

**GIDROGEOLOGIYA VA INJENERLIK GEOLOGIYASI INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
SEYSMOLOGIYA INSTITUTI**

TESHAYEVA RUXSORA BAHODIR QIZI

**SHAHAR HUDUDLARINI SEYSMIK MIKRORAYONLASHTIRISH
UCHUN SEYSMOGRUNT SHAROITLAR MODELLARINI
ISHLAB CHIQISH**

04.00.04 – Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi

**GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI
bo‘yicha falsafa dokroti (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Toshkent-2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Teshayeva Ruxsora Bahodir qizi

Shahar hududlarini seysmik mikrorayonlashtirish uchun
seysmogrunnt sharoitlar modellarini ishlab chiqish.....3

Тешаева Рухсора Баходир кизи

Разработка моделей сейсмогрунтовых условий для сейсмического
микрорайонирования городских территории21

Teshaeva Rukhsora Bahodir kizi

Development of models of seismic soil conditions for seismic
microzoning of urban areas.....41

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
List of published works.....45

GIDROGEOLOGIYA VA INJENERLIK GEOLOGIYASI INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
SEYSMOLOGIYA INSTITUTI

TESHAYEVA RUXSORA BAHODIR QIZI

SHAHAR HUDUDLARINI SEYSMIK MIKRORAYONLASHTIRISH
UCHUN SEYSMOGRUNT SHAROITLAR MODELLARINI
ISHLAB CHIQISH

04.00.04 – Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi

GEOLOGIYA-MINERALOGIYA FANLARI
bo‘yicha falsafa dokroti (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI

Toshkent-2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.1.PhD/GM214 raqami bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Seysmologiya institutida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbekcha, ruscha va inglizcha-rezyume) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.hygroengeo.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Ismailov Vaxitxan Alixanovich
geologiya-mineralogiya fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Kayumov Abdubaki Djalilovich
texnika fanlari doktori, professor

Mingboyev Qodirjon Ro'zimovich
geologiya-mineralogiya fanlari nomzodi

Yetakchi tashkilot:

O'zbekiston Milliy universiteti

Dissertatsiya himoyasi Hidrogeologiya va injenerlik geologiyasi instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «21» avgust soat 9:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100041, Toshkent shahri, Olimlar ko'chasi, 64-uy; Tel.: (+99871) 209-10-79; faks: (+99871) 262-62-15; e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru).

Dissertatsiya bilan Girogeologiya va injenerlik geologiyasi institutining Axborot-resurslar markazida tanishish mumkin (61 - raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100041, Toshkent shahri, Olimlar ko'chasi, 64-uy. Tel.: (+99871) 209-10-79; faks: (+99871) 262-62-15; e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «4» avgust kuni tarqatildi.

(2025 yil «4» avgustdagi 10- raqamli reyestr bayonnomasi)



A.A. Maylonov,
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi,
g.-m.f.d., katta ilmiy hodim

M.R. Jo'rayev,
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash ilmiy kotibi,
g.-m.f. falsafa doktori (PhD), katta ilmiy hodim

I.X. Xabibullayev,
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar raisi
t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahon amaliyotida seysmik xavf va seysmik xatarni baholashda grunt sharoitining seysmik tebranish parametrlariga ta'sirini o'rganish katta ahamiyatga ega. Grunt sharoiti geologik va litologik tuzilishiga, fizik, mexanik va seysmik xususiyatlariga qarab, muhandislik inshootlariga seysmik ta'sir darajasini belgilaydi. Grunt sharoitlarining seysmik tebranishlari parametrlarini ilmiy va amaliy tadqiq etish muayyan hududlarda seysmik ta'sirlar jadalligini ishonchli prognoz qilish uchun asos bo'ladi. Seysmogrunt modellari yordamida seysmik mikrorayonlashtirish jarayonida grunt sharoitlarini har tomonlama o'rganish, qurilish obyektlarida seysmik ta'sir darajasini mufassal baholash amaliyotda dolzarb yo'nalish hisoblanmoqda.

Dunyoning rivojlangan davlatlarda, qurilish obyektlarida grunt sharoitlarining ta'sirini hisobga olgan holda muhandislik inshootlariga seysmik ta'sirlarni bashorat qilishning nazariy va uslubiy asoslarini ishlab chiqish bo'yicha global miqyosda maqsadli tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada, gruntlarning fizik xossalari va qurilish obyektlarida tarqalgan gruntlarning turli qatlamlarida seysmik to'lqinlar tarqalishining o'ziga hos xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan seysmogrunt modellaridan foydalanish, seysmik ta'sirlarni yanada ishonchli baholash, aholi va hududlarning seysmik xavfsizligini ta'minlaydigan, seysmik bardoshli muhandislik inshootlarini yaratishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi hududi seysmik faol mintaqada joylashganligi va urbanlashtirish faol o'sib borayotganligi sababli, yirik shahar hududlarida grunt sharoitining ta'sirini hisobga olgan holda, hududlarni seysmik mikrorayonlashtirish asosida seysmik xavfni baholash bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borish zarur talabga aylanib bormoqda. "O'zbekiston – 2030" taraqqiyot strategiyasida "...Respublikada ekologik vaziyatni tubdan yaxshilash, inson hayotiga ta'sir etuvchi ekologik muammo va hodisalarni bartaraf etish..."¹ ga qaratilgan muhim vazifalar belgilab berilgan. Shu munosabat bilan Respublika hududining o'ziga xos muhandislik-geologik sharoitlarini hisobga olgan holda eng yangi usul va texnologiyalardan foydalanib seysmik mikrorayonlashtirish xaritalarini tuzish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borish muhim ahamiyatga ega.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 30-iyuldagi "O'zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini ta'minlash tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4794-son qarori, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 30-maydagi "O'zbekiston Respublikasining seysmik xavfsizligini ta'minlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-144-son Farmoni, hamda ushbu faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy- huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda mazkur dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi. Ushbu tadqiqot respublika fan va texnologiyalarni

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 21-fevraldagi "O'zbekiston Respublikasi Strategiyasini amalga oshirishga oid Davlat dasturi to'g'risida"gi PF-37-son Farmoni.

rivojlantirishning VIII “Yer fanlari (geologiya, geofizika, seysmologiya va mineral xom ashyoni qayta ishlash)” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq amalga oshirilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Hozirgi kunga qadar grunt sharoitining yer yuzasida kuchli zilzilalar intensivligiga ta’siri masalalari S.V.Medvedev, V.V.Popov, G.N.Nazarov, A.N.Vaxanova, N.I.Kruger, A.S.Aleshin, A.D. Kojevnikov, Y.I.Baulin, I.G.Mindel, V.V. Sevostyanov, V.V. Zaalishvili, O. V. Pavlov, V. Jurik va boshqalarning ilmiy ishlarida o‘rganilgan va nashr etilgan.

Markaziy Osiyo hududlarining injenerlik-geologik sharoitlarini seysmik ta’sirining o‘zgaruvchanligiga ta’sir qiluvchi komponentlarning miqdoriy bahosi va ularning axborot mazmuni G‘.O.Mavlonov, V.M.Mirzayev, S.M.Qosimov, A.T.Turdiqulov, A.M.Xudoybergenov, M.Sh. Shermatov, E.M.Yesenev, S.A.Abdurahmonov, T.S.Valiev, A.Juraev, N.Juraev, X.Mirzaboev, K.Sh.Nurmuhammedov, V.A.Ismailov va boshqalarning ishlarida keltirilgan.

Grunt sharoitini seysmik ta’sirlar natijasidagi xatti-harakatlarini turli fizik-matematik modellarda baholashning nazariy jihatlarini K. Ishixara, L. I. Ratnikova, T.U. Artikov, B. Mardonov, M. P. Salganik, T. Soatov, Y.K. Chernov, V.Y.Sokolov va boshqalarning ishlarida ko‘rib chiqilgan. Seysmik va elastik model M.N. Golubtsova va O.Y. Shekhter, E. Fachiollining ishlarida qo‘llanilgan, yer usti qatlamini to‘liq kesib o‘tadigan sun’iy poydevorni qurish evaziga seysmik ta’sir intensivligini pasaytirish usullari o‘rganilgan.

Shaharsozlik rejalari va muhandislik inshootlarini loyihalash qat’iy ravishda grunt sharoitlarini hisobga olgan holda seysmik xavfni baholashga asoslanganligi sababli, seysmik mikrorayonlashtirish bo‘yicha ko‘plab ilmiy va amaliy tadqiqotlar olib borilgan va xaritalar ishlab chiqilgan. G‘.O.Mavlonov, N.I.Kruger, A.S.Aleshin, Y.I.Baulin, V.V.Zaalishvili, O.V.Pavlov, V.I.Djurik, V.V.Sevastyanov, I.G. Mindel, A.D.Kojevnikov, V.I.Ulomov, V.M.Mirzayev, C.M.Qosimov, S.A.Abduraxmanov, Y.K.Chernov, T.C.Valiyev, K.Sh.Nurmuhammedov, R.T.Yunusxodjayev, V.A.Ismailov va boshqalarning ishlarida seysmik mikrorayonlashtirishning ba’zi jihatlarini o‘z aksini topgan. Seysmogrunnt sharoit modellari T.U.Mamarozikovning dissertatsiya ishida keltirilgan bo‘lib, unda Andijon shahri hududida seysmik mikrorayonlashtirish ishlarida grunt qatlamlarining seysmik tebranish parametrlari turli geofizik usullar yordamida baholangan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining tadqiqot rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya ishi Fanlar akademiyasi Seysmologiya institutining ilmiy tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq “Qurilish maydonlarining seysmiklik darajasini (makroseysmik ballarda va muhandis ko‘rsatkichlarida) aniqlash uchun grunt sharoitlarining seysmik modellarini ishlab chiqish va ularni amaliyotga joriy etish mexanizmini yaratish” (2021-2023-yillar), shuningdek, «QMQ 2.01.03-96 “Seysmik hududlarda qurilish” me’yoriy hujjatining seysmologik qismi 1.1-jadvalini o‘zgartirish uchun gruntnlarning seysmik ko‘rsatkichlari bo‘yicha elektron ma’lumotlar bazasini yaratish» AL-5822012298 (2024-2025 yillar) ilmiy-amaliy loyihalari doirasida amalga oshirilgan.

Tadqiqot maqsadi: turli muhandislik-geologik sharoitlarda, seysmogrunt modellarini ishlab chiqish asosida, grunt qatlamlaridagi seysmik tebranishlar parametrlarining o'zgarishi xususiyatlarini aniqlash va ularni shahar hududlarini seysmik mikrorayonlashtirishda (SMR) amaliy qo'llashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

shahar hududlarining turli muhandis-geologik sharoitlarida seysmik jadallikning o'zgarishi xususiyatlarini aniqlash;

hududning seysmik intensivlik parametrlariga ta'sir qiluvchi turli muhandis-geologik sharoitlarda seysmik tebranish ko'rsatkichlarini tanlash;

geofizik tadqiqotlar asosida shahar hududlarining seysmogrunt sharoitlari modellari katalogini yaratish;

turli seysmogrunt sharoitlari modellarida grunt qatlamlarining seysmik ta'sirlari chastota xususiyatlarini tahlil qilish va baholash;

seysmogrunt sharoitlari modellari asosida hududning seysmik jadallik orttirmasini baholash va natijalarni oldingi tadqiqotlar bilan taqqoslash;

Tadqiqotning obyekti sifatida Toshkent, Nurafshon va Chirchiq shaharlari grunt sharoitlari olingan.

Tadqiqotning predmetini grunt qatlamlarining seysmogrunt modellaridan foydalangan holda muhandis-geologik parametrlarida yer yuzasiga seysmik ta'sirni aniqlash va undan seysmik mikrorayonlashtirish xaritalarini yaratishda foydalanish tashkil etgan.

Tadqiqotning usullari. Shaharlarda keng tarqalgan gruntlarning turi, litologik tarkibi va fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uchun geofizik tadqiqot usullari, shu jumladan MASW seysmik-qidiruv usuli, shuningdek, dala muhandislik - geologik tadqiqot usullaridan foydalanilgan. Shuningdek, maxsus seysmik modellarini yaratishda "Proshake" va "Deepsoil", shuningdek, "STRATA" dasturlaridan foydalangan va qurilish obyektlarida tarqalgan gruntlar yuzasiga seysmik ta'sirni baholashda dastlabki ta'sirlar sifatida O'zbekiston Respublikasi hududida sodir bo'lgan real zilzilalarning qaydlari va hududlarga moslashtirilgan sintetik akselerogrammalarni yaratish va tanlash usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

gruntlarning turlari, qatlamlarning soni va qalinligi, qatlamlarning fizik va seysmik xususiyatlarini hisobga olgan holda, shahar hududlarida seysmik jadallikning namoyon bo'lish xususiyatlari aniqlangan;

seymogrunt modellarini ifodalovchi, hamda seysmik jadallik orttirmasiga ta'sir qiluvchi seysmik tebranish ko'rsatkichlari aniqlangan;

seysmogrunt modellari asosida seysmik tebranishlarning amplituda - chastota ko'rsatkichlari bilan seysmik qattqlik o'rtasidagi funksional bog'liqlik aniqlandi, hamda rezonans xususiyatlariga bog'liq holda seysmik jadallik orttirmasining miqdoriy o'zgarishi aniqlangan;

Toshkent, Nurafshon va Chirchiq shaharlari uchun ishlab chiqilgan seysmogrunt modellaridan foydalanib, turli grunt sharoitlarida yuzaga keladigan gruntlarning dinamiklik koeffitsientini hududiy o'zgarishi hamda ular asosida seysmik jadallik orttirmasini baholash uslubiyati takomillashtirilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari:

O'zbekiston Respublikasining 18 ta (Olmalik, Bekobod, Buxoro, Guliston, Jizzax, Zarafshon, Qarshi, Navoiy, Nukus, Nurafshon, Samarqand, Termiz, Urganch, Chirchiq, Shahrisabz, Yangiyer, Yangiyo'l, Xiva) shaharlari uchun seysmogrunt sharoitlari modellari ishlab chiqilgan;

qurilish maydonchasining sintetik akselerogrammalarini ishlab chiqish uchun asos bo'lgan seysmik tebranish ko'rsatkichlari aniqlangan;

seysmik jadallik orttirmasini baholash amaliyotida, dinamiklik koeffitsienti yordamida, takomillashtirilgan tenglama taklif qilingan;

seysmogrunt sharoitlari modellarini qo'llagan holda Toshkent shahri hududining seysmik mikrorayonlashtirish xaritasining muqobili tuzilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Respublika shaharlari hududlarida olib borilgan muhandislik-geologik, geofizik va instrumental-seysmologik tadqiqotlar ma'lumotlari bilan tasdiqlangan. Jumladan, 1815 ta seysmik-qidiruv va instrumental seysmometrik tadqiqotlar punktlarida olingan natijalardan foydalanilgan va Respublikaning turli shahar hududlari uchun tuzilgan 40 ta muhandislik-geologik qirqimlardan hududlarning seysmikligini baholashning nazariy hisob-kitoblari uchun foydalanilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shahar hududlarini seysmik mikrorayonlashtirish jarayonida qurilish obyektlarida tarqalgan gruntlarning muhandis geologik sharoitini modellashtirish orqali gruntlarning dinamiklik koeffitsientini aniqlanganligi, hamda seysmik jadallik orttirmasini baholash usulini gruntlarning dinamiklik koeffitsienti hisobga olgan holda takomillashtirilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati, Toshkent, Nurafshon hamda Chirchiq shaharlari hududi bo'ylab dinamiklik koeffitsientining taqsimlanishi xaritasi, seysmik jadallik orttirmasi, seysmik mikrorayonlashtirish xaritalari, shuningdek, elektron katalogga kiritilgan 18 ta shahar grunt sharoitining hisoblangan seysmogrunt modellarini tuzilishiga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etilishi. Qurilish maydonlari va shaharlarning seysmikligini baholashda olingan ilmiy natijalar asosida:

aniqlangan grunt turlari, qatlamlarning soni va qalinligi, qatlamlarning fizik va seysmik xususiyatlari, shuningdek, grunt qatlamlari tebranishlarining amplitudachastota xususiyatlari kabi muhandislik-geologik sharoit ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda, shaharlar hududida seysmik jadallikning namoyon bo'lish xususiyatlari O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining amaliyotiga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining 2025-yil 15-yanvardagi 20-06/498-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, shahar hududining seysmik jadalligi o'zgarish xususiyatlarini samarali baholash uchun foydalanilgan;

seysmogrunt modellarini tavsiflovchi, seysmik jadallikga ta'sir qiluvchi, seysmik tebranish ko'rsatkichlarini (Vs_{30} , ΔI , PGA , b , ρ_{30}) tanlashga asoslangan parametrlar O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining amaliyotiga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining 2025-yil 15-yanvardagi 20-06/498-sonli

ma'lumotnomasi). Natijada, seysmogrunt modellarining tarkibiy parametrlari tanlash imkoni berilgan.

seysmogrunt sharoit modellari uchun grunt qatlamlarining seysmik reaksiyada rezonans chastotali xususiyatlarini seysmik jadallikka ta'sirini baholash modellari O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining amaliyotiga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining 2025-yil 15-yanvardagi 20-06/498-sonli ma'lumotnomasi). Natijalar gruntlarning rezonans chastota xususiyatlarini o'zida saqlovchi dinamiklik koeffitsientini seysmik qattiqlik parametri orqali aniqlash imkonini bergan;

O'zbekiston shaharlari hududi uchun tuzilgan seysmogrunt modellarining umumiy katalogi O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining amaliyotiga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining 2025-yil 15-yanvardagi 20-06/498-sonli ma'lumotnomasi). 18 ta shahar hududining seysmogrunt sharoitlari modellarini ishlab chiqishdan olingan natijalari qurilish obyektlari hududining seysmikligini tavsiflashda aniqlilik darajasi oshirilgan;

ishlab chiqilgan seysmogrunt modellari asosida qurilish maydonlarida seysmik jadallik orttirmasini baholashning takomillashtirilgan metodikasi O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining amaliyotiga joriy etilgan (O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining 2025-yil 15-yanvardagi 20-06/498-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, Toshkent shahri hududining seysmik mikrorayonlashtirish xaritasining muqobilini ishlab chiqish imkoni yaratilgan.

Tadqiqot natijalarinining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot ishi 6 ta xalqaro va 2 ta respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarini e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 16 ta maqola va tezislar chop etilgan. Shundan 9 ta tezis, 7 ta ilmiy maqola. Dissertatsiyaning asosiy ilmiy natijalari 5 ta ilmiy jurnalda, jumladan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan tavsiya etilgan 4 ta respublika va 1 ta xorijiy ilmiy jurnallarda chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rt bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiyaning umumiy hajmi 129 betni tashkil etadi.

DISSERTATSINING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida, dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va talabi, tadqiqot maqsadi va vazifalari asoslanadi, tadqiqot obyekti va predmetini ochib beriladi, tadqiqot Respublikaning fan va texnika rivojlanishidagi ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligini ko'rsatiladi, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ochib berilgan, ularning ilmiy-amaliy ahamiyati asoslab berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga tatbiq etish yo'llari ko'rsatilgan, chop etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Dissetatsiyaning birinchi **“Seysmogrunt modellari va ulardan muhandislik-seysmologik masalalarni hal qilishda foydalanishning hozirgi holati”** bobida hududlarning seysmik xavfini baholash, ma’lum qurilish obyektlarida seysmik ta’sir parametrlarini va kuchli zilzilalar vaqtida yuzaga kelishi mumkin bo’lgan zararlarni aniqlash kabi qator masalalarni hal qilish uchun seysmogrunt sharoit modellarini ishlab chiqish bo’yicha ilmiy tadqiqotlar natijalari ko’rib chiqilgan.

Turli mintaqalar uchun seysmogrunt modellarini ishlab chiqqan Rossiya muhandislik seysmologiyasi olimlari bu yo’nalishda eng ilg’orlardan hisoblanadilar. Bunday modellar gruntlarning fizik-mexanik xossalarini, ularning suv bilan to’yinganligini, nochiziqlik xususiyatlarini va seysmik ta’sir ostidagi dinamik harakatlarini hisobga oladi. Ushbu tadqiqotlar A.S.Aleshin va V.V.Zaalishvilining monografiyalarida umumlashtirilib, ular qurilish maydonlarining seysmik ta’sirini baholash va seysmogrunt modellari asosida shahar hududlarini seysmik mikrorayonlashtirishga katta hissa qo’shganlar.

Xorijiy tadqiqotchilardan Pol Jennings, J. Barde kabi olimlar grunt sharoitini modellashtirishga, ishlab chiqilgan modellar asosida grunt qatlamlarining nochiziqli xususiyatlarini namoyon bo’lishi nazariyasini takomillashtirishga katta hissa qo’shdilar. Ishlab chiqilgan modellardan foydalanish kuchli zilzilalar episentral zonasida grunt qatlamlarining harakatini aniqroq bashorat qilish imkonini berdi. AQSHdan Jonatan Styuart va Murat B. Darendeli sirt seysmik to’lqinlarining tarqalishini va ularning ko’p qatlamli yer osti muhitlari bilan o’zaro ta’sirini, shu jumladan rezonans effektlarini o’rganishdi.

Birinchi marta Thomson (1950) va Haskell (1951) tomonidan taklif qilingan qatlamli muhitni matritsali tavsiflash usuli zamonaviy hisoblash modellarini yaratish uchun asos bo’ldi. Ushbu yondashuv seysmik to’lqinlarning yer osti qatlami tizimi orqali tarqalishini yuqori aniqlik bilan tahlil qilish imkonini bergan.

SMR ishlari muammolarini hal qilishda, ya’ni grunt sharoitining seysmik ta’sir parametrlariga bo’lgan bog’liqligini seysmogrunt modellari asosida baholashda, turli jadallikka ega zilzilarda seysmik tebranishlarning ishonchli va zarur natijalarni olish imkoniyatini orttiradi. Shuni hisobga olgan holda, grunt qatlamlarining fizik holati atributlarini real aks ettiruvchi seysmogrunt sharoitlari modellarining loyihasi ishlab chiqildi. Ishlab chiqilgan seysmogrunt modellaridan foydalanish seysmik ta’sirlar parametrlarini (PGA, PGV, PGD, amplituda-chastota xarakteristikalarini, javob spektrlari, deformatsiyaning chiziqli bo’lmagan xususiyatlari va boshqalar) baholash uchun zarur ma’lumotlarni olish imkonini beradi.

Muhandis - seysmologik tadqiqotlar asosida Toshkent, Andijon, Namangan, Olmaliq, Bekobod, Buxoro, Guliston, Jizzax, Zarafshon, Qarshi, Navoiy, Nukus, Nurafshon, Samarqand, Termiz, Urganch, Chirchiq, Shahrisabz, Yangiyer, Yangiyo’l va Xiva shaharlari hududlarida seysmik jadallik orttirmasini baholash va seysmik ta’sir parametrlarini aniqlash imkonini beruvchi 1800 dan ko’proq seysmogrunt sharoitlari modellari tuzildi.

O’zbekiston Respublikasining 18 ta shaharlari hududidagi grunt sharoitining ishlab chiqilgan modellarini tahlil qilish Vs30 ko’rsatkichi bo’yicha turli zonalarini

aniqlash imkonini beradi. 30 m chuqurlikdagi grunt sharoitlari Vs30 qiymatiga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadi: (200-300 m/s), (301-400 m/s), (401-500 m/s), (501-600 m/s), (601-700 m/s), (701-800 m/s), (800-900 m/s). Ushbu guruhlarning har biri ma'lum miqdordagi modellarni o'z ichiga oladi. Grunt sharoitlarining eng katta qismi (45%) Vs30 301-400 m/s oralig'ida tarqalgan, bu O'zbekiston Respublikasidagi o'rganilgan hududlar bo'ylab ushbu toifadagi o'rtacha qattiq gruntlarning ustunligini ko'rsatadi.

Dissertasiyaning **“Shaharlar hududining muhandislik-geologik sharoitining o'ziga xos xususiyatlari va seysmik jadallik orttirmasini baholash (Toshkent, Nurafshon va Chirchiq misolida)”** deb nomlangan ikkinchi bobida, Toshkent, Nurafshon va Chirchiq shaharlarining muhandislik-geologik sharoitlari to'g'risidagi ma'lumotlar, shuningdek, grunt qatlamlari qirqimlarida seysmik xususiyatlarini hisobga olgan holda muhandislik-geologik rayonlashtirish ishlari keltirilgan. Toshkent shahri hududi geologik va strukturaviy tuzilishiga qarab muhandislik-geologik rayonlashtirish xaritasida A, B, C va D harflari bilan belgilangan to'rtta muhandislik-geologik rayonlar aniqlangan. Har bir muhandislik-geologik rayonda, 1:25000 masshtabdgi xaritada, litologik qirqim bo'ylab (30 metr chuqurlikda) muhandislik-geologik uchastkalar aniqlangan.

A rayoni shaharning shimoliy va shimoli-sharqiy qismlarida joylashgan strukturaviy branxi-antiklinal ko'tarilishlar va ularning yon bag'irlarini qamrab oladi. Bu rayon litologik kesimga ko'ra ikkita uchastkaga ajratilgan.

B rayoni Toshkent hududining eng katta qismini qamrab olgan bo'lib, asosan uning suv havzasi yo'nalishlarida, Toshkent, Chirchiq va Chig'atoy ko'tarilishlariga to'g'ri keladi. Bu rayon litologik tarkibiga ko'ra oltita uchastkaga ajratilgan.

C rayoni Toshkent tekisligi bo'ylab joylashib, landshaftni ajratib turuvchi vodiylar va jarliklar tarmog'i bilan ajralib turadigan murakkab geomorfologiyaga ega. Ushbu rayonda litologik kesimga ko'ra beshta uchastka ajratilgan.

D rayoni shaharning janubiy va janubi-sharqiy qismlarida, jumladan, Chirchiq daryosining zamonaviy vodiysi hududlarini egallaydi. Bu rayonda litologik kesimga ko'ra uchta uchastka ajratilgan.

MASW seysmik-qidiruv usuli asosida har bir uchastkada grunt qatlamlaridagi seysmik xususiyatlar o'rganildi. Umuman olganda, Toshkent shahri hududi bo'ylab 648 dan ortiq tadqiqot punktlarining seysmik xususiyatlari bo'yicha ma'lumotlar olingan. 1-jadvalda aniqlangan muhandislik-geologik rayonlar va uchastkalarining grunt qatlamlari seysmik xususiyatlarining umumlashtirilgan natijalari keltirilgan.

Mavjud me'yoriy hujjatlar va muhandislik-geologik omillarga ko'ra, Nurafshon shahrining butun o'rganilayotgan hududi 4 ta muhandislik-geologik rayonga bo'lingan. Ko'ndalang to'lqinlarning tarqalish tezligini aniqlash va shaharda seysmik jadallik orttirmasini baholash uchun MASW usuli bo'yicha 41 nuqtada seysmik qidiruv ishlari olib borildi, bu esa Nurafshon hududida Vs30 qiymatini aniqlash imkonini berdi. Vs30 ko'rsatkichi 263-524 m/s oralig'ida o'zgarib turadi, seysmik jadallik orttirmasi 0,27 dan 0,72 ballgacha o'zgarishi kuzatildi.

Toshkent shahrining muhandislik-geologik rayonlari va uchastkalari bo'yicha Vs30 o'rtacha qiymati va seysmik jadallik orttirmasi qiymatlarining taqsimlanishi

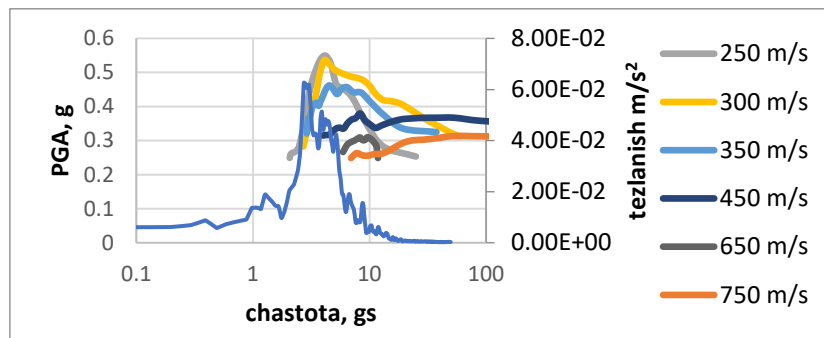
Muhandis-geologik rayonlar indeksi	O'rtacha Vs30 qiymati, m/s	Muhandis – geologik uchastka-lar indeksi	Tadqiqot punkt-lari soni	30 metrli qatlamning o'rtacha zichligi qiymati, g/sm ³	O'rtacha Vs30 qiymati, m/s	Seysmik jadallik orttirmasi-ning o'rta qiymatlari*, ball	Seysmik jadallik orttirmasi-ning qiymatlari o'zgarish diapazoni*, ball
A	471,98	A1	1	2,07	770	-0,15	-0,15≥
		A2	12	1,81	453,89	0,12	-0,1-+0,27
B	363,6	B1	16	1,79	390,13	0,45	0,17-0,57
		B2	57	1,76	379,28	0,5	0,1-0,8
		B3	165	1,74	352,8	0,55	0,1-0,89
		B4	5	1,78	407,22	0,44	0,12-0,73
		B5	7	1,77	415,3	0,42	0,22-0,71
		B6	11	1,72	327,94	0,61	0,41-0,77
C	369,4	C1	7	1,78	422,8	0,45	0,23-0,72
		C2	7	1,72	324,9	0,61	0,47-0,74
		C3	47	1,73	352,3	0,56	0,2-0,86
		C4	49	1,76	374,9	0,5	0,1-0,75
		C5	6	1,75	378,5	0,51	0,21-0,72
D	549,9	D1	13	1,84	455,9	0,2	0-0,4
		D2	211	1,87	544,5	0,18	-0,21-0,5
		D3	34	1,87	530,6	0,2	-0,21-0,4

* ($V_s = 600 \text{ m/s}$, $\rho = 2,0 \text{ g/sm}^3$) referent gruntlarga nisbatan

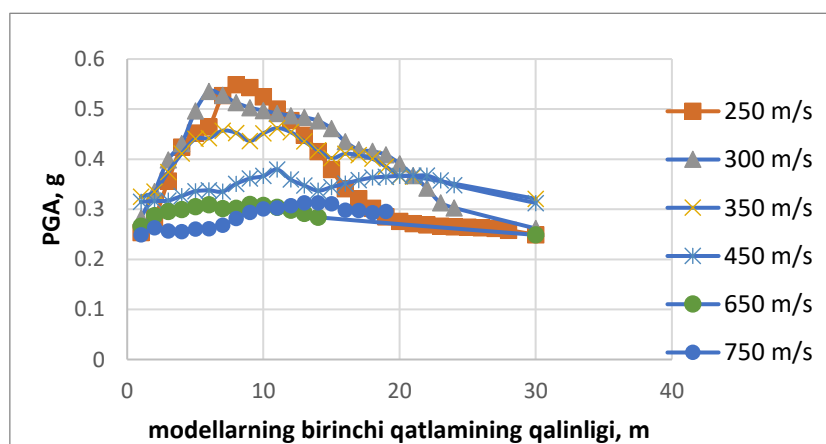
Chirchiq shahri hududida MASW usulida 41 nuqtada seysmik qidiruv ishlari olib borildi va 30 m qalinlikdagi ko'ndalang to'lqini tezligi qiymatlari olindi. Olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, grunt sharoitlari (geologik-litologik tuzilishi, muhandislik-geologik xususiyatlarining ko'rsatkichlari va genetik tipdagi gruntlarning fazoviy joylashuvi) Vs30 qiymatlari bilan chambarchas bog'liqdir. Shunday qilib, Vs30 ning yuqori qiymatlari I va II terrasa hududiga (451-770 m/s) va eng past qiymatlar lyoss va lyossimon qatlamli (331-440 m/s) IV terrasa hududiga to'g'ri keladi. Ta'kidlanganidek, lyoss qatlamlari seysmik jadallikning yuqori qiymatlari 0,5 ballgacha o'sishi kuzatilgan.

Dissertatsiyaning **“Seysmogrunt modellarining seysmik qattiqqligi asosida gruntlarning dinamiklik koeffitsientini aniqlash”** deb nomlangan uchinchi bobi turli seysmogrunt sharoit modellarida grunt qatlamlarining amplituda-chastota xususiyatlarining ta'sirini o'rganishga qaratilgan. Seysmik jadallik orttirmasi va yer yuzasidagi cho'qqi tezlanish ko'rsatkichlariga rezonans xususiyatlarining ta'sirini tekshirish uchun, Strata dasturidan foydalangan holda, ikki qatlamli muhit modellarida tadqiqotlar o'tkazildi. Eksperimental modellarda Vs30 qiymatlari (yuqori 30 metrda qatlamning o'rtacha ko'ndalang to'lqinining tarqalish tezligi) har bir sharoit to'plami uchun doimiy bo'lib qoldi. Turli xil Vs30 qiymatlariga: 250,

300, 350, 400, 450, 650 va 750 m/s ega bo'lgan modellar ko'rib chiqildi. Har bir modelning amplituda-chastota xarakteristikalarini qattiq yarim fazoning tekis yuzasiga berilgan kirish ta'sirining dominant chastotalari bilan solishtirganda, 250 m/s va 300 m/s dagi modellar guruhida grunt xususiy chastotalari kirish spektri chastotalari bilan to'liq mosligi, 350 m/s li modellar guruhining katta qismi va 400 m/s li guruhda qisman chastotalarning mosligi topildi. Bundan shuni anglash mumkinki, rezonans xususiyatlarning seysmik tebranishlar parametrlariga ta'siri yaqqol namoyon bo'ladi. Vs30 650 m/s va 750 m/s bo'lgan modellarda kirish ta'sirining dominant chastotalari gruntning xususiy chastotalaridan uzoqda joylashganligi ko'rindi (1-rasm). Bu shuni anglatadiki, o'rtacha ko'ndalang to'lqin tarqalishi tezligi 450-500 m/s dan ortiq bo'lgan qattiq grunt qatlamlarida rezonans xususiyati namoyon bo'lmaydi. Aniqlanishicha, rezonans effekti namoyon bo'lgan grunt qatlamlari modellarida PGA qiymatining o'zgarishi kuzatilgan (2-rasm), seysmik jadallik orttirmasi qiymatlari esa o'zgarishsiz qolgan.



1-rasm. Kirish ta'sir chastotalari (1-qator) va modellarning (Vs30-250,300,350,450,650,750 m/s) xususiy chastotalari o'rtasidagi muvofiqlik grafigi.

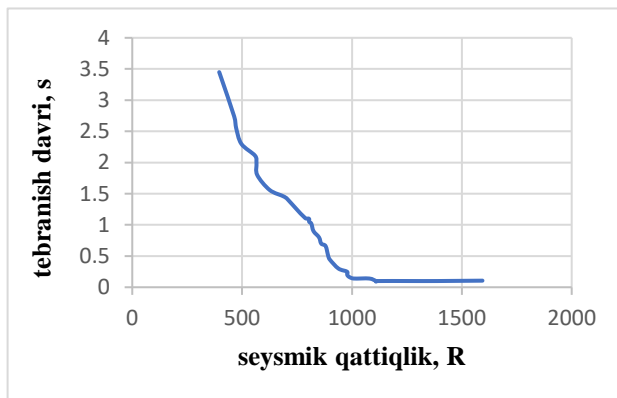


2-rasm. Gruntlarning PGA ko'rsatkichining grunt qalinligiga nisbatan o'zgarishi grafigi

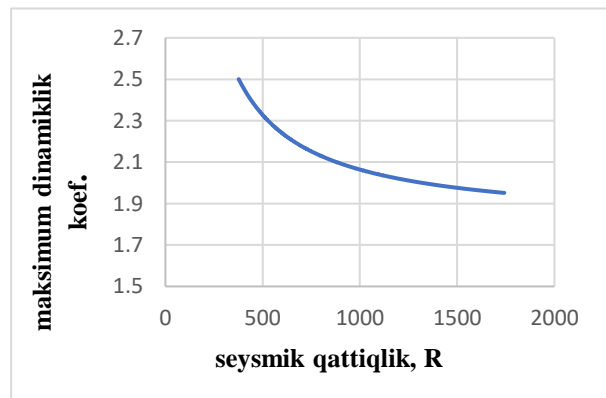
A.S.Aleshin (2018) tomonidan olib borilgan nazariy hisob-kitoblar asosida, grunt qatlaminin seysmik tebranishlar spektri va gruntning dinamiklik koeffitsienti o'rtasidagi bog'liqlikni o'rnatdi. Grunt qatlaminin dinamiklik koeffitsienti siljish

to‘lqinining normal tarqalishi ostida, qattiq yarim fazoning tekis yuzasida yotadigan bo‘shoq bir jinsli grunt qatlamining rezonans xususiyatlarini tavsiflaydi. Aniqlanishicha, kiruvchi seysmik to‘lqinining chastotasi (f) grunt qatlamining tabiiy tebranish chastotasiga (f_0) to‘g‘ri kelganda rezonans paydo bo‘ladi. Rezonans sharoitida dinamiklik koeffitsienti sezilarli darajada oshadi. STRATA, Proshake va Deepsoil kabi modellashirish dasturlari mavjud bo‘lib, ular javob spektrlari nisbatining berilgan ma’lumotlari (ya’ni, grunt qatlamlarining reaksiyasi amplitudasining kirish to‘lqin amplitudasiga nisbati) asosida grunt qatlamlarining dinamiklik koeffitsientini aniqlashga imkon beradi. Toshkent shahri hududidagi grunt qatlamlari (30 m chuqurlikgacha) uchun STRATA dasturidan foydalanib, turli chastotalardagi grunt qatlamlarining dinamiklik koeffitsienti hisoblab chiqildi. Bunda Toshkent shahri hududi uchun ishlab chiqilgan seysmogrunt modellari ma’lumotlaridan foydalanilgan. Hisoblash natijalari asosida seysmik qattqlik qiymatidan tebranish davri va maksimal dinamiklik koeffitsienti ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi grafiklari tuzildi (3 va 4-rasm).

Olingan grafiklarga asoslanib, grunt qatlamlarining seysmik qattqligi qiymatlarining pasayishi bilan dinamik koeffitsienti maksimal qiymatga erishadigan davr ortadi, degan xulosaga kelish mumkin. Bundan tashqari, gruntlarning seysmik qattqligining pasayishi dinamik koeffitsientning maksimal qiymatining oshishi bilan kuzatiladi.

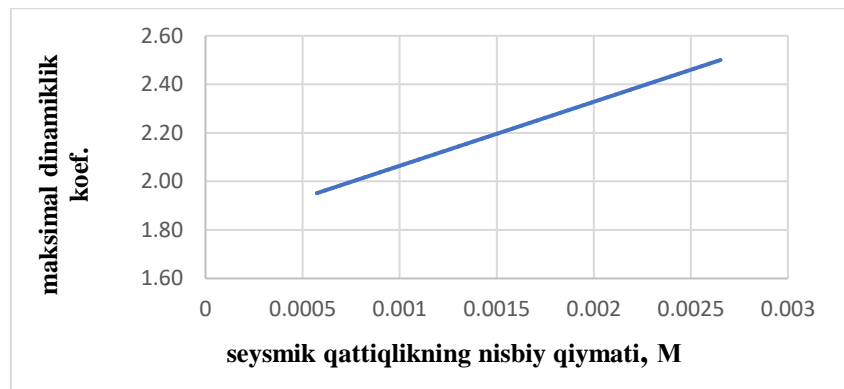


3-rasm. Seysmik qattqlikka nisbatan dinamiklik koeffitsientning eng yuqori davri



4-rasm. Maksimal dinamik koeffitsientning seysmik qattqlikka bog'liqligi grafigi

Olingan natijalardan qulayroq foydalanish uchun ma’lumotlar $M=1/R$ gruntlarning seysmik qattqligining teskari qiymatlariga aylantirildi (5-rasm).



5-rasm. Maksimal dinamiklik koeffitsientning seysmik qattqlikning nisbiy qiymatiga bog‘liqligi grafigi.

Ko‘rsatilgan grafik empirik chiziqli bog‘liqlikni anglatadi, bu yerda grunt dinamik koeffitsientining maksimal qiymati quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$b=264 \cdot M+1,8 \quad (1)$$

Toshkent shahri hududi uchun ajratilgan muhandislik-geologik rayonlar va uchastkalar doirasida grunt qatlamlari dinamik koeffitsientining maksimal qiymatini hisoblash ishlari olib borildi. Olingan empirik bog‘lanish asosida Nurafshon va Chirchiq shaharlari uchun maksimal dinamik koeffitsienti ko‘rsatkichi hisoblab chiqildi.

Dissertatsiyaning to‘rtinchi bobi Toshkent, Nurafshon va Chirchiq shaharlari hududlarida tarqalgan gruntlar uchun dinamiklik koeffitsientning maksimal qiymatini baholash asosida **“Shahar hududlarini seysmik mikrorayonlashtirishda seysmogrun्त modelleridan foydalanish”**ga bag‘ishlangan. Seysmik jadallik orttirmasini hisoblash usuli va Toshkent shahrining seysmik mikrorayonlashtirish xaritasi taklif etiladi.

Seysmik mikrorayonlashtirish bo‘yicha mavjud qo‘llanmalarda seysmik qattqlik usuli seysmik jadallik orttirmasini baholashning to‘g‘ridan-to‘g‘ri usuli sifatida belgilanadi, bu asosan rezonans xususiyatlarini hisobga olmagan holda 30 m grunt qatlamidagi ko‘ndalang to‘lqin tarqalish tezligining o‘rtacha qiymatlariga asoslanadi. Afsuski, grunt qatlamlarining rezonans xususiyatlari rezonans tebranish chastotalarini aniqlash bilan chegaralanadi va hisob-kitoblarda qatlamlarning dinamiklik xususiyati inobat olinmaydi.

Ko‘p qavatli binolar va inshootlarning, ayniqsa muhim obyektlarning seysmik ta‘sirini aniqroq baholash uchun Rossiya Federatsiyasi me‘yoriy hujjatlari quyidagi tenglama bilan aniqlanadigan dinamik koeffitsientdan foydalanishni taklif qiladi (CII 283;1325800,2016):

$$\Delta I = (K) \cdot \lg b \frac{R_0}{R_0 + R_{30}} \quad (2)$$

bu yerda ΔI - seysmik jadallikning orttirmasi; K - kuchlanish koeffitsienti, u grunt qatlamining qattqligining qattiq yarim fazoga nisbatiga qarab belgilanadi; odatda 2,5 yoki 3,3 (rus standartlarida 2,5) qabul qilinadi; R_{30} - grunt qatlamlarining seysmik qattqligi, R_0 - referent gruntning seysmik qattqligi, b - maksimal seysmik

dinamiklik koeffitsienti. Shuni ta'kidlash kerakki, grunt sharoitlari $R_0=R_{30}$ va $b=2$ ga to'g'ri kelganda, seysmik jadallik orttirmasining hisoblangan qiymatlari 0 ballni tashkil qiladi.

Toshkent shahrining grunt qatlamlari uchun kuchlanish koeffitsientini aniqlash uchun tegishli hisob-kitoblar asosida grunt sharoitida kuchlanish koeffitsientining qiymati $K=3,3$ ekanligi aniqlandi. Bunda etalon grunt 0 ballga to'g'ri kelganida, $K=2,5$ ko'rsatkichida qiymatlarning kamayishi kuzatildi.

Toshkent shahrining seysmogrunt modellaridan foydalangan holda, bir qator hisob-kitoblar o'tkazilgandan so'ng, seysmik jadallik orttirmasini aniqlashning yakuniy tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ldi:

$$\Delta I = 3,3 \cdot \lg b \frac{R_0}{R_0 + R_{30}} \quad (3)$$

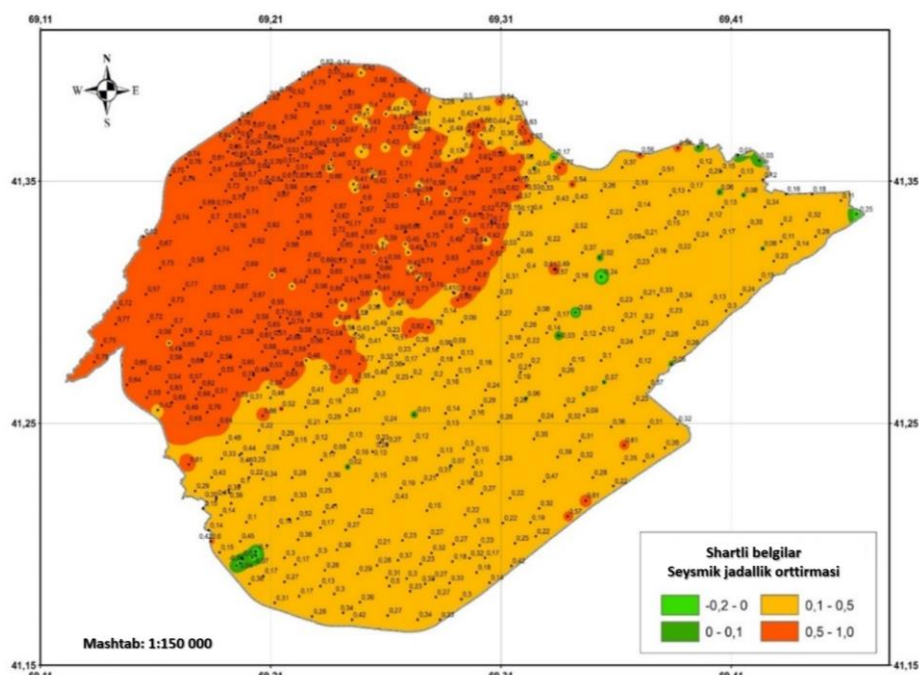
Shahar hududlaridagi grunt qatlamlari uchun dinamiklik koeffitsientning maksimal qiymatlari 1 tenglama bilan aniqlanadi. 6-rasmda tanlangan muhandislik-geologik rayonlar va uchastkalar uchun dinamiklik koeffitsienti qiymatlarining taqsimlanishi ko'rsatilgan. Shaharning muhandislik-geologik hududlariga dinamik koeffitsientning quyidagi o'rtacha qiymatlari mos keladi.

A rayon – 2.2		B rayon–2.3					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">A1 1.96</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">A2 2.06 - 2.36</div> </div>		B1	B2	B3	B4	B5	B5
		2.05	2.00	2.03	2.04	2.07	2.16
		-	-	-	-	-	-
		2.25	2.41	2.50	2.16	2.34	2.39
C rayon – 2.25		D rayon – 2.0					
C1	C2	C3	C4	C5	D1		D2
2.0	2.25	2.04	2.03	2.07	2.0 – 2.2		1.95-2.2
-	-	-	-	-			
2.35	2.29	2.46	2.33	2.18			1.9-2.1

6-rasm. Toshkent shahrining muhandislik-geologik rayonlari va uchastkalari bo'yicha dinamik koeffitsientning taqsimlanishi.

Hisob-kitoblar davomida qattiq grunt qatlamli hududlarda dinamiklik koeffitsientning maksimal qiymatlari eng past ko'rsatkichlarga ega ekanligi aniqlandi. Bundan tashqari, seysmik jadallik orttirmasini hisoblashda amaliy foydalanish uchun dinamiklik koeffitsient qiymatlarini shahar hududi bo'ylab taqsimlanishi xaritasi tuzildi.

Seysmik jadallik orttirmasi 3 formula bo'yicha hisoblab chiqilgan. Seysmik jadallik orttirmasi xaritasi dinamik koeffitsientning taqsimot xaritasiga asoslanadi. Toshkent shahri hududi bo'yicha seysmik jadallik orttirmasi -0,2 dan 1 ballgacha o'zgarishi kuzatildi (7-rasm).

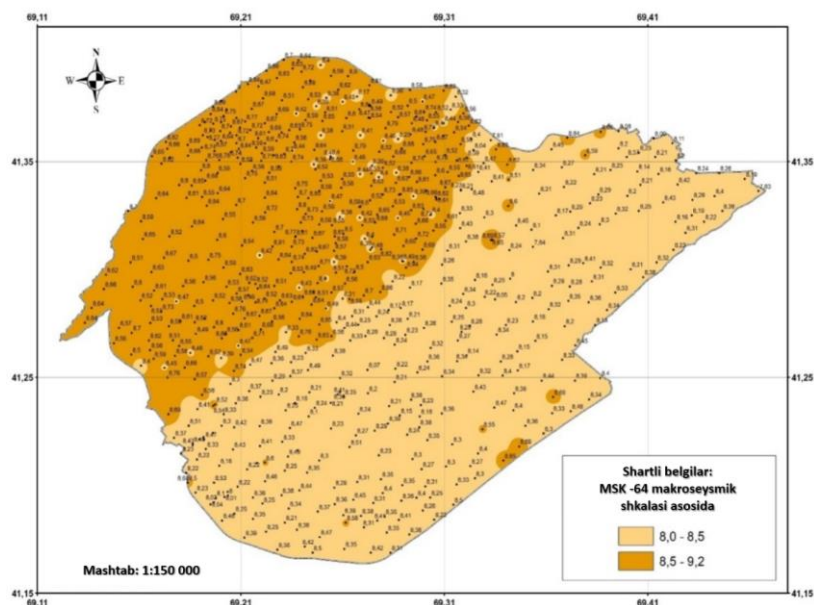


7-rasm. Seysmik jadallik orttirmasi xaritasi, ballarda

Seysmik ta'sirlarning intensivlik qiymati Toshkent shahridagi seysmik xususiyatlari bo'yicha II toifa gruntlar uchun, seysmik ta'sirlar darajasi 50 yil ichida 0,95 dan oshmaslik ehtimoli bilan, 8,08 ball (MSK-64 makroseysmik shkala bo'yicha) etib belgilanadi.

Referent grunt ko'ndalang to'lqin tarqalish tezligi 660 m/s va zichligi 2 g/sm³ bo'lgan grunt qatlami olinib, $b=2$ dinamiklik koeffitsientga to'g'ri keladi.

Seysmik jadallikning eng past qiymati (7,93 ball) D3 muhandislik-geologik uchastkasida qayd etilgan bo'lib, dinamiklik koeffitsientining past qiymatlari bilan, seysmik xususiyatlari bo'yicha ikkinchi toifadagi gruntlar bilan tavsiflanadi (8-rasm).

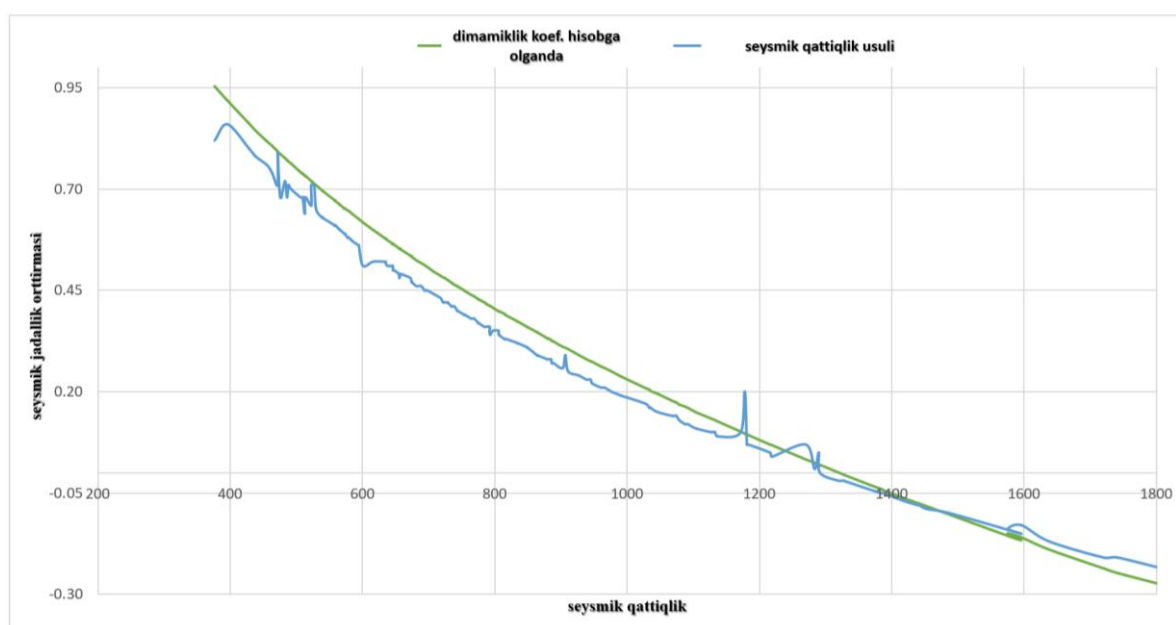


8-rasm. Dinamik koeffitsientni hisobga olgan holda tuzilgan Toshkent shahrini seysmik mikrorayonlashtirish xaritasi

Eng yuqori intensivlik qiymati (9,2 ball) B3 uchastkasida qayd etilgan, bu yerda qalin va past zichlikga ega va rezonans tebranishlarning yuqori amplitudali dispers gruntlar ustunlik qiladi.

Tuzilgan seysmik mikrorayonlashtirish xartasidan ko‘rinib turibdiki, 2023-yilda seysmik qattqlik usuli bo‘yicha tuzilgan mikrorayonlashtirish xartasiga nisbatan 9 balli zonaning chegaralari ortgan.

Seysmik qattqlik usuli yordamida hisoblangan seysmik jadallik orttirmasi qiymatlarini dinamiklik koeffitsientni hisobga olgan holda jadallik orttirmasi qiymatlari bilan solishtirganda, aniqlandiki: dinamiklik koeffitsientini hisobga olgan holda aniqlangan seysmik jadallik orttirmasining musbat qiymatlari seysmik qattqlik usuli bilan olingan ΔI ning musbat qiymatlaridan 22% gacha katta qiymatga, seysmik jadallik orttirmasining manfiy qiymatlari 10% ga kamayishi mumkunligi kuzatildi (9- rasm).



9-rasm. Ikki usul bilan olingan seysmik jadallik orttirmasi qiymatlarini taqqoslash grafigi

Nurafshon va Chirchiq shaharlari hududi seysmik jadallik orttirmasi hisob-kitoblari mavjud seysmik qattqlikning usuli va Toshkent shahriga o‘xshash tebranish chastota xususiyatlarini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan usul asosida amalga oshirildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, Nurafshon grunt qatlamlari modellarida dinamik koeffitsientni hisobga olgan holda seysmik jadallik orttirmasini hisoblanganda, seysmiklik darajasi 7% dan 17% gacha oshadi. Chirchiq shahri hududining grunt sharoitiga ko‘ra, graviy-galechnik yotqiziqlarining tarqalish hududida eng kam o‘zgarishlar, shuningdek, Chirchiq daryosining IV terrasa lyoss gruntlarida eng katta o‘zgarishlar kuzatilgan, umuman olganda, dinamiklik koeffitsientini hisobga olgan holda hisoblangan seysmik jadallik orttirmasi foiz ko‘rinishidagi o‘zgarishi 0 dan 12% gacha oshadi.

XULOSA

1. Toshkent, Nurafshon va Chirchiq shaharlaridagi turli genetik tipdagi gruntlarning muhandislik-geologik va seysmik xossalari bo'yicha materiallar tahlili asosida, ma'lum qurilish obyektlarida, seysmik ta'sirlar jadalligini aniqlash uchun asos bo'lgan seysmogrunt modellarining ko'rsatkichlari belgilangan. Bularga 30 m chuqurlikdagi muhandislik-geologik qirqimlarning turlari, ko'ndalang to'lqinlarning tarqalish tezligi, grunt zichligi, qatlamlarning qalinligi va fazo bo'ylab o'zgaruvchi seysmik jadallik orttirmasi kiritilgan.

2. Shaharlar hududidagi muhandislik-geologik sharoitlarga ko'ra, seysmogrunt sharoiti modellarining har xil turlari ajratildi, ular muhandislik-geologik xususiyatlari, ko'ndalang to'lqinlarning tarqalish tezligi va gruntlarning stratigrafik tuzilishi bilan farqlanadi. Seysmogrunt modellar ma'lumotlariga ko'ra, seysmik ta'sirlarning jadalligi -1 ball dan +1 ballgacha o'zgarib turadi. Qiymatlarning farqlanishi nafaqat ko'ndalang to'lqinning o'rtacha tarqalish tezligiga (V_{s30}), balki muhitning qatlamlanishiga, ularning turiga, qalinligi va rezonans hodisalariga ham bog'liqligi aniqlangan.

3. Shaharlar hududidagi grunt qatlamlarining muhandislik-geologik va seysmik xususiyatlarini o'rganish natijalarini tahlil qilish asosida seysmik intensivlik qiymatining nafaqat grunt qatlamlarining seysmik xususiyatlariga, balki qatlamlarning qatlamlanishiga, qalinligi va soniga, shuningdek, fizik-mexanik parametrlariga (zichligi, g'ovakliligi, deformatsion xususiyatlari) bog'liqligi aniqlangan.

4. Zichligi va ko'ndalang to'lqin tezligi yuqori qiymatlariga ega gruntlarda (600-650 m/s dan ortiq) va bir jinsli gruntlarning tarqalish hududida dinamiklik koeffitsienti eng past qiymatlarga (graviy-galechnik yotqiziqlari va toshsimon lyoss) va ko'ndalang to'lqin tezligi V_{s30} 400 m/s gacha bir jinsli bo'lgan dispers gruntlarda (yuqori g'ovaklikka ega, cho'kuvchan lyoss) dinamiklik koeffitsienti ortishi, grunt qatlamlarining seysmik tebranishlarining o'ziga xosligi bilan bog'liqlik aniqlangan.

5. Respublikaning 18 ta shaharlari hududi uchun ishlab chiqilgan seysmogrunt modellarining tahlili shuni ko'rsatdiki, grunt sharoitlarining eng ko'p soni (45%) V_{s30} 301 - 400 m/s oralig'ida to'g'ri kelgan bo'lib, ular dinamiklik koeffitsientning differensiallashgan qiymatlari bilan tavsiflanadi.

6. Grunt qatlamlarining seysmik tebranishlarining chastota xususiyatlarini modellar orqali o'rganish asosida 5-15 m chuqurlikda rezonans hodisasining namoyon bo'lishi aniqlandi. Grunt qatlamlari tebranishlarining chastota parametrlarini hisobga olgan holda seysmik jadallik orttirmasini baholashda hisoblangan dinamik koeffitsientning ko'rastkichlaridan foydalanish taklif etilgan.

7. Har bir seysmogrunt modeli uchun dinamiklik koeffitsientlari hisoblab chiqildi va ular asosida dinamiklik koeffitsientining shaharlar hududida maksimal qiymatlarini taqsimlanish xaritasi tuzildi, bu xaritalardan Toshkent, Nurafshon va Chirchiq shaharlari hududida seysmik jadallik orttirmasini baholashda foydalanilgan.

8. Mavjud usul va muallif tomonidan taklif etilgan dinamiklik koeffitsientini hisobga olgan usul yordamida seysmik jadallik orttirmasini baholash natijalarini

taqqoslash Toshkent shahri hududida 22% gacha, Nurafshonda 17% va Chirchiqda 12% gacha o'sish qiymatini aniqlash imkonini bergan.

9. Dinamiklik koeffitsientini hisobga olgan holda tuzilgan seysmik jadallik orttirmasi xaritalari Toshkent, Nurafshon va Chirchiq shaharlarining seysmik mikrorayonlashtirish xaritalarini sezilarli darajada o'zgartiradi va seysmik mikrorayonlashtirish bo'yicha keyingi tadqiqotlarda grunt qatlamlarining taklif etilayotgan dinamiklik koeffitsientidan foydalanishni tavsiya qilinadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.24/30.12.2019.GM.96.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ИНСТИТУТЕ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ**

**АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ СЕЙСМОЛОГИИ**

ТЕШАЕВА РУХСОРА БАХОДИР КИЗИ

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ СЕЙСМОГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ
СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ
ТЕРРИТОРИИ**

04.00.04– Гидрогеология и инженерная геология

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по
ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент-2025

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2024.1.PhD/GM214.

Диссертационная работа выполнена в Институте сейсмологии Академии наук Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский-резюме) размещен на веб-странице Научного совета (www.hydroengeo.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Исмаилов Вахитхан Алиханович
доктор геолого-минералогических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Каюмов Абдубаки Джалилович
доктор технических наук, профессор

Мингбоев Кодиржон Розимович
кандидат геолого-минералогических наук

Ведущая организация:

Национальный университет Узбекистана

Защита диссертации состоится «21» августа 2025 года в «9:00» часов на заседании Научного совета DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 при Института гидрогеологии и инженерной геологии (Адрес: 100041, г. Ташкент, ул. Олимлар, 64. Тел.: (+99871) 209-10-79; факс: (+99871) 262-62-15; e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института гидрогеологии и инженерной геологии (регистрационный номер № 61) Адрес: 100041, г. Ташкент, ул. Олимлар, 64. Тел.: (+99871) 209-10-79; факс: (+99871) 262-62-15; e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru.

Автореферат диссертации разослан «4» августа 2025 года.

(реестр протокола рассылки № 10 от «4» августа 2025года)



А.А. Мавлонов,
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.т.н., старший научный сотрудник

М.Р. Жураев,
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней,
доктор философии (PhD) по г.-м.н.

И.Х. Хабибуллаев,
Председатель научного семинара при
Научном совете по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировой практике в области оценки сейсмической опасности и сейсмического риска большое значение имеют исследования влияния грунтовых условий на параметры сейсмических колебаний. Грунтовые условия в зависимости от геолого-литологического строения, физико-механических и сейсмических свойств во многом определяют уровень сейсмических воздействий на инженерные сооружения. Научно-практические исследования параметров сейсмических колебаний грунтовых условий являются основой для достоверного прогноза интенсивности сейсмических воздействий на определенных территориях. В связи с этим комплексное изучение грунтовых условий при сейсмическом микрорайонировании с использованием сейсмогрунтовых моделей повышает точность оценки уровня сейсмического воздействия на строительных площадках.

В развитых странах мира, в огромном масштабе проводятся целенаправленные мировые исследования по разработке теоретических и методических основ прогнозирования сейсмического воздействия на инженерные сооружения с учетом влияния грунтовых условий на строительных площадках. При этом использование сейсмогрунтовых моделей, основанных на знаниях физических свойств грунтов и выявленных особенностях распространения сейсмических колебаний на различных грунтовых толщах, позволяет более достоверно оценивать сейсмические воздействия на строительных площадках. Это позволяет создавать более безопасные и устойчивые к сейсмическим воздействиям инженерные сооружения, обеспечивая сейсмическую безопасность населения и территорий.

В связи с тем, что территория Республики Узбекистан расположена в сейсмически активном регионе и испытывает активный рост урбанизации, особенно в крупных городах научные исследования по оценке сейсмической опасности на основе сейсмического микрорайонирования территории с учетом влияния грунтовых условий становятся необходимыми и востребованными. В стратегии развития Узбекистан-2030 определены важные задачи: «...Кардинально улучшить экологическую обстановку в республике, устранить экологические проблемы и явления, влияющие на жизнедеятельность человека...».² В связи с этим важно проводить научные исследования по составлению карт сейсмического микрорайонирования с применением новейших методов и технологий, учитывая особенности инженерно-геологических условий территории республики.

Для обеспечения сейсмической безопасности и сейсмостойкости сооружений, повышения уровня науки в данной области Президентом Республики Узбекистан принято Постановление №ПП-4794 «О мерах по коренному совершенствованию системы обеспечения сейсмической

² Указ Президента Республики Узбекистан от 21 февраля 2024 г. № УП-37 «О Государственной программе по реализации Стратегии Узбекистана».

безопасности населения и территории Республики Узбекистан» от 30.07.2020 г., также принять Указ Президента Республики Узбекистан № УП-144 от 30 мая 2022 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы обеспечения сейсмической безопасности Республики Узбекистан». Данная диссертационная работа в определенной степени служит реализации задач, определенных в нормативных правовых документах, связанных с обеспечением сейсмической безопасности населения и регионов.

Соответствие исследований приоритетам республиканского научно-технического развития. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетом развития науки и техники республики – VIII «Науки о Земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Уровень изученности проблемы. До сегодняшнего дня вопросы влияния грунтовых условий на интенсивность проявления сильных землетрясений на поверхности Земли изучены и опубликованы в научных трудах С.В.Медведева, В.В.Попова, Г.Н.Назарова, А.Н.Вахтановой, Н.И.Кригера, А.С.Алешина, А.Д.Кожевникова, Ю.И.Баулина, И.Г.Минделя, В.В.Севостьянова, В.В.Заалишвили, О.В.Павлова, В.Джурика и др. Количественные оценки влияния компонентов инженерно-геологических условий на изменчивость сейсмического эффекта и их информативность для отдельных районов Центральной Азии приводятся в работах Г.А.Мавлянова, В.М.Мирзаева, С.М.Касимова, А.Т.Турдикулова, А.М.Худайбергенова, М.Ш.Шерматова, Э.М.Эсенева, С.А.Абдурахманова, Т.С.Валиева, А.Джураева, Н.Джураева, Х.Мирзабаева, К.Ш.Нурмухамедова, В.А.Исмаилова и мн. др.

Теоретические аспекты оценки поведения грунтовой среды при сейсмических воздействиях на различных физических и математических моделях рассмотрены в работах К.Ишихара, Л.И.Ратниковой, Т.У.Артикова, Б.Мардонова, М.П.Салганика, Т.Соатова, Ю.К.Чернова, В.Ю.Соколова и др. Сейсмическая и упругая модель используется в работах М.Н.Голубцовой и О.Я.Шехтер, Э.Фачиолли, которые установили снижение интенсивности сейсмического воздействия, происходящего за счёт устройства искусственного основания, полностью прорезающего слой поверхностных отложений.

Градостроительные планы и проектирование инженерных сооружений строго опираются на оценку сейсмической опасности с учетом грунтовых условий. Проведены многочисленные научно-практические исследования по сейсмическому микрорайонированию (СМР) территорий городов и на их основе разработаны карты СМР. Научно-практические аспекты СМР отражены в работах Г.А.Мавлянова, Н.И.Кригера, А.С.Алешина, Ю.И.Баулина, В.В.Заалишвили, О.В.Павлова, В.И.Джурик, В.В.Севостьянова, И.Г.Минделя, А.Д.Кожевникова, В.И.Уломова, В.М.Мирзаева, С.М.Касимова, С.А.Абдурахманова, Ю.К.Чернова, Т.С.Валиева, К.Ш.Нурмухамедова, Р.Т.Юнусходжиева, В.А.Исмаилова и мн. др. Модели сейсмогрунтовых условий встречаются в диссертационной работе Т. У.

Мамарозикова, в которой оценивались параметры сейсмических колебаний грунтовых толщ различными геофизическими методами при проведении работ по сейсмическому микрорайонированию территории города Андижана.

Связь диссертационного исследования с планами научных исследований научно-исследовательского учреждения, в котором выполнена диссертация.

Диссертационная работа выполнялась в рамках научно-исследовательских работ Института сейсмологии по теме «Разработка сейсмических моделей грунтовых условий для определения сейсмического уровня строительных площадей (в макросейсмических баллах и инженерных показателях) и создание механизма их внедрения в практику» (2021-2023 гг.), также научно-практического проекта AL-5822012298 (2024-2025 гг.) «Создание электронной базы данных по сейсмическим параметрам грунтов для изменения таблицы 1.1 сейсмологической части нормативного документа КМК 2.01.03-96 “Строительство в сейсмических регионах”».

Цель исследования. Выявление особенностей изменений параметров сейсмических колебаний в грунтовых толщах на основе разработки сейсмогрунтовых моделей в различных инженерно-геологических условиях и практическое применение их при сейсмическом микрорайонировании (СМР) городских территорий.

Задачи исследования заключаются в следующем:

выявление особенностей изменения сейсмической интенсивности в различных инженерно-геологических условиях городских территорий;

выбор показателей сейсмических колебаний в различных инженерно-геологических условиях, влияющих на параметры сейсмической интенсивности территории;

создание каталога моделей сейсмогрунтовых условий на основе геофизических исследований на городских территории при СМР городов Узбекистана;

анализ и оценка частотных характеристик сейсмического отклика грунтовых толщ при различных моделях сейсмогрунтовых условий;

оценка приращения сейсмической интенсивности территорий на основе моделей сейсмогрунтовых условий и сопоставление результатов с ранними исследованиями.

В качестве **объекта исследования** выбрана территория городов Ташкента, Нурафшана и Чикчика.

Предметом исследования является определение сейсмического воздействия на поверхность Земли в инженерно-геологических параметрах с использованием сейсмогрунтовых моделей грунтовых толщ и их применение при создании карт СМР.

Методы исследования. Геофизические методы исследования, в т. ч. метод сейсморазведки MASW, а также полевые инженерно-геологические исследования использовались для определения типа, литологического состава и физико-механических свойств грунтов, распространенных на городских территориях. При оценке сейсмического воздействия на поверхности

строительных площадок с применением методов создания специальных сейсмических моделей грунтов использовано программное обеспечение «Proshake» и «Deepsoil», а также программа «STRATA», в которых в качестве исходных воздействий были выбраны реальные записи землетрясений, происходивших на территории Республики Узбекистан.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

выявлены особенности проявления сейсмической интенсивности на городских территориях с учетом типов грунтов, количества и мощности слоев, физических и сейсмических свойств слоев;

определены параметры сейсмических колебаний, которые отражают сейсмические модели сейсмогрунтовых условий и влияют на приращение сейсмической интенсивности;

установлено, функциональная зависимость между амплитудно-частотными параметрами сейсмических колебаний и сейсмической жесткостью грунтов, также изменение количественных характеристик приращения сейсмической интенсивности территории в зависимости от резонансных параметров грунтовых толщ на основе сейсмогрунтовых моделей;

усовершенствована методика оценки приращения сейсмической интенсивности на строительных площадках на основе применения разработанных моделей сейсмогрунтовых условий городов Ташкента, Нурафшана и Чирчика.

Практические результаты исследования:

составлен обобщающий электронный каталог сейсмогрунтовых моделей для городов Узбекистана, который является основой определения расчетных показателей сейсмичности строительных площадок;

модели сейсмогрунтовых условий разработаны для 18 городов Республики Узбекистан (Алмалык, Бекабад, Бухара, Гулистан, Джизак, Зарафшан, Карши, Навои, Нукус, Нурафшан, Самарканд, Термез, Ургенч, Чирчик, Шахрисабз, Янгиер, Янгиюль, Хива);

определены показатели сейсмических колебаний, которые являются основой для разработки синтетических акселерограмм площадки строительства;

предложено усовершенствованное уравнение с использованием коэффициента динамичности для оценки приращения сейсмической интенсивности;

составлена альтернативная карта СМР территории г. Ташкента с использованием моделей сейсмогрунтовых условий.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследований заключается в определении коэффициента динамичности путем моделирования инженерно-геологических условий грунтов, также совершенствовании метода оценки приращений сейсмической интенсивности на строительных площадках при СМР городских территорий.

Практическая значимость результатов исследования характеризуется составленными картами оценки максимума коэффициента динамичности, приращения сейсмической интенсивности, СМР территорий городов Ташкента, Нурафшана и Чирчика, а также разработанными моделями грунтовых условий для 18 городов, включенных в электронный каталог.

Достоверность результатов исследований.

Подтверждается данными инженерно-геологических, геофизических и инструментально-сейсмологических исследований, проведенных на территориях городов республики. В частности, использовались результаты, полученные на 1815 точках сейморазведочных и инструментально-сейсмометрических исследований. Для теоретических расчетов оценки сейсмичности территорий использованы 40 инженерно-геологических разрезов, составленных для различных городских территорий республики.

Внедрение результатов исследований.

На основе научных результатов, полученных в ходе оценки сейсмичности строительных площадок и городских территории:

выявленные параметры особенности проявления сейсмической интенсивности на территории городов с учетом слоистости, мощности и амплитудно-частотных характеристик колебаний грунтовых толщах внедрены в практику Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан № 20-06/498 от 15 января 2025 г.). Результаты использованы для оценки сейсмической интенсивности городских территорий;

обоснованные показатели выбора параметров сейсмических колебаний (V_{s30} , ΔI , PGA , β , f), характеризующие сейсмогрунтовые модели и влияющие на сейсмическую интенсивность, внедрены в практику Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан № 20-06/498 от 15 января 2025 г.). Результаты дают возможность правильного выбора составляющих параметров сейсмогрунтовых моделей;

оценка влияния резонансно-частотных характеристик сейсмического отклика в грунтовых толщах на сейсмическую интенсивность для различных сейсмогрунтовых моделей внедрены в практику Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан № 20-06/498 от 15 января 2025 г.). Полученные результаты позволили определить коэффициент динамичности, сохраняющий резонансно-частотные характеристики грунтов, от параметра сейсмической жесткости;

составленный обобщающий каталог сейсмогрунтовых моделей для территорий городов Узбекистана внедрен в Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Республики Узбекистан № 20-06/498 от 15 января 2025 г.). Результаты моделей сейсмогрунтовых условий для 18 городов позволяют адекватно описать сейсмичность территорий строительных площадок;

усовершенствованная методика оценки приращений сейсмической интенсивности на строительных площадках, на основе разработанных сейсмогрунтовых моделей, внедрены в практику Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан (Справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан № 20-06/498 от 15 января 2025 г.). В результате разработана альтернативная карта СМР территории г. Ташкента.

Апробация результатов исследования. Исследования обсуждались на 6 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 16 статей и тезисов, из них 9 тезисов, 7 научных статей. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 5 научных изданиях, в т. ч. 4 в республиканских и 1 в зарубежных научных журналах, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из Введения, четырех глав, Заключение, списка использованной литературы и Приложения. Общий объем диссертации составляет 129 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность темы диссертации, цели и задачи исследования, раскрываются объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники республики. Раскрыта научная новизна и практические результаты исследования, обоснована их научная и практическая значимость, представлено внедрение результатов исследования в практику, а также сведения об опубликованных работах и о структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Сейсмогрунтовые модели и современное состояние их использования при решении инженерно-сейсмологических задач»** рассматриваются результаты научных исследований по разработке сейсмогрунтовых моделей для решения ряда вопросов, таких как оценка сейсмической опасности территорий, уточнение параметров сейсмических воздействий на определенных строительных площадках и возможный ущерб при сильных землетрясениях.

Специалисты по инженерной сейсмологии из Российской Федерации разработали сейсмогрунтовые модели для различных регионов. Такие модели учитывают физико-механические свойства грунтов, их насыщенность водой, нелинейные характеристики и динамическое поведение при сейсмическом воздействии. Эти исследования обобщены в монографиях А.С.Алешина и В.В.Заалишвили, которые внесли значительный вклад в разработку методов

оценки сейсмических воздействий на строительных площадках и СМР территорий городов на основе сейсмогрунтовых моделей.

Среди зарубежных исследований большой вклад в моделирование грунтовых условий внесли такие ученые, как Поль Дженнингс и Ж.Бардет, которые развили теорию учета нелинейных характеристик грунтовых толщ на основе разработанных моделей. Применение разработанных моделей позволило более точно предсказывать поведение грунтовых толщ в эпицентральной зоне сильных землетрясений. Murat B.Darendeli, а также Джонатан Стюарт из США изучали распространение поверхностных сейсмических волн и их взаимодействие с многослойными грунтовыми средами, включая резонансные эффекты.

Метод матричного описания слоистой среды, впервые предложенный Thomson (1950) и Haskell (1951), стал основой для создания современных расчетных моделей. Этот подход позволяет анализировать распространение сейсмических волн через систему грунтовых слоев с высокой точностью.

При решении задач СМР, а именно, оценке влияния грунтовых условий на параметры сейсмических воздействий на основе сейсмогрунтовых моделей, повышается возможность получения достоверных и необходимых результатов о сейсмических колебаниях при различной силе землетрясений. Учитывая это, нами разработана конструкция модели сейсмогрунтовых условий, которая реально отражает атрибуты физического состояния грунтовых толщ. Использование разработанных сейсмогрунтовых моделей позволяет получить необходимые сведения для оценки параметров сейсмических воздействий (PGA, PGV, PGD, амплитудно-частотные характеристики, спектры отклика, характеристики нелинейности деформаций и т. д.).

На основе инженерно-сейсмологических исследований на территории городов Ташкент, Андижан, Наманган, Алмалык, Бекабад, Бухара, Гулистан, Джизак, Зарафшан, Карши, Навои, Нукус, Нурафшан, Самарканд, Термез, Ургенч, Чирчик, Шахрисабз, Янгиер, Янгиюль и Хива разработаны более 1800 моделей сейсмогрунтовых условий, которые позволили оценить приращения сейсмической интенсивности территорий и определить параметры сейсмических воздействий.

Анализ составленных моделей грунтовых условий для территорий 18 городов Республики Узбекистан позволяет выделить различные зоны по показателю V_{s30} . Грунтовые условия до глубины 30 м в зависимости от значений V_{s30} подразделены на следующие группы: (200-300 м/с), (301-400 м/с), (401-500 м/с), (501-600 м/с), (601-700 м/с), (701-800 м/с), (800-900 м/с). В каждой из этих групп разработано определенное количество моделей. Наибольшее количество (45%) грунтовых условий распределяется в диапазоне V_{s30} 301-400 м/с, что свидетельствует о преобладании умеренно жестких грунтов в этой категории на территории изученных городов Республики Узбекистан.

Во второй главе диссертации **«Особенности инженерно-геологических условий территорий городов и оценка приращения сейсмической интенсивности (на примере Ташкента, Нурафшана и**

Чирчика)» приведены данные об инженерно-геологических условиях территорий Ташкента, Нурафшана и Чирчика, а также инженерно-геологическое районирование с учетом сейсмических характеристик толщ грунтовых разрезов. На территории г. Ташкента в зависимости от геолого-структурного строения выделены четыре инженерно-геологических района, которые на карте инженерно-геологического районирования обозначены буквами А, В, С и D. При этом в каждом инженерно-геологическом районе по литологическому разрезу (до глубины 30 м) выделены инженерно-геологические участки, которые представлены на карте в масштабе 1:25 000.

Район А охватывает структурные брахиантиклинальные поднятия и их склоны, расположенные в северной и северо-восточной частях города. В данном районе по литологическому разрезу выделяются два участка.

Район В охватывает самую широкую территорию Ташкентской равнины, занимая, в первую очередь, ее водораздельные части, которые соответствуют Ташкентскому, Чирчикскому и Чигатайскому поднятиям. В данном районе по литологическому разрезу выделяются шесть участков.

Район С расположен в пределах Ташкентской равнины и характеризуется сложной геоморфологией, включающей сеть долин и оврагов, которые рассекают ландшафт. В данном районе по литологическому разрезу выделяются пять участков.

Район D занимает значительную площадь в южной и юго-восточной частях города, включая современную долину р. Чирчик. В данном районе по литологическому разрезу выделяются три участка.

На основе сейсморазведочного метода MASW в пределах каждого участка изучены сейсмические характеристики в грунтовых толщ. По территории г. Ташкент получены данные о сейсмических характеристиках более 648 пунктов исследования. В таблице приведены обобщенные результаты сейсмических характеристик грунтовых толщ в выделенных инженерно-геологических районах и участках.

Согласно существующим нормативам и инженерно-геологическим факторам, вся исследуемая территория г. Нурафшана разделена на 4 инженерно-геологических района. Для определения скорости распространения поперечных волн и оценки приращения сейсмической интенсивности на территории города в 41 точке проведены сейсморазведочные исследования методом MASW, которые позволили оценить значение V_{s30} на территории Нурафшана. Оно меняется в пределах 263-524 м/с, приращение сейсмической интенсивности изменяется от 0,27 до 0,72 балла.

На территории г. Чирчика проведены сейсморазведочные исследования методом MASW в 41 точке и получены значения скорости поперечных волн для 30-метровой толщи. Анализ результатов свидетельствует, что грунтовые условия (геолого-литологическое строение, инженерно-геологические показатели свойств и пространственное расположение генетических типов грунтов) тесно коррелируют со значениями V_{s30} . Так, высокие значения V_{s30} соответствуют территориям I и II надпойменных террас (451-770 м/с), а наименьшие – в пределах IV надпойменной террасы в лессовых толщах (331-

440 м/с). Соответственно высокое значение приращения сейсмической интенсивности имеют лессовые толщи до 0,5 баллов.

Распределение среднего значения Vs30 и значений приращения сейсмической интенсивности по инженерно-геологическим районам и участкам г. Ташкента

Индекс инженерно-геологических районов	Среднее значение Vs30, м/с	Индекс инженерно-геологических участков	Кол-во пунктов исследований	Среднее значение			Предел изменения значений приращения сейсмической интенсивности*, балл
				плотности 30-метровой толщи, г/см ³	Vs30, м/с	приращение сейсмической интенсивности*, балл	
A	471,98	A1	1	2,07	770	-0,15	-0,15≥
		A2	12	1,81	453,89	0,12	-0,1-+0,27
B	363,6	B1	16	1,79	390,13	0,45	0,17-0,57
		B2	57	1,76	379,28	0,5	0,1-0,8
		B3	165	1,74	352,8	0,55	0,1-0,89
		B4	5	1,78	407,22	0,44	0,12-0,73
		B5	7	1,77	415,3	0,42	0,22-0,71
		B6	11	1,72	327,94	0,61	0,41-0,77
C	369,4	C1	7	1,78	422,8	0,45	0,23-0,72
		C2	7	1,72	324,9	0,61	0,47-0,74
		C3	47	1,73	352,3	0,56	0,2-0,86
		C4	49	1,76	374,9	0,5	0,1-0,75
		C5	6	1,75	378,5	0,51	0,21-0,72
D	549,9	D1	13	1,84	455,9	0,2	0-0,4
		D2	211	1,87	544,5	0,18	-0,21-0,5
		D3	34	1,87	530,6	0,2	-0,21-0,4

Примечание. * по отношению к референтному грунту ($V_s = 600$ м/с, $\rho = 2,0$ г/см³).

В третьей главе диссертации «**Определение коэффициента динамичности грунтов на основе сейсмических жесткостей сейсмогрунтовых моделей**» исследуется влияние амплитудно-частотных характеристик грунтовых толщ в различных сейсмогрунтовых моделях. Для проверки влияния резонансных эффектов на приращение сейсмической интенсивности и показатели пикового ускорения грунта проведены исследования в моделях двухслойной среды с использованием программы

Strata. В экспериментальных моделях показатель V_{s30} (средняя скорость распространения поперечных волн в верхних 30 м) оставался неизменным для каждого набора условий. Были рассмотрены модели с различными значениями V_{s30} : 250, 300, 350, 400, 450, 650 и 750 м/с. При сравнении амплитудно-частотных характеристик каждой модели с частотами входного воздействия на плоской поверхности жесткого полупространства выявлено полное совпадение на частотах 250 и 300 м/с, большая часть на частоте 350 м/с и частичное совпадение на частоте 450 м/с. Это означает, что влияние резонансных свойств на параметры сейсмических колебаний очевидно. В моделях с V_{s30} 650 и 750 м/с видно, что входные частоты оказались далеки от доминирующих частот колебания грунтов толщ (рис. 1). Так, в жестких грунтовых толщах со средними значениями скорости поперечных волн более 450-500 м/с резонанс отсутствует. Установлено, что в моделях грунтовых толщ, в которых проявился эффект резонанса, наблюдались изменения в значении PGA (рис. 2), при этом значение приращения сейсмической интенсивности оставалось неизменным.



Рис. 1. График соответствия частот входного воздействия (ряд 1) собственным частотам модели (V_{s30} 250, 300, 350, 450, 650, 750 м/с).

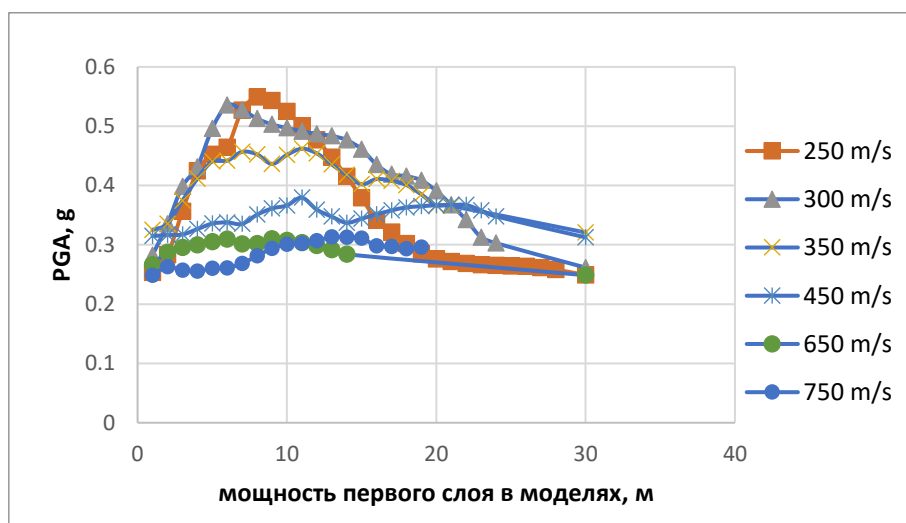


Рис. 2. График изменения показателя PGA в зависимости от мощности грунта.

Теоретическими расчётами А.С.Алешина (2018) установлено, что связь между спектром сейсмических грунтов характеризует резонансные свойства рыхлого однородного колебания грунтовой толщи и коэффициента динамичности слоя грунта, лежащего на плоской поверхности жёсткого полупространства при нормальном падении волны сдвигового типа. Так, при совпадении частоты входящей сейсмической волны (f) с частотой собственных колебаний грунтовой толщи (f_0) возникает резонанс. В условиях резонанса коэффициент динамичности существенно возрастает. Существуют программы STRATA, «Proshake» и «Deepsoil», которые позволяют определить коэффициент динамичности грунтовых толщ по заданным данным спектрального отношения отклика (т. е. отношение амплитуды отклика грунтовой толщи к амплитуде входного воздействия).

С использованием программы STRATA для грунтовых толщ (до глубины 30 м) на территории г. Ташкента рассчитан коэффициент динамичности грунтовых толщ при различных частотах. При этом использованы данные сейсмогрунтовых моделей, разработанные для территории г. Ташкента. По результатам расчётов составлены графики изменения периода колебания и максимума коэффициента динамичности от величины сейсмической жесткости (рис. 3, 4).

Так, можно сделать вывод, что с уменьшением значений сейсмической жесткости грунтовых толщ увеличивается период, при котором коэффициент динамичности достигает максимального значения. Более того, снижение сейсмической жесткости грунтов сопровождается ростом максимального значения коэффициента динамичности.



Рис. 3. Период пика коэффициента динамичности в зависимости от сейсмической жесткости.

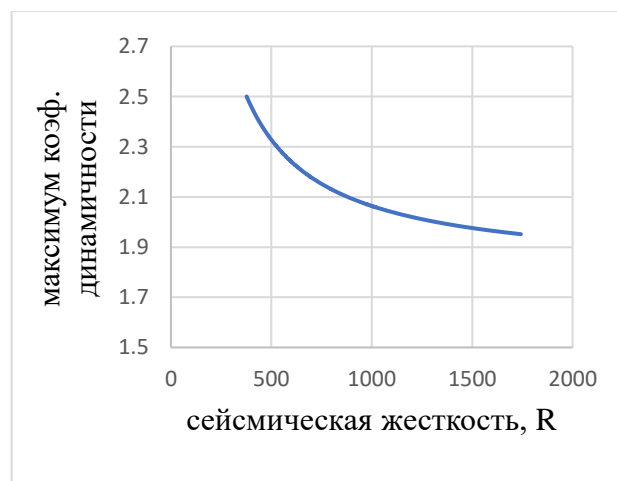


Рис. 4. График зависимости максимума коэффициента динамичности от сейсмической жесткости.

Для более удобного использования полученных результатов данные преобразовывались на относительные значения сейсмической жесткости грунта $M = 1/R$ (рис. 5).

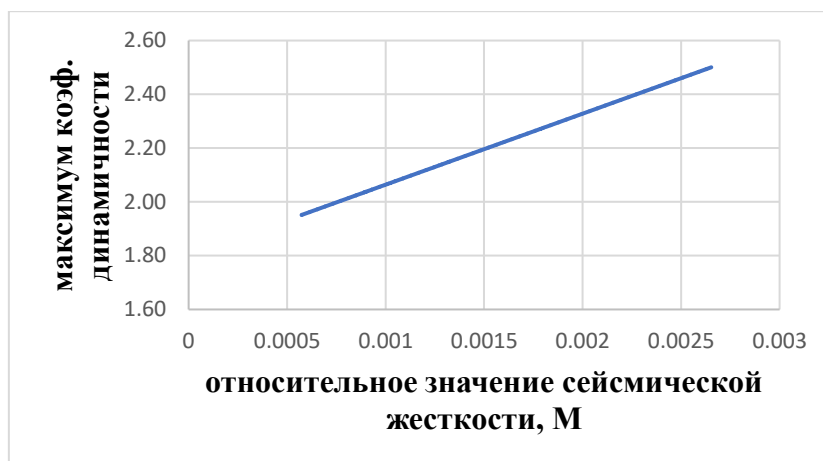


Рис. 5. График зависимости максимума коэффициента динамичности от относительного значения сейсмической жесткости.

Приведённый график демонстрирует эмпирическую линейную зависимость, где максимальное значение коэффициента динамичности грунта определяется из следующего уравнения:

$$B = 264 \cdot M + 1,8. \quad (1)$$

Для территории г. Ташкента в пределах выделенных инженерно-геологических районов и участков проведены расчеты максимального значения коэффициента динамичности грунтовых толщ. На основе полученного уравнения, максимум коэффициента динамичности был рассчитан для городов Нурафшана и Чирчика.

Четвертая глава диссертации **«Использование сейсмогрунтовых моделей при сейсмическом микрорайонировании территорий городов»** посвящена оценке максимального значения коэффициента динамичности для территорий городов Ташкента, Нурафшана, Чирчика. Предложена методика расчета приращения сейсмической интенсивности, а также карта СМР для г. Ташкента.

В существующих руководствах по сейсмическому микрорайонированию метод сейсмических жесткостей определен как прямой метод по оценке приращения сейсмической интенсивности, который в основном опирается на средние значения скорости поперечных волн в 30-метровой толще грунтов, без учета резонансных свойств. К сожалению, резонансные свойства грунтовых толщ ограничиваются определением резонансных частот колебания, а динамичность толщи не учитывается при расчетах.

В нормативных документах Российской Федерации для более точной оценки сейсмического воздействия высотных зданий и сооружений, а также особо ответственных объектов, предлагается использование коэффициента динамичности, который определяется следующим уравнением (СП 283; 1325800, 2016):

$$\Delta I = (K) \cdot \lg b \frac{R_0}{R_0 + R_{30}} \quad (2)$$

где ΔI – приращение сейсмической интенсивности;

K – коэффициент усиления, который определяется в зависимости от соотношения жесткости грунтового слоя с жестким полупространством, обычно принимаются коэффициенты 1,8; 2,5 или 3,3 (в нормах Российской Федерации принят 2,5);

R_{30} – сейсмическая жесткость грунтовых толщ;

R_0 – сейсмическая жесткость референтного грунта;

b – максимум коэффициента динамичности.

Отметим, что в случае, когда грунтовые условия соответствуют $R_0 = R_{30}$ и при $b = 2$, расчетные значения приращения сейсмической интенсивности составляют 0 баллов.

На основе соответствующих расчетов по определению коэффициента усиления для грунтовых толщ г. Ташкента установлено, что значение коэффициента усиления в грунтовых условиях составляет $K = 3,3$, при котором референтный грунт соответствует 0 баллов, тогда как $K = 2,5$ имеет заниженное значение.

После проведенных серий расчетов с использованием сейсмогрунтовой модели г. Ташкента итоговое уравнение по определению приращения сейсмической интенсивности имело следующий вид:

$$\Delta I = 3,3 \cdot \lg b \frac{R_0}{R_0 + R_{30}}. \quad (3)$$

Максимальные значения коэффициента динамичности для различных грунтовых толщ на территории города определены по уравнению (1). Распределение значений коэффициента по выделенным инженерно-геологическим районам и участкам отражено на рис. 6.

Район А – 2.2		Район В – 2.3							
<div>A1</div> <div>1.96</div>		<div>A2</div> <div>2.06 - 2.36</div>		<div>B1</div> <div>2.05 - 2.25</div>	<div>B2</div> <div>2.00 - 2.41</div>	<div>B3</div> <div>2.03 - 2.50</div>	<div>B4</div> <div>2.04 - 2.16</div>	<div>B5</div> <div>2.07 - 2.34</div>	<div>B5</div> <div>2.16 - 2.39</div>
Район С – 2.25				Район D – 2.0					
<div>C1</div> <div>2.0 - 2.35</div>	<div>C2</div> <div>2.25 - 2.29</div>	<div>C3</div> <div>2.04 - 2.46</div>	<div>C4</div> <div>2.03 - 2.33</div>	<div>C5</div> <div>2.07 - 2.18</div>	<div>D1</div> <div>2.0 – 2.2</div>		<div>D2</div> <div>1.95-2.2</div>		<div>D3</div> <div>1.9-2.1</div>

Рис. 6. Распределение коэффициента динамичности по инженерно-геологическим районам и участкам г. Ташкента.

В ходе расчетов установлено, что в районах с более жесткими грунтами максимальные значения коэффициента динамичности имеют наименьшие показатели. Для практического применения при расчете приращения сейсмической интенсивности составлена карта распределения значений коэффициента динамичности по территории города.

Приращение сейсмической интенсивности рассчитано по формуле (3). В основе составления карты приращения сейсмической интенсивности лежит карта распределения коэффициентов динамичности. По территории г. Ташкента приращение сейсмической интенсивности изменяется в пределах от -0,2 до 1 балла (рис. 7).

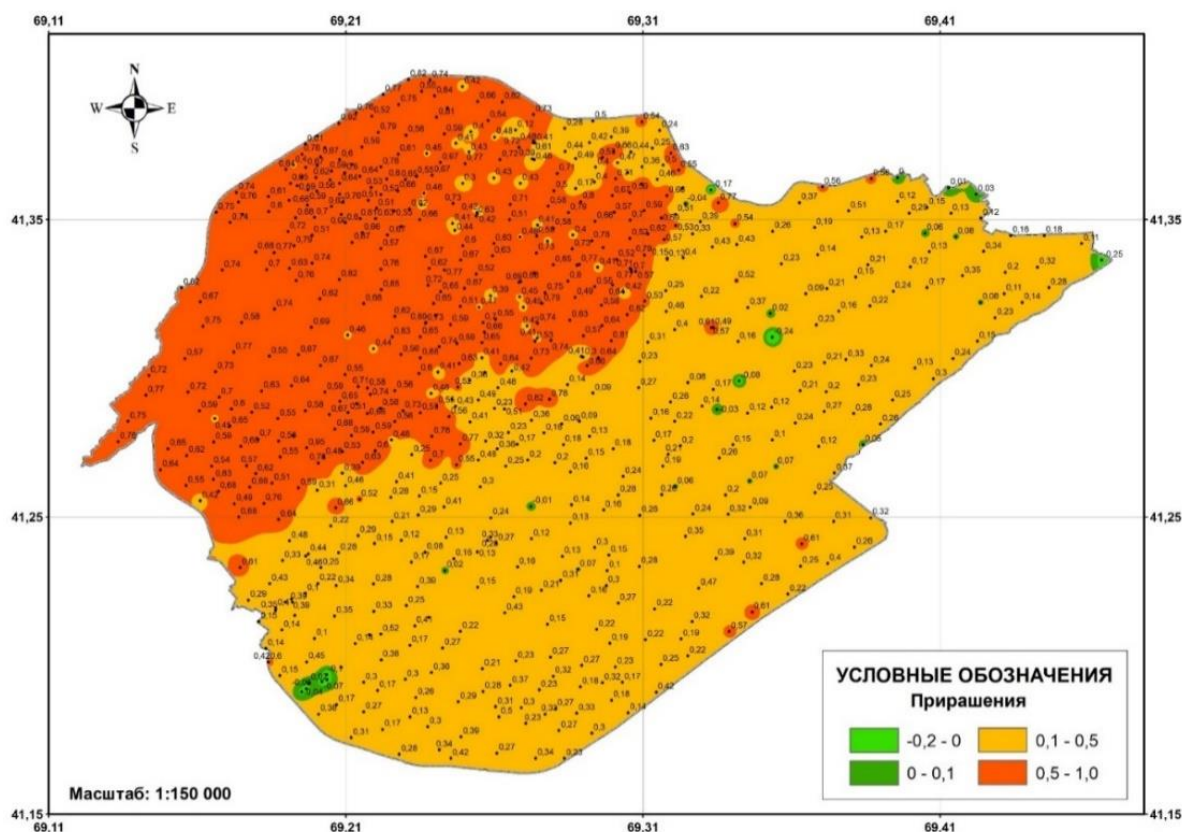


Рис. 7. Карта приращения сейсмической интенсивности, балл.

Значение интенсивности сейсмических воздействий установлено на уровне 8,08 балла (по макросейсмической шкале MSK-64) для грунтов II категории по сейсмическим свойствам в г. Ташкенте при вероятности 0,95 того, что уровень сейсмических воздействий не будет превышен в течение 50 лет. В качестве референтного грунта принята грунтовая толща с показателями скорости распространения поперечных волн 660 м/с и плотностью 2 г/см³, которая соответствует коэффициенту динамичности $b = 2$.

Наименьшее значение сейсмической интенсивности (7,93 балла) зарегистрировано в инженерно-геологическом районе D3, характеризующемся грунтами второй категории по сейсмическим свойствам с низкими значениями коэффициента динамичности (рис. 8). Наибольшее

значение интенсивности (9,2 балла) зафиксировано в районе ВЗ, где преобладают дисперсные грунты с большой мощностью и с низкой плотностью, высокой амплитудой резонансных колебаний.

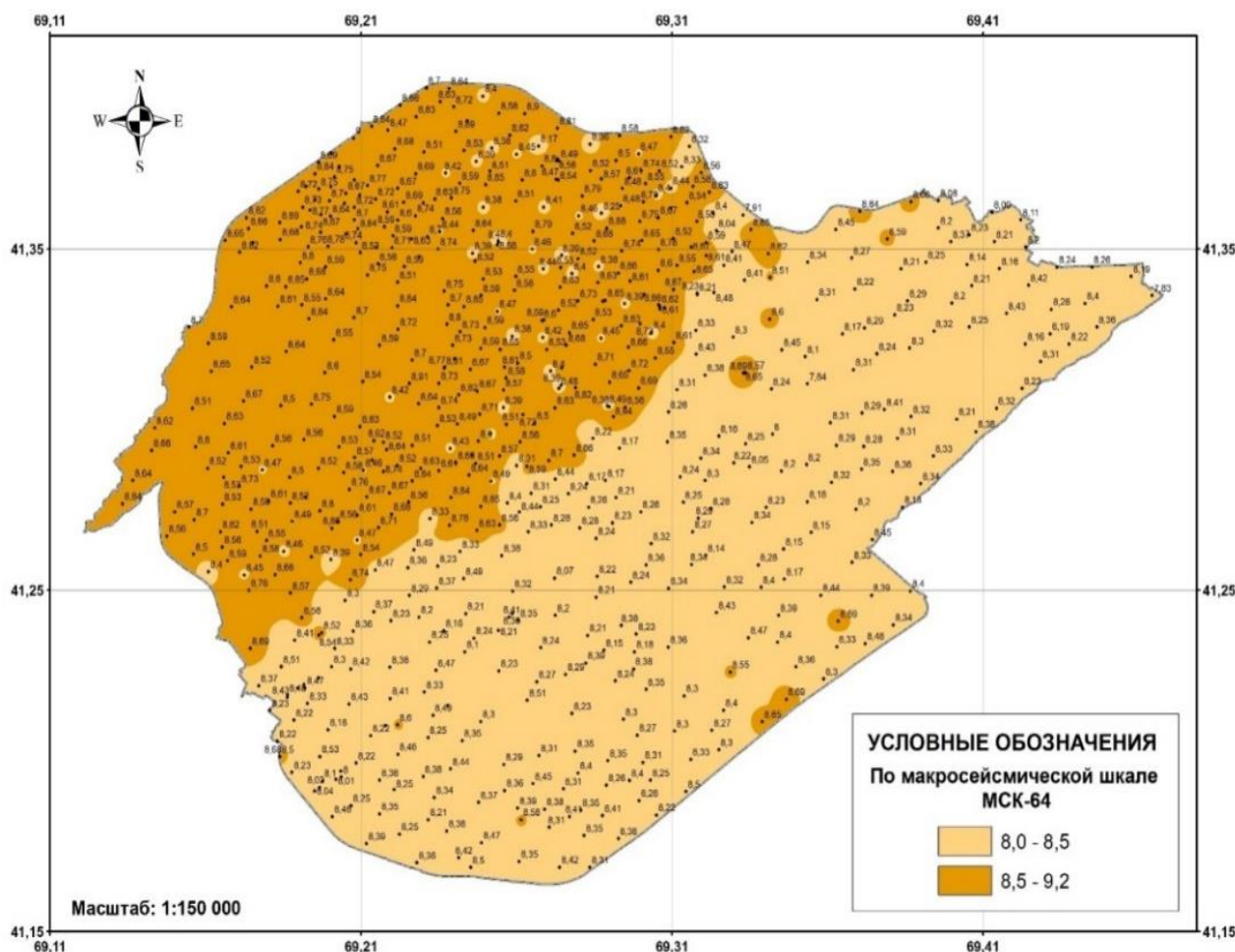


Рис. 8. Карта сейсмического микрорайонирования г. Ташкента с учетом коэффициента динамичности.

Из построенной карты СМР видно, что границы 9-балльной зоны увеличились по сравнению с картой микрорайонирования методом сейсмической жесткости, составленной в 2023 г.

При сравнении значений приращения сейсмической интенсивности, рассчитанных методом сейсмической жесткости, со значениями приращения сейсмической интенсивности с учетом коэффициента динамичности установлено, что положительные значения приращения сейсмической интенсивности могут измениться до 22% выше положительных значений ΔI , полученных методом сейсмической жесткости, отрицательные значения приращения сейсмической интенсивности уменьшаются до 10% (рис. 9).

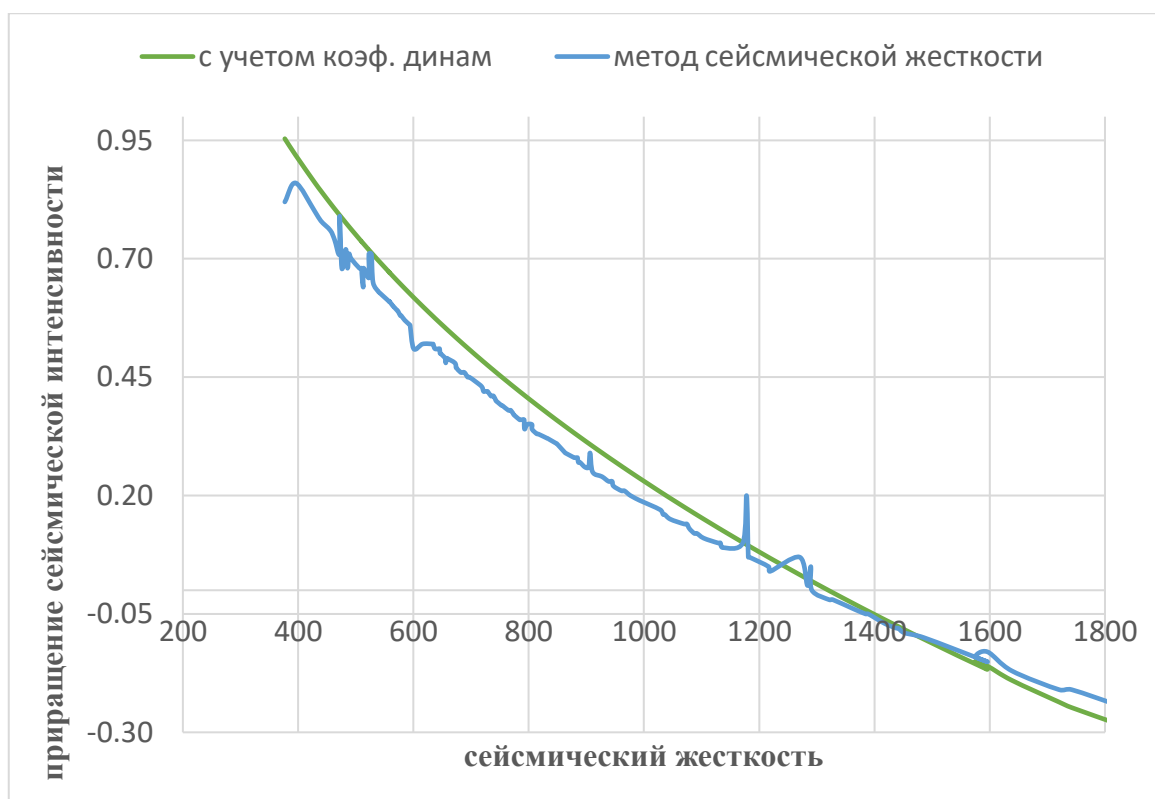


Рис. 9. График сопоставления значений приращения сейсмической интенсивности, полученной по двум методам.

Расчеты приращения сейсмической интенсивности для территории городов Нурафшана и Чирчика проведены на основе существующей методики сейсмической жесткости и разработанной методики по учету частотных характеристик колебания, как и для г. Ташкента. Полученные результаты свидетельствуют о том, что приращение интенсивности с учетом коэффициента динамичности на моделях грунтовых толщ Нурафшана повышает уровень сейсмичности от 7 до 17%. В соответствии с грунтовыми условиями г. Чирчика, наименьшие изменения на территории распространения гравийно-галечниковых отложений, а наибольшие – в лессовых грунтах IV надпойменной террасы р. Чирчик. В процентном отношении изменение сейсмической интенсивности с учетом коэффициента динамичности – от 0 до 12%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании анализа материалов инженерно-геологических и сейсмических свойств разных генетических типов грунтов на территории городов Ташкента, Нурафшана и Чирчика установлены показатели сейсмогрунтовых моделей, которые являются основой для определения интенсивности сейсмических воздействий на определенных строительных площадках. К ним относятся типы инженерно-геологических разрезов до глубины 30 м, скорость распространения поперечных волн, плотность

грунта, мощность слоев и приращение сейсмической интенсивности, которые изменяются в пространстве.

2. По инженерно-геологическим условиям на территории городов выделяются различные типы моделей сейсмогрунтовых условий, которые различаются по своим инженерно-геологическим характеристикам, скорости распространения поперечной волны и стратиграфическому строению грунтов. По данным сейсмогрунтовых моделей, интенсивность сейсмических воздействий меняется от -1 балла до $+1$ балла. Дифференциация значений зависит не только от скорости распространения поперечной волны (V_{s30}), но и от слоистости среды, мощности и резонансных явлений.

3. На основе анализа результатов исследований инженерно-геологических и сейсмических свойств в грунтовых толщах на территории городов установлена зависимость значений сейсмической интенсивности не только от сейсмических характеристик грунтовых толщ, но и от слоистости толщи, мощности, количества слоев и параметров физико-механических свойств (плотность, пористость, деформационные свойства).

4. Установлено, что на территории распространения грунтов с более высокими значениями плотности, скоростью поперечных сейсмических волн более 600-650 м/с и с однородной толщей коэффициент динамичности имеет наименьшие значения (гравийно-галечниковые отложения и каменные лессы) и наибольшие – в дисперсных и слоистых толщах с скоростью поперечных волн V_{s30} до 400 м/с, где коэффициент увеличивается (высокопористые, просадочные лессовые грунты). Это обусловлено особенностью сейсмических колебаний грунтовых толщ.

5. Анализ разработанных сейсмогрунтовых моделей для территорий 18 городов республики показал, что наибольшее количество (45%) грунтовых условий распределяется в диапазоне V_{s30} 301-400 м/с. Они характеризуются более дифференцированными значениями коэффициента динамичности.

6. На основе исследования на моделях частотных характеристик сейсмических колебаний в дисперсных толщах грунтов выявлено проявление резонансного явления на глубинах 5-15 м. При оценке приращения сейсмической интенсивности с учетом частотных параметров колебания грунтовых толщ предложено использование расчетного параметра коэффициента динамичности.

7. Для каждой сейсмогрунтовой модели рассчитаны коэффициенты динамичности и на их основе составлена карта распределения максимальных значений коэффициента динамичности, использованная при оценке приращения сейсмической интенсивности на территории городов Ташкента, Нурафшана и Чирчика.

8. Сопоставление результатов оценки приращения сейсмической интенсивности существующим методом и предложенным автором с учетом коэффициента динамичности позволили выявить увеличение значений приращения до 22% на территории г.Ташкента, на 17% – в Нурафшане и 12% – в Чирчике.

9. Составленные с учетом коэффициента динамичности карты приращения сейсмической интенсивности существенно корректируют карты СМР городов Ташкента, Нурафшана и Чирчика. В дальнейших исследованиях по сейсмическому микрорайонированию рекомендуем использовать предложенный коэффициент динамичности грунтовых толщ.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 AT INSTITUTE OF
HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY**

**INSTITUTE OF SEISMOLOGY OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF
THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

TESHAEVA RUKHSORA BAHODIR KIZI

**DEVELOPMENT OF MODELS OF SEISMOGROUND CONDITIONS FOR
SEISMIC MICROZONING OF URBAN AREAS**

04.00.04 – Hydrogeology and engineering geology

ABSTRACT
of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in
GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES

Tashkent-2025

The theme of dissertation of the doctor philosophy (PhD) registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2024.1 PhD/GM214.

The dissertation has been prepared at the Institute of Seismology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english-summary) on the website of the Scientific Council (www.hygroengeo.uz) and on the Information and educational portal "ZiyoNet" (www.ziyo.net)

Scientific adviser:

Ismailov Vakhitkhan Alikhanovich

doctor of geological and mineralogical sciences, professor

Official opponents:

Kayumov Abdubaki Dzhallilovich

doctor of technical sciences, professor

Mingboev Kodirjon Rozimovich

candidate of geological and mineralogical sciences

Leading organization:

National University of Uzbekistan

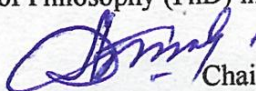
The defense will take place «21» august, 2025 at 9:00 at the meeting of the Scientific council DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 at the Institute of Hydrogeology and Engineering Geology (Address: 100041, Tashkent, st. Olimlar, 64. Tel.: (+99871) 209-10-79; fax: (+99871) 262-62-15, e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru)

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Institute of Hydrogeology and Engineering Geology (is registered under 61) Address: 100041, Tashkent, st. Olimlar, 64. Tel.: (+99871) 209-10-79; fax: (+99871) 262-62-15, e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru.

The abstract of the dissertation is distributed on «4» august 2025.
(register of this distributed protocol from № 10 dated «4» august 2025)


A.A. Maylonov,
Chairman of the Scientific Council for
Awarding scientific degrees,
Doctor of geology and mineralogical sciences, senior researcher

M.R. Zhuraev,
Scientific secretary of the Scientific Council for
Awarding scientific degrees,
Doctor of Philosophy (PhD) in geology and mineralogical sciences


I.Kh. Khabibullaev,
Chairman of the Scientific Seminar at the
Scientific Council for Awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of Doctor of Philosophy (PhD) dissertation)

The aim of the research work is to identify the features of changes in the parameters of seismic vibrations in soil strata based on the developed seismic soil models and their practical application in seismic microzoning (SMR) of urban areas.

The subject of the research is the determination of seismic impact on the Earth's surface in engineering parameters using models of seismic ground conditions and its use in creating Seismic Microzoning maps.

The scientific novelty of the research is as follows:

the features of the manifestation of seismic intensity in urban areas have been determined, taking into account the types of soils, the number and thickness of the layers, the physical and seismic properties of the layers;

seismic vibration parameters representing seismic ground models and influencing the increase in seismic intensity have been determined;

based on seismic ground models, the functional relationship between the amplitude-frequency indicators of seismic vibrations and seismic rigidity was determined, and the quantitative change in the increment of seismic intensity depending on the resonance characteristics was determined;

using seismic soil models developed for the cities of Tashkent, Nurafshan, and Chirchik, the methodology for assessing the territorial variation of the dynamic coefficient of soils arising under various soil conditions and the increase in seismic intensity based on them has been improved.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained during the assessment of seismicity of construction sites and urban areas:

The identified features of the manifestation of seismic intensity in the territory of cities, taking into account the layering, power and amplitude-frequency characteristics of vibrations in soil strata, were introduced into practice of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan (Reference of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan No. 20-06/498 dated January 15, 2025). The results were used to assess the seismic intensity of urban areas.

Reasonable indicators for the selection of seismic vibration parameters (V_{s30} , ΔI , PGA , β , ρ_{30}), characterizing seismic models and affecting seismic intensity, have been introduced into the practice of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan (Reference of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan No. 20-06/498 dated January 15, 2025). The results make it possible to correctly select the parameters of the seismic models.

The results of the assessment of the influence of the resonant frequency characteristics of the seismic response in ground layers on the seismic intensity for various seismic models have been implemented in the practice of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan (Reference of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan No. 20-06/498 dated January 15, 2025). The obtained results made it possible to determine the dynamic coefficient that preserves the

resonant frequency characteristics of soils from the seismic rigidity parameter;

The compiled general catalog of seismic soil models for the territory of cities of Uzbekistan has been introduced into practice of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan (Reference of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan No. 20-06/498 dated January 15, 2025). The results of models of seismic conditions of 18 cities are used to adequately describe the seismicity of the territory of construction sites.

An improved methodology for assessing seismic intensity increments at construction sites, based on the developed seismic soil models, has been introduced into the practice of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan (Reference of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan No. 20-06/498 dated January 15, 2025). As a result, an alternative map of seismic microzoning of the territory of Tashkent city has been developed.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and an appendix. The total volume of the dissertation is 129 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I chast; part I)

1. Бозоров Ж.Ш., Мансуров А.Ф., Рузимбаев Ф.Ф., Тешаева Р.Б. К вопросу о влиянии лёссовых грунтов на сейсмическую интенсивность строительной площадки // Вестник НУУз. - 2021. - № 1 (4). - С. 156-162. (04.00.00; №7).
2. Тешаева Р.Б. Разработка сейсмических моделей грунтовых условий для сейсмического микрорайонирования городов Узбекистана (в инженерных показателях) // Проблемы сейсмологии. - 2023. - Т. 5. - № 1. - С. 86-94. (04.00.00).
3. Бозоров Ж.Ш., Зафаров О., Тешаева Р.Б. Шўрланган грунтларнинг сеймик ва физик хоссалари орасидаги ўзаро корреляцион боғлиқлик хусусиятлари // Геология ва минерал ресурслар. - 2022. - № 6. - С. 102-106. (04.00.00; №2).
4. Teshayeva R.B., Islamova N.F. Development of seismic models of soil conditions for seismic microzoning of cities in uzbekistan (in engineering terms) // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences. An Open Access, 2023. - Vol. 13. - P. 92-99, Centre for info bio technology (CIBTech). - Jaipur, India. Online International Journal Available at <http://www.cibtech.org/jgee.htm>. (04.00.00; №7).
5. Тешаева Р.Б. Моделирование реакции грунтов Нурафшана на сейсмическое воздействие // Цифровые технологии в промышленности. Каршинский государственный университет, научно-технический журнал. - 2025. Volume 3, №2. DOI: <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.4> (04.00.00).

II bo'lim (II часть; part II)

1. Ядигаров Э.М., Хусомиддинов А.С., Исламов Х.А., Бозоров Ж.Ш., Тешаева Р.Б. Оценка сейсмических воздействий в инженерных показателях (на примере Нового Ташкента) // Научный журнал архитектуры, строительства и дизайна. - 2024. - № 1. - С. 344-348.
2. Бозоров Ж.Ш., Тешаева Р.Б., Орипов Н.К., Рузимбаев Ф.Ф., Мансурова Р.Д. Методика опытно-экспериментальных исследований изменений инженерно-геологических и сейсмических свойств лессовых грунтов при инженерной подготовке // Вестник молодых ученых. - 2022. - № 1 (4). - С. 45-49.
3. Бозоров Ж.Ш., Тешаева Р.Б., Мансуров А.Ф., Рузимбаев Ф.Ф. Особенности влияния просадочных лёссовых грунтов на сейсмическую интенсивность строительной площадки // Мат-лы XIV Ежегодн. междунар. конф. молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях» 27-29 апреля 2022. - Бишкек, 2022. - С. 268-275.
4. Тешаева Р.Б. Использование «сейсмогрунтовых» моделей при оценке инженерно-сейсмологических условий г. Термеза // Мат-лы междунар. конф. молодых ученых «Наука и инновации». - Ташкент, 2022. - С. 431-433
5. Исмаилов В.А., Хусомиддинов А.С., Тешаева Р.Б., Турдиева М. Усовершенствование таблицы 1.1 нормативного документа КМК - 2.01.03.96 «Строительство в сейсмических районах» // Мат-лы XIV Ежегодн. междунар. конф. молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях» 27-29 апреля 2022. - Бишкек, 2022. - С. 326-329
6. Актамов В.У., Тешаева Р.Б., Авазов А.Б. Создание карты пикового ускорения грунтов территории г. Андижана // Мат-лы науч. конф. «Наука и технологии в Ферганской долине», 11-12 мая 2023 г. - Наманган, 2023. - С. 465-468.

7. *Тешаева Р.Б., Исламова Н.Ф., Авазов А.Б.* Использование сейсмогрунтовых моделей для определения влияния разнотипных грунтов на сейсмические воздействия строительных площадей города Ташкента // Innovative technologies in construction. May 25, 2023. - Т., 2023. - № 1.

8. *Тешаева Р.Б., Исламова Н.Ф., Авазов А.Б.* Сейсмическое микрорайонирование города Андижана расчетным методом // Мат-лы Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы обеспечения сейсмической безопасности населения и территорий», посвящ. 80-летию Академии наук Республики Узбекистан. - Т., 2023. - С. 174-184.

9. *Ёдгоров Ш.И., Актамов В.У., Авазов Ш.Б., Тешаева Р.Б.* Оценка сейсмического риска для Ферганской области // Мат-лы Междунар. конф. Механика, Сейсмостойкость, Машиностроение: «Обеспечение сейсмической безопасности сейсмостойкости зданий и сооружений, прикладные задачи механики», 27-29 мая 2024 г. - Т., 2024. - С. 263-267.

10. *Тешаева Р.Б.* Оценка сейсмогрунтовых условий города Нурафшана // Мат-лы Респуб. науч. конф. «Проблемы повышения подготовки специалистов и населения пути их решения по обеспечению сейсмической безопасности в Узбекистане», - Т., 2025. - С. 178-184.

11. *Тешаева Р.Б.* Анализ сейсмических воздействий на строительные площадки с различными грунтовыми условиями // Мат-лы Респуб. науч. конф. «Актуальные проблемы наук о Земле», - Т., 2025. - С. 85-89.

Avtoreferat “Geologiya va mineral resurslar” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bichimi 60x84¹/₁₆. raqamli bosma usulida chop etildi. Times Hew Roman garniturası. Sharti bosma tabog‘i: 2,75. Adadi 60. Buyurtma № 15.
«Mineral resurslar instituti» bosmaxonasida chop etildi.
Bosmaxona manzili: 100164, Toshkent sh., Olimlar ko‘chasi 64-uy.