

**SEYSMIK XAVFLARNI BAHOLASHDA ILMIY-AMALIY  
YONDASHUVLAR TAHLILI  
АНАЛИЗ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ  
СЕЙСМИЧЕСКИХ РИСКОВ  
ANALYSIS OF SCIENTIFIC AND PRACTICAL APPROACHES TO  
SEISMIC RISK ASSESSMENT**

**Ergashev Sanjar Alimboyevich**

(Favqulodda vaziyatlar vazirligi Fuqaro muhofazasi instituti  
o‘qituvchisi, dotsent)

**Эргашев Санжар Алимбоевич**

(преподаватель Института гражданской защиты Министерства по  
чрезвычайным ситуациям, доцент)

**Ergashev Sanjar Alimboyevich**

(Lecturer at the Institute of Civil Protection of the Ministry of Emergency  
Situations, Associate Professor)

**Annotatsiya:** Zamonaviy urbanizatsiya jarayonlari va aholi zichligining ortishi hududlarning seysmik ta'sirlarga zaifligini kuchaytirmoqda. Maqolada seysmik xavfni baholashning ilmiy-amaliy yondashuvlari, jumladan matematik modellashirish usullari, geoaxborot tizimlari (GAT) va favqulodda vaziyatlar sSsenariylarini tahlil qilish usullaridan foydalanish ko'rib chiqilgan. Xavflarni baholash sohasidagi asosiy muammolar aniqlandi: seysmik xavf to'g'risida ishonchli ma'lumotlarning yetishmasligi, prognozlashning zamonaviy usullarining cheklanganligi va ijtimoiy omillarni kompleks hisobga olish zarurati.

**Kalit so'zlar:** seysmik xavf, zaiflik, geoaxborot tizimlari, xavflarni modellashirish, favqulodda vaziyatlar, muhandislik himoyasi, sSsenariy tahlili.

**Аннотация:** Современные процессы урбанизации и повышение плотности населения усиливают уязвимость территорий к сейсмическим воздействиям. В статье рассматриваются научно-практические подходы к оценке сейсмических рисков, включая использование методов математического моделирования, геоинформационных систем (ГИС) и анализа сценариев чрезвычайных ситуаций. Определены ключевые проблемы в области оценки рисков: недостаточность достоверных данных о сейсмической опасности, ограниченность современных методик прогнозирования и необходимость комплексного учета социальных факторов.

**Ключевые слова:** сейсмическая опасность, уязвимость, геоинформационные системы, моделирование рисков, чрезвычайные ситуации, инженерная защита, сценарный анализ.

**Annotation:** Modern urbanization processes and increasing population density are increasing the vulnerability of territories to seismic impacts. The article examines scientific and practical approaches to assessing seismic risks, including the use of mathematical modeling methods, geoinformation systems (GIS), and emergency scenario analysis. Key problems in risk assessment have been identified: insufficient reliable data on seismic hazard, limited use of modern forecasting methods, and the need for comprehensive consideration of social factors.

**Key words:** seismic hazard, vulnerability, geoinformation systems, risk modeling, emergencies, engineering protection, scenario analysis.

**Kirish.** O'zbekiston seysmik faol hududda joylashganligi bois, aholi va hududlarni muhofaza qilish masalasi davlat xavfsizligida muhim o'rin tutadi. So'nggi yillarda kuchli zilzilalar nafaqat tabiiy yo'qotishlarni, balki ijtimoiy-iqtisodiy tizimlardagi izdan chiqish holatlarini ham keltirib chiqarmoqda. Shu

sababli xavf-xatarlarni oldindan baholash va ustuvor chora-tadbirlarni ishlab chiqish katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Seysmik xavf - muayyan bir hududda ma'lum bir vaqt oralig'ida ehtimoliy kuchlanishdagi yer silkinishlari sodir bo'lishidir. Seysmik xavfni baholash seysmik rayonlashtirish va seysmik xavfni baholash yo'lida amalga oshiriladigan birinchi qadamdir. Seysmik xavf zilzilaning ikkilamchi omillarini (yer yoriqlari, ko'chkilar, o'pirilishlar, vayrona va boshqalar) o'z ichiga oladi. Seysmik xavfning ehtimollik tahlili-zilzila o'choqlarining muqobil modellari, seysmik hodisalarning takrorlanish davrlari va seysmik xavfning pasayishi masofaga bevosita bog'liqligini aniqlashdan iboratdir.[2]

Seysmik faollik aholi xavfsizligi va ijtimoiy-iqtisodiy tizimlar barqarorligiga ta'sir ko'rsatuvchi eng halokatli tabiiy omillardan biridir. Yirik zilzilalar tarixi shuni ko'rsatadiki, hatto rivojlangan davlatlar ham jiddiy oqibatlariga, jumladan, inson qurbonlari va infratuzilmaning vayron bo'lishiga duch keladi. Shu munosabat bilan seysmik xavflarni baholash va aholini himoya qilishning samarali chora-tadbirlarini ishlab chiqish vazifasi alohida dolzarblik kasb etmoqda.

**Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili.** O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 17-aprel kunidan "Bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirish hamda seysmik xavfni monitoring qilish faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-161-sonli qarorida so'nggi yillarda dunyoda talafotli zilzilalar soni ortib, ular aholi hayoti va mamlakatlarning ijtimoiy-iqtisodiy infratuzilmalariga jiddiy ta'sir ko'rsatayotganligi sababli seysmik xavfsizlikni ta'minlash sohasini doimiy takomillashtirib borish bo'yicha vazifalar belgilab berilgan.[1]

Seysmik xavflarni baholash ustida ilmiy tadqiqotlar olib borish, zilzilalarning salbiy oqibatlarini tahlil qilish va ularni oldini olish yo'nalishi bo'yicha ko'plab olimlar tadqiqot ishlari olib borishgan, shulardan Nazarov A.G., Nazarov Y.P., Negmatullayev S.X., Abdurashidov K.S., Junusov T.J., Zavriyev K.S., rus olimlaridan Morgunov V.A., Prigojin I.Ye., Morozova L.I., Nikolayev A.V. va boshqalarning olib borgan ilmiy tadqiqotlarini ko'rsatib o'tish mumkin.

Ushbu muammoni har tomonlama o'rganish uchun 2008-yilda Rossiya ilmiy-tadqiqot markazida ishchi guruh tuzildi, uning tarkibiga akademik E.P. Velixov (ilmiy rahbar), V.A. Zeigarnik, A.S. Lisin, A.V. Nikolaev, P.A. Aleksin, B.A. Kirikov kiritildi. Ushbu olimlar o'z ilmiy ishlarida turli xil zilzilalar ta'sirida bino va inshootlarining seysmik xavfsizlikni ta'minlash uchun seysmik xavf darajasini aniqlash usullari, seysmik xavfni kamaytirish bo'yicha taklif va tavsiyalar berishdi.

**Tadqiqot metodologiyasi.** Tadqiqot o'tkazish davomida seysmik xavfsizlikni ta'minlash sohasidagi normativ-huquqiy hujjatlar, binolar va inshootlarning seysmik xavfsizligini baholash usullari, tizimli tahlilning umumiy qoidalari va tamoyillaridan foydalanildi.

Seysmik xavflarni baholashdagi mavjud muammolarni hal qilish monitoring tizimlaridan foydalangan holda, ularning joriy holatini nazorat qilish orqali ham amalga oshirilishi mumkin.

Obektlarga ta'sir ko'rsatadigan omillar juda xilma-xildir, bino va inshootlar barqarorligi murakkab texnik tizimlardan iborat bo'lib, potensial xavfli obektlar toifasiga kiradi. Bu o'z navbatida obektlarning xususiyatlarini hisobga olgan holda seysmik xavfsizlikni ta'minlash uchun mavjud modellashtirish tizimlarini takomillashtirish zarurligini ko'rsatadi.[3]

Tadqiqotning maqsadi xavfarni baholashning ilmiy va amaliy usullarini integratsiyalash asosida aholi va infratuzilma obektlarining zaifligini kamaytirish strategiyasini ishlab chiqishdan iborat. Ishda ehtimoliy modellar, ekspert baholash va binolarning zaifligini tahlil qilishni o'z ichiga olgan usullar tizimlashtirilgan. Asosiy natijalar shuni ko'rsatadiki, GAT texnologiyalaridan foydalanish ehtimoliy hisob-kitoblar bilan birgalikda aniqroq xavf xaritalarini shakllantirish va turli ssenariylar uchun zilzila oqibatlarini bashorat qilish imkonini beradi. Xulosalar hududlarning barqaror rivojlanishini ta'minlash uchun fuqaro muhofazasi tizimiga ilmiy usullar va amaliy vositalarni joriy etish zarurligini ta'kidlaydi.

**Tahlil va natijalar.** Yirik binolar, ko'p qavatli uylar, transport kommunikatsiyalari va energiya tarmoqlari ortishi bilan ularning barqarorligi katta ahamiyat kasb etadi.

Seysmik xavflarni baholashning asosiy qiyinchiliklari quyidagilardan iborat: ham muhandislik, ham ijtimoiy-iqtisodiy omillarni hisobga oluvchi yagona metodikaning yo'qligi; seysmik hodisalar to'g'risidagi statistik ma'lumotlarning cheklanganligi; fuqaro muhofazasi tizimiga ilmiy usullar va amaliy vositalarning yetarli darajada integratsiya qilinmaganligi.[4]

Aholi va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish samaradorligini oshirishni ta'minlaydigan seysmik xavflarni kompleks baholashning ilmiy-amaliy yondashuvlarini ishlab chiqish hozirgi kunda eng dolzarb vazifalardan biri sifatida qarilmoqda.

Tadqiqotda turli intensivlikdagi zilzilalarning sodir bo'lish ehtimolini baholash uchun ehtimoliy modellashtirishdan foydalanilgan. Ushbu usul boshlang'ich ma'lumotlarning noaniqligini hisobga olish va mumkin bo'lgan oqibatlar diapazonini aks ettiruvchi ssenariylarni qurish imkonini beradi. Undan foydalanish yanada real prognozlarni shakllantirishga yordam beradi va seysmik xavflarni xaritalashning ishonchliligini oshiradi.

Ssenariy tahlili turli darajadagi zilzilalarda vayronagarchiliklarning mumkin bo'lgan oqibatlarini bashorat qilish uchun qo'llaniladi, bu boshqaruv organlarini favqulodda vaziyatlarga javob berishga tayyorlashni ta'minlaydi.

Ekspert baholari infratuzilma obektlarining zaiflik darajasini aniqlash va mutaxassislarining bilimlari asosida prognozlarni aniqlashtirish imkonini beradi.

Geoaxborot tizimlari (GAT) ko'p qatlamli xavf xaritalarini tuzish va fazoviy tahlilni amalga oshirish uchun ishlatiladi, bu esa tabiiy, muhandislik va ijtimoiy omillarni yagona baholash modeliga birlashtirishni ta'minlaydi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, GATdan foydalanish ehtimoliy hisob-kitoblar bilan birgalikda aholi zichligi va infratuzilma xususiyatlarini hisobga olgan holda ko'p qatlamli xavf xaritalarini shakllantirish imkonini beradi.[7]

Geoaxborot tizimlaridan (GAT,GIS) foydalanish ehtimoliy hisob-kitoblar bilan birgalikda seysmik xavfning ko'p qatlamli xaritalarini shakllantirish imkoniyatini beradi. Bunday xaritalarda nafaqat geologik va seysmologik ma'lumotlar, balki hududlarning ijtimoiy-demografik xususiyatlari, shu jumladan aholi zichligi, binolar va infratuzilma obektlarining muhandislik parametrlari ham hisobga olinadi. Bu zilzila oqibatlarini prognoz qilishning aniqligini oshirishga imkon beradi va fuqaro muhofazasi va barqaror rivojlanishni rejalashtirish sohasida boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun asos yaratadi.

Geografik axborot tizimlarini (GAT) ehtimoliy hisob-kitoblar bilan ta'minlash zaiflikni batafsil tahlil qilish va xavflarni kamaytirish choralarini rejalashtirish uchun aholi zichligi va infratuzilma xususiyatlari to'g'risidagi ma'lumotlarni birlashtiradigan ko'p qatlamli xavf xaritalarini yaratish imkonini beradi. GAT fazoviy ma'lumotlarni vizuallashtiradi, ehtimollik modellari esa turli tahdidlarning ehtimoli va potentsial zararini baholaydi, natijada ma'lum hududlar uchun xavf haqida keng qamrovli tushuncha beradi.[4]

Ma'lumotlarni yig'ish: GAT joylashuv bilan bog'liq ma'lumotlarni, jumladan, aholi zichligi (ma'lum bir hududdagi odamlar soni) va infratuzilma xususiyatlarini (binolar turi, ularning holati, yo'llar, shifoxonalar, elektr stantsiyalari va boshqalarning joylashuvi) to'playdi va saqlaydi.

Ehtimollik tahlili: Modellar ma'lum bir hududda xavfli hodisaning (masalan, zilzila, suv toshqini) sodir bo'lish ehtimolini baholash uchun ishlatiladi.

Ma'lumotlarni integratsiyalash: GAT ushbu ehtimoliy ma'lumotlarni xaritalarga joylashtirib, qaysi hududlar eng ko'p xavf ostida ekanligini ko'rsatadi.

Inson omili va infratuzilmani hisobga olish: Xavf-xatar xaritalari aholining qayerda to'planganligi, potentsial zararni nima oshirishi va hayot uchun muhim bo'lgan obektlar (infratuzilma) ni hisobga oladi.

Ko'p qatlamli xavf xaritalarini shakllantirish: Natijada, turli xil "qatlamlar" ma'lumotlari bo'lgan xaritalar yaratiladi: bir qatlam potentsial tahdid zonasini, ikkinchisi odamlar to'plangan joylarni, uchinchisi kasalxonalar va maktablarning joylashuvini ko'rsatishi mumkin. Bu omillar qanday o'zaro ta'sir qilishini va qaysi hududlar eng zaif ekanligini ko'rish imkonini beradi.

Favqulodda vaziyatlarga javob berishni rejalashtirishda amaliy qo'llanilishi: xaritalar amaldorlarga qaysi hududlarni evakuatsiya qilish kerakligini, vaqtinchalik joylashtirish punktlari qayerda joylashganini va xavfsiz hududlarga qanday borish mumkinligini aniqlashga yordam beradi.[5]

Shaharsozlikda: GAT texnologiyalari aholi va muhim infratuzilma uchun xavflarni hisobga olgan holda hududlarni ajratish, yangi transport tizimlarini rejalashtirish va qurilishning atrof-muhitga ta'sirini baholashda yordam beradi.

Xavflarni boshqarish: Ushbu texnologiya ma'lumotlarni an'anaviy tahlil qilishda ko'rinmaydigan o'zaro bog'liqliklarni aniqlash va tahlil qilish imkonini beradi, shu bilan xavflarni kamaytirish chora-tadbirlarining samaradorligini oshiradi.

Ssenariy tahlili turli darajadagi zilzilalar uchun oqibatlarni modellashtirishni ta'minlaydi, bu esa boshqaruv organlarining favqulodda vaziyatlarga tayyorgarligini oshiradi.

Ssenariy tahlili haqiqatan ham turli kuchdagi zilzilalarning oqibatlarini modellashtiradi, bu esa boshqaruv organlariga favqulodda vaziyatlar (FV) ga tayyorgarlikni oshirish, shu jumladan vayronagarchilik zonasini, jabrlanganlar sonini va oqibatlarni bartaraf etish chora-tadbirlarini rejalashtirish uchun moddiy zararni baholash imkonini beradi.

Ssenariylarni modellashtirish: mutaxassislar turli xil zilzila ssenariylarini (jadalligi, epitsentri, chuqurligi bo'yicha) ishlab chiqadilar.

Oqibatlarni baholash: har bir ssenariy uchun bino va inshootlarning ehtimoliy vayronagarchiliklari, ta'sir ko'rsatadigan hududlar va zarar ko'lamini modellashtiriladi.

Yo'qotishlarni bashorat qilish: jarohatlanganlar soni va ularning FV zonasida taqsimlanishi aniqlanadi.

Hududiy boshqaruvning turli darajalariga (mahalliy darajadan respublika darajasigacha) tatbiq etiladigan seysmik xavflarni baholashning yagona uslubiyotini ishlab chiqish aholi va infratuzilma obektlarini himoya qilish samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. [6]

Bunday metodika zamonaviy modellashtirish texnologiyalari, geoaxborot tizimlari ma'lumotlari, shuningdek, ijtimoiy-iqtisodiy tahlilni birlashtirishi kerak, bu esa favqulodda vaziyatlar oqibatlarini kamaytirishga kompleks va yagona yondashuvni ta'minlaydi.

Baholashning muhandislik va ijtimoiy usullarini birlashtirgan kompleks yondashuv bino va inshootlarning seysmik ta'sirlarga jismoniy chidamliligini ham, aholini evakuatsiya qilish samaradorligiga ta'sir qiluvchi tashkiliy-ijtimoiy omillarni ham hisobga olish imkonini beradi. Bunday yondashuv zilzila oqibatlarini to'liqroq tushunishni ta'minlaydi va zararni minimallashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalarni ishlab chiqishga yordam beradi.

Baholashning muhandislik va ijtimoiy usullarini birlashtirgan kompleks yondashuv xavflarni har tomonlama hisobga olishni ta'minlaydi, nafaqat binolar va infratuzilmaning jismoniy mustahkamligini, balki aholining favqulodda vaziyatlarga tayyorligini va evakuatsiya choralarning samaradorligini ham baholashga imkon beradi. Bunday yondashuv zilzilalar xavfini kamaytirish va odamlar xavfsizligini ta'minlash bo'yicha yanada ishonchli va samarali chora-tadbirlarni ishlab chiqish uchun zarurdir.

Bino va inshootlarning barqarorligini baholash: konstruksiyalarning mustahkamligini, ularning yuklarga (masalan, zilzila yoki kuchli shamol ta'siriga) bardosh berish qobiliyatini tahlil qilish.

Infratuzilma holatini baholash: hodisa natijasida shikastlanishi mumkin bo'lgan yo'llar, ko'priklar, kommunikatsiyalarning ishonchliligini tekshirish.

Aholining tayyorgarligini baholash: xavfsizlik sohasidagi bilim va ko'nikmalarini, favqulodda vaziyatlarda harakat qilish rejalarining mavjudligini tahlil qilish.[2]

Evakuatsiya yo'llari tahlili: evakuatsiya uchun eng xavfsiz va tezkor yo'nalishlarni aniqlash, shuningdek, ehtimoliy to'siqlarni aniqlash.

Ijtimoiy-iqtisodiy omillarni baholash: favqulodda vaziyat davrida aholining turli guruhlari zaifligini, resurslar va xizmatlarning mavjudligini hisobga olish.

Kompleks yondashuvning afzalliklari: Umumiy xavfsizlikni yaxshilash: texnik va ijtimoiy chora-tadbirlarning uyg'unlashuvi harakatlarning yanada to'liq va real rejalarini ishlab chiqish imkonini beradi.

Zararni kamaytirish: xavfning ikkala turini hisobga olish nafaqat moddiy yo'qotishlarni, balki odamlarning hayoti va sog'lig'i uchun xavfni minimallashtirishga yordam beradi.[3]

Samarali rejalashtirish: Kompleks baholash natijalari binolarni loyihalash, shahar infratuzilmasini rivojlantirish va favqulodda vaziyatlar tizimlarini tashkil etishda asosli qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

**Xulosa va takliflar.** Seysmik xavfli hududlarda joylashgan shaharlar sonining ko'payishi zilzila oqibatlarini bashorat qilishda tizimli yondashuvni talab qiladi. GAT, sun'iy yo'ldosh monitoringi va superkompyuter modellash kabi zamonaviy texnologiyalarning mavjudligi xavflarni baholash aniqligini oshirish uchun yangi imkoniyatlar ochadi. Biroq, real amaliyotda ko'pincha ushbu texnologiyalarni qo'llashda orqada qolish kuzatilmoqda.

Seysmik riskni baholashning ilmiy-amaliy yondashuvlari zamonaviy texnologiyalar (GAT, modellash) va ijtimoiy-iqtisodiy tahlilning integratsiyasiga asoslanishi kerak. Aholini himoya qilish samaradorligini oshirish uchun hududiy boshqaruvning turli darajalarida qo'llaniladigan xavflarni baholashning yagona uslubiyotini ishlab chiqish zarur. Olingan natijalardan fuqaro muhofazasi tadbirlarini rejalashtirish va barqaror rivojlanishning mintaqaviy dasturlarini ishlab chiqishda foydalanish mumkin.

Seysmik xavf-xatarlarni baholashda tizimli va ilmiy yondashuv zarur. Raqamli modellash usuli hududiy qaror qabul qilishda samarali vosita hisoblanadi. Ilmiy natijalar amaliyotga joriy etilganda aholi va hududlarni muhofaza qilish samaradorligi sezilarli oshadi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 17-aprel kunidan "Bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirish hamda seysmik xavfni monitoring qilish faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-161-sonli qarori.
2. O'zbekiston Respublikasi FVV. 2022-yil tabiiy va texnogen xavflar tahlili. – Toshkent: FVV, 2023. – 58 b.
3. Астахин А.С. Об оценке потенциальной устойчивости функционирования объекта экономики при прогнозировании чрезвычайных ситуаций // Управление рисками и безопасность. – 2016. – №1. – С.12–28.
4. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. – Geneva: UNDRR, 2015. – 37 p.

5. Агафонов В.А. Сейсмическая безопасность территорий: современные методы оценки рисков. – М.: Наука, 2021.
6. Грабовский С.П., Иванченко Ю. Л. Геоинформационные технологии в задачах гражданской защиты. – Новосибирск: СО РАН, 2020.
7. Kanamori H. Earthquake hazards and risk assessment. – Seismological Research Letters, 2018.