy usullar yordamida tahlil qilish..... 171

**Jabborov U. Ch.**

Chorvoq suv omboridagi suv sathi o'zgarishining geomagnit maydon qiymat o'zgarishiga bog'liqligi (2023-yil misolida)..... 175

**Jo'rayev I.I.**

Gidrotexnika inshootlari qurilish holatlari va barqarorligini baholashni o'rganishda tabiiy elektr maydon geofizik usulining samaradorligi (Sardoba suv ombori misolida).. 178

**Mamirov N.M., Xusanov L.N.**

Qizilolma ma'danli maydonining tektonik tuzilishi va oltin-kumush ma'danlashuvini nazorat qiluvchi geologik omillar..... 180

**Mansurova N.Sh.**

Erta ogohlantirish tizimlari faoliyatida seysmik hodisalar va ularning kelib chiqish sabablari..... 182

**Nazarov S. H.**

Zilzilalarni prognoz qilishda magnitometrik kuzatuvlarning ahamiyati..... 185

**Niyozov D.B.**

Xo'jabarku-malyangur (Vaxshivor) paleovulqonining tektonik xususiyatlari ..... 187

**Sadirov F.X., Xusomiddinov S.S.**

Yangibozor geofizik ilmiy-tadqiqot observatoriyasida kuzatilgan qisqa muddatli elektrometrik zilzila darakchilarini datavizualizer dasturi orqali aniqlash ..... 189

**Sagdullaeva K.A.**

Kuchli zilzilalarni prognoz qilishda geodezik tadqiqotlarni o'rni..... 191

**Yusupov V.R., Sattorova N.A., Mo'minov G'.Z., Begmatov X.U., Qayumov B.R**

Gidroseysmologik monitoring: suv sathi va gaz komponentlarining zilzilalar bilan bog'liqligini kuzatish..... 194

**Алимов Б.Г., Курбанов Т.С., Артиков Ф.Р.**

Цифровая сейсмология и новые методы обработки данных..... 198

**Артиков Ф.Р.**

Расширение возможностей сейсмометрических исследований на водохранилище Тупаланг..... 201

**Axmedov G'.M.**

Grunt havosidagi radonning hajmiy faolligini o'lchash usulini takomillashtirish..... 203

**Жураев И.И**

Эффективность метода преломленных волн при оценке устойчивости гидротехнического сооружения (на примере сардобинской плотины) ..... 204

**Исмаилов Л.А.**

Комплексное проектирование разработки и обустройства нефтяных и газовых месторождений.....	209
<b>Karomatova D.R.</b>	
Zilzilalarning masofa bo'yicha so'nish qonuniyatlarining erta ogohlantirish tizimi faoliyatiga ta'siri.....	211
<b>Kurbanov T.S., Alimov B.G., Islamov X.A.</b>	
Моментная магнитуда ( $M_w$ ) на основе сейсмического момента ( $M_0$ ): современный метод оценки силы и последствий землетрясений.....	213
<b>Mirzayev M.A.</b>	
Seysmik to'lqinlarning tarqalish godografi tuzish muammolari.....	216
<b>Rasulov A.V., Qayumov B.R.</b>	
Jumabozor GGS stansiyasida kuzatilgan zilzilalarning gidrogeoseysmologik darakchilari.....	218
<b>Xaydarov S.I., Nuriddinov O.B., Mirmahmudov Sh.A.</b>	
Анализ системы подготовки газа к транспорту.....	220
<b>Xamidov L.A., Jabborov U.Ch.</b>	
Chorvoq suv ombori ta'sir hududining geologik va geofizik o'rganilganligi.....	223
<b>Ro'zimboyev F.F., Egamberdiyev S.A., Nuriddinov N.R., Azimov A.M., Jo'rayev E.M.</b>	
Elektromagnit impulslar signallari amplituda va chastotaviy xususiyatlarining geologik muhitga bog'liqligi.....	226
<b>Hasanova G.I.</b>	
Zilzilalardan oldidan ma'lumot beruvchi gidrogeoseysmologik ko'rsatkichlar.....	229
<b>Yusupov D.D., Xalbaev S.B., Mamarozikov T.U., Bozorov J.Sh.</b>	
Методика оптимального заложения точек наблюдений при интерполяции параметра $V_{s30}$ в условиях дефицита данных.....	231
<b>Yusupov D.D.</b>	
Применение алгоритмов машинного обучения для решения задачи интерполяции параметра $V_{s30}$ в условиях дефицита данных.....	233
<b>Mamanazarova Y.S.</b>	
Bo'kantov tog'larida joylashgan derbez istiqbolli maydonining geologik joylashuvi va tektonik tuzilishi.....	236
<b>Muxammadiyev D. U., Meliqulov M.M., Xusanov L.N.</b>	
Markaziy Bukantov hududi shimoli-g'arbiy qismining tektonik tuzilishi.....	238
<b>Ochilov I.S., Boboqulova Z.B.</b>	
Chakilkalyan tog'larining geologik xususiyati va foydali qazilmalari.....	241
<b>Jumayev D.D.</b>	
Seysmik tebranishlarni kuchayishini hisoblashda grunt sharoitlarini hisobga olish usullari.....	246