

**НЕФТЬ ВА ГАЗ КОНЛАРИ ГЕОЛОГИЯСИ ҲАМДА ҚИДИРУВИ  
ИНСТИТУТИ, ЎЗБЕКИСТОН НЕФТЬ ВА ГАЗ САНОАТИ ИЛМИЙ-  
ТАДҚИҚОТ ВА ЛОЙИҲАЛАШ ИНСТИТУТИ, ТОШКЕНТ ДАВЛАТ  
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА И.М.ГУБКИН НОМИДАГИ РОССИЯ  
ДАВЛАТ НЕФТЬ ВА ГАЗ УНИВЕРСИТЕТИ ФИЛИАЛИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc 27.06.2017.GM/T.41.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДА  
БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ИСМАИЛОВ ВАХИТХАН АЛИХАНОВИЧ**

**СЕЙСМИК РИСКНИ ТУРЛИ ДАРАЖАДА БАҲОЛАШНИНГ  
ИНЖЕНЕР - СЕЙСМОЛОГИК АСОСЛАРИ**

**04.00.06 - Геофизика. Фойдали қазилмаларни қидиришнинг геофизик усуллари**

**ГЕОЛОГИЯ - МИНЕРАЛОГИЯ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент - 2019**

**Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)**  
**Content of the abstract of dissertation doctor of science (DSc)**

**Исмаилов Вахитхан Алиханович**

Сейсмик рискни турли даражада баҳолашнинг инженер - сейсмологик  
асослари.....3

**Исмаилов Вахитхан Алиханович**

Инженерно - сейсмологические основы разноуровневой оценки  
сейсмического риска.....27

**Ismailov Vakhitkhan Alikhanovich**

Engineer - seismological bases estimation of seismic risk for different levels.....51

Элон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....55

---

**НЕФТЬ ВА ГАЗ КОНЛАРИ ГЕОЛОГИЯСИ ҲАМДА ҚИДИРУВИ  
ИНСТИТУТИ, ЎЗБЕКИСТОН НЕФТЬ ВА ГАЗ САНОАТИ ИЛМИЙ-  
ТАДҚИҚОТ ВА ЛОЙИҲАЛАШ ИНСТИТУТИ, ТОШКЕНТ ДАВЛАТ  
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ВА И.М.ГУБКИН НОМИДАГИ РОССИЯ  
ДАВЛАТ НЕФТЬ ВА ГАЗ УНИВЕРСИТЕТИ ФИЛИАЛИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc  
27.06.2017.GM/Т.41.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДА БИР  
МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ИСМАИЛОВ ВАХИТХАН АЛИХАНОВИЧ**

**СЕЙСМИК РИСКНИ ТУРЛИ ДАРАЖАДА БАҲОЛАШНИНГ  
ИНЖЕНЕР - СЕЙСМОЛОГИК АСОСЛАРИ**

**04.00.06 - Геофизика. Фойдали қазилмаларни қидиришнинг геофизик усуллари**

**ГЕОЛОГИЯ - МИНЕРАЛОГИЯ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент-2019**

**Фан доктори (DSc) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № B2018.1.DSc/GM35 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Сейсмология институтида бажарилган

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз тилларида резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.ing.uz](http://www.ing.uz)) ва “Ziyonet” Ахборот-таълим порталида ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий маслаҳатчи:**

**Хусомиддинов Сабриддин Самарович**  
физика-математика фанлари доктори

**Расмий оппонентлар:**

**Долгополов Феликс Геннадьевич**  
геология-минералогия фанлари доктори

**Раджабов Шухрат Сайфуллаевич**  
геология-минералогия фанлари доктори

**Ходжиметов Алиназар Ирисметович**  
физика-математика фанлари доктори

**Етакчи ташкилот:**

**Геология ва геофизика институти**

Диссертация ҳимояси Нефть ва газ конлари геологияси ҳамда қидируви институти, Ўзбекистон нефть ва газ саноати илмий-тадқиқот ва лойиҳалаш институти, Тошкент давлат техника университети ва И.М.Губкин номидаги Россия давлат нефть ва газ университети филиали ҳузуридаги DSc 27.06.2017.GM/T41.01 рақамли Илмий кенгаш асосидаги Бир марталик Илмий кенгашнинг 2019 йил «26» феврал соат 14<sup>00</sup>даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100059, Тошкент шаҳар, Шота Руставели кўчаси, 114 уй. Тел.: (99871) 253-09-78, факс: (99871) 250-92-15, e-mail: [igirnigm@ing.uz](mailto:igirnigm@ing.uz).)

Диссертация билан Нефть ва газ конлари геологияси ҳамда қидируви институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (3919 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100059, Тошкент шаҳар, Шота Руставели кўчаси, 114 уй. Тел.: (99871) 253-09-78, факс: (99871) 250-92-15, e-mail: [igirnigm@ing.uz](mailto:igirnigm@ing.uz).)

Диссертация автореферати 2019 йил «9» февралда тарқатилди.

(2019 йил “15” январдаги 1 рақамли реестр баённомаси)

**Ю.И.Иргашев**

Илмий даражалар берувчи  
бир марталик Илмий кенгаш раиси,  
г.-м.ф.д., профессор

**М.Г.Юлдашева**

Илмий даражалар берувчи  
бир марталик Илмий кенгаш  
илмий котиби, г.-м.ф.н.

**К.Н.Абдуллабеков**

Илмий даражалар берувчи  
бир марталик Илмий кенгаш қошидаги  
бир марталик илмий семинар  
раиси, ф.-м.ф.д., профессор, академик

## КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Сейсмологик тадқиқотларнинг жаҳон тажрибасида сейсмик хавфни миқдорий баҳолаш ва кучли zilzila оқибатларини прогноз қилиш муаммоси ниҳоятда долзарб ҳисобланади. Сейсмиклик даражаси юқори бўлган кўплаб давлатларда сейсмик рискни баҳолаш ва zilzila таъсиридаги зарарларни камайтириш муаммолари, мамлакатнинг иқтисодий ва ижтимоий ривожланишининг барқарорлигини таъминловчи муҳим омил деб қаралади. Шу туфайли сейсмик фаол ҳудудларда сейсмик рискнинг муҳим таркибий қисми бўлган zilzila оқибатларни баҳолашнинг инженер - сейсмологик асосини яратиш масалалари муҳим аҳамият касб этади.

Ҳозирги кунда дунёда сейсмик рискни ва унинг иккиламчи табиий ва техноген генезисли жараёнларини ҳисобга олган ҳолда баҳолашнинг назарий ва методологик асосларини ишлаб чиқиш, сейсмик рискни баҳолаш ва хариталаш, аҳолининг ва турли миқёсдаги ҳудуднинг сейсмик жихатдан хавфсизлигини баҳолаш ва сейсмик риск даражасини пасайтириш учун тадбирларни ишлаб чиқиш бўйича бир мақсадга йўналтирилган тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу муаммоларни ижобий ҳал қилиш учун куйидаги вазифалар бажарилмоқда: сейсмик хавфни прогноз қилишда детерминистик ва эҳтимолик ёндашувлар самарадорлигини баҳолаш; сейсмик таъсирнинг регионал моделларини тузиш; ГИС технологияларни қўллашга мослашган табиий ва техноген ҳалокатлар манбаларини ва сценарияларини моделлаштириш ва таҳлил қилиш услубларини ишлаб чиқиш; бино ва иншоотларга сейсмик таъсирнинг физик ва математик моделларини тузиш; турли конструкциядаги биноларнинг ва бино-иншоотлар билан ўзлаштирилган ҳудудларнинг сейсмик заифлигини баҳолашнинг технологияларини ишлаб чиқиш; турли даражада сейсмик ва комплекс рискни баҳолаш ва хариталаш услубларини ишлаб чиқиш; сейсмик рискни баҳолашда иккиламчи техноген ва табиий омилларни инобатга олишнинг математик моделларини ишлаб чиқиш вазифалари билан биргаликда ҳал этиш ишлари катта талабга эга бўлиб қолмоқда.

Республикада аҳоли ва ҳудудларни табиий ва техноген ҳалокатлардан сақлашга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ҳудудларни сейсмик хавфсизлигини таъминлаш учун турли даражада тузилган сейсмик районлаштириш харитасига асосланган ҳолда уй-жой, маъмурий ва ижтимоий биноларнинг, саноат объектларнинг ва ҳаётни таъминловчи тизимларнинг zilzila бардошлик даражасини оширишга қаратилган тадбирлар ишлаб чиқилмоқда. “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги<sup>1</sup> Фармонда “Фавқулодда вазиятларни олдини олиш ва бартараф қилиш тизимини такомиллаштириш” бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Шундан

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 - сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони.

келиб чиққан ҳолда кучли zilzilalar оқибатларини турли ҳудудий даражада прогноз қилиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим муаммолардан бири ҳисобланади ва бу катта илмий ҳамда амалий аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 1 июндаги ПФ-5066-сон «Фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва уларни бартараф этиш тизими самарадорлигини тубдан ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 9 августдаги ПҚ-3190-сон «Ўзбекистон Республикаси ҳудуди ва аҳолисининг сейсмик хавфсизлиги, сейсмик чидамли қурилиш ва сейсмология соҳасида илмий тадқиқотлар ўтказишни янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий - ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларни ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VIII «Ер тўғрисидаги фанлар» (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом-ашёларни қайта ишлаш) устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи<sup>2</sup>.**

Сейсмик рискни ва унинг иккиламчи табиий ва техноген генезисли жараёнларини ҳисобга олган ҳолда баҳолашнинг назарий ва методологик асосларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий илмий-таълим муассасалари, жумладан: The Federal Emergency Management Agency (АҚШ), The University of California (АҚШ), Earthquake Research Institute, the University of Tokyo (Япония), International Institute of Seismology and Earthquake Engineering (Япония), Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (Италия), Evaluacion de Riesgos Naturales (Мексика), Risk Engineering Design (Италия), German Research Center for Geosciences (Германия), Karlsruhe Institute of Technology (Германия), Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute of Bogazici University (Туркия), Chine University of Geosciences (Хитой), Ер физикаси институтида (Россия), Ер қобиғи институтида (Россия) ва Геоэкология институтида (Россия), Геология ва геофизика институтида (Молдова), Геология фанлари институтида (Арманистон), Сейсмик мустаҳкамлик илмий-тадқиқот институтида (Туркманистон), Сейсмология институтида (Ўзбекистон) ва Мехника ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институтида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

---

<sup>2</sup>Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи <http://www.ce.memphis.edu>; <http://www.scirp.org/journal>; <https://link.springer.com/article>; <https://docslide.net/documents/1-earthquake-hazard-and-risk-assessment-unisdr-hazard-and-risk-assessment-key.html>; <http://dx.doi.org/10.4236/ojer> ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

Сейсмик рискни баҳолашга ва прогноз қилишга оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: зилзила таъсирда юзага келадиган иқтисодий талофат ва йўқотишларнинг сейсмик тебранишга боғлиқ ҳолда ҳисоблаш методикаси яратилган (Massachusetts Institute of Technology, АҚШ); бино пойдеворнинг асосидаги сейсмик таъсирни баҳолаш учун грунтлар қатламининг математик модели ишлаб чиқилган (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Италия); бино ва иншоотлар шикастланиши ва заифлигини ҳисоблаш учун компьютер дастури ишлаб чиқилган (The University of California, АҚШ); детерминистик ва эҳтимоллик ёндашувга ва сейсмик тўлқинларни сўниш қонуниятларига асосланган сейсмик хавфни баҳолаш усуллари ишлаб чиқилган (Ер физикаси институти, Россия); бино ва иншоотларнинг сейсмик тебранишларнинг табиати ва кўрсаткичларига боғлиқ ҳолда шикастланиши моделларда ва эмперик тадқиқотларда аниқланган (International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Япония); катта миқёсдаги табиий фавқулодда вазиятларда (зилзила, сув босиши, цунами) йирик шаҳарлар ҳудудидаги ҳолатни баҳолаш учун алгоритм ва моделлар ишлаб чиқилган (Геоэкология институти, Россия); урбанлашган ҳудудларда сейсмик рискни баҳолаш ва районлаштириш технологияси ишлаб чиқилган (Сейсмология институти, Ўзбекистон).

Дунёда сейсмик рискни баҳолаш ва прогноз қилиш бўйича қатор устувор йўналишларда илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда, жумладан: иқтисодий жиҳатдан масъулияти юқори объектлар учун (АЭС, ИЭС, нефт ва газ иншоотлари, йирик комплекслар ва бошқалар) сейсмик хавф, заифлик ва рискнинг математик моделларини яратиш; кучли зилзила оқибатларини оператив баҳолаш учун махсус ГИС дастурларини ишлаб чиқиш; сейсмик ва табиий-техноген рискларни электрон миқдорий хариталаш ва баҳолашнинг илмий асосини яратиш; сейсмик таъсирнинг регионал ва локал моделларини тузиш ва сейсмик заифликларнинг ҳудуднинг инженер-сейсмологик ҳолатини ҳисобга олган ҳолда баҳолаш.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Табиий ва техноген рискларни, шу жумладан сейсмик рискни баҳолаш ва прогноз қилиш тадқиқотларнинг жадал ривожланиши ўтган асрнинг 70-йилларига тўғри келади. Шу даврда кўплаб мамлакатларнинг суғурта компаниялари зилзила натижасида етказилган зарарларни аниқлашга ва уларни олдиндан ҳисоблашга доир маълумотларга муҳтожлиги сабабли аҳоли ва ҳудудларни сейсмик хавфсизлигини баҳолаш ва таъминлашга қаратилган мақсадли тадқиқотлар олиб борилиши йўлга қўйилган (R.V.Whitman, D.C.Friedman, I.M.Idriss, C.S.Oliveira, H.C.Shah<sup>3</sup>, S.Kisliakov, V.Silva, O.D.Cordona).

Фавқулодда вазиятлар оқибатларини баҳолаш, суғурта компанияларини керакли маълумотлар билан таъминлаш ва етказилган зарарни иқтисодий

---

<sup>3</sup>Shah H.C. Earthquake engineering and seismic risk analysis. Stanford, 1982. - 87 p.

жихатдан ҳисоблаш нуқтаи назардан В.И.Осипов<sup>4</sup>, Г.А.Собелев, С.К.Шойгу, Г.Л.Кофф<sup>5</sup>, А.Л.Рогозин, М.А.Шахраманян<sup>6</sup>, В.А.Ларионов, С.П.Суцев ва бошқалар томонидан ўрганилган.

Шаҳар ҳудудларида сейсмик рискни баҳолашнинг методологик ва амалий томонлари M.Lu, M.Elmas, N.Mert, K.Hasegawa, H.Nayashi, M.I.Carreno, Y.Nishimura, G.Gruntal, J.Zschau, Г.Л.Кофф, В.Г.Алказ, М.А.Шахраманян, В.Б.Заалишвили, Е.Н.Черных, Ю.К.Чернов, С.А.Тягунов, С.Н.Назаретян, А.Д.Абакаров, И.Б.Курбанов, В.Г.Баранников ва бошқаларнинг илмий ишларида баён қилинган бўлиб, уларда детерменик ёки эҳтимоллик ёндашув асосида сейсмик хавф баҳоланган, бино ва иншоотлар конструкцияларини ва қурилган майдонларнинг сейсмик заифлиги бино ва иншоотларнинг паспорт маълумотларига кўра аниқланган ва турли усулларни қўллаб сейсмик риск баҳоланган.

Ўзбекистонда сейсмик риск йўналишидаги илмий тадқиқотлар ўтган аср охирларида бошланиб, Б.Мардонов ва Ю.К.Чернов раҳбарлигида муайян объектлар учун сейсмик хавфни, сейсмик таъсирни ва сейсмик рискни миқдорий баҳолаш ва прогноз қилиш методикаси ишлаб чиқилди (С.А.Тягунов, В.А.Исмаилов, Т.С.Валиев ва А.Джураев). Ушбу методиканинг аҳамиятли томони шундаки, сейсмик хавф, сейсмик таъсир ва сейсмик риск эҳтимоллик асосида зилзилани содир бўлиши, сейсмик тўлқинларни тарқалиши, сейсмик тўлқинларга турли иншоотларнинг реакцияси ва сейсмик талафоти биргаликда таҳлил қилинган. Республикада сейсмик риск йўналишидаги тадқиқотларни ривожланишида UN-IDNDRнинг “Табиий офатларда зарарларни камайтириш бўйича халқаро декада” лойиҳаси муҳим қадам ҳисобланади. Чунки ушбу лойиҳа доирасида Тошкент шаҳри сейсмик рискни баҳолаш ишлари олиб борилди. Комплекс тадқиқотлар Т.Р.Рашидов, Ш.А.Хакимов, К.Н.Абдуллабеков, К.С.Абдурашидов, Л.М.Плотникова, С.А.Тягунов, Р.С.Ибрагимов, В.А.Исмаилов, Б.С.Нуртаев, С.С.Сейдузова, С.А.Саидов, К.А.Плахий ва бошқалар томонидан олиб борилиб, илмий-амалий натижалар олинди.

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академиясининг Сейсмология институтида кўп йиллик илмий-тадқиқот ишлар натижасида А.М.Худайбергенов, М.Ш.Шерматов, Х.Мирзобаев, К.Ш.Нурмухамедов, М.А.Туйчиева, Н.М.Джураев ва бошқалар томонидан шаҳар ҳудудларда сейсмик рискнинг инженер-геологик омилларини ҳудуд бўйлаб ўзгариш хусусиятлари аниқланган, Н.Г.Мавлянова, Р.Ш.Иногамов ва А.Б.Павлов томонидан регионал геолого-геофизик ва тарихий-демографик хусусиятларни ҳисобга олган ҳолда сейсмик рискни баҳолашнинг методологик асослари ишлаб чиқилган ва С.С.Хусомиддинов, В.А.Исмаилов,

---

<sup>4</sup>Осипов В.И., Шойгу С.К., Собелев Г.А. и др. Природные опасности России// Сейсмические опасности. - М.: Крук, 2000. - 295 с.

<sup>5</sup>Кофф Г.Л., Рюмина Е.В. Сейсмический риск. - М.: НИЦ «Геориск», 2003. - 108 с.

<sup>6</sup>Шахраманян М.А. Оценка сейсмического риска и прогноз последствий землетрясений в задачах спасения населения. - М.: ВНИИ ГОЧС, 2000. - 190 с.



С.Тягунов, Н.Г.Мавлянова, В.А.Рафиков ва бошқалар ишларида шаҳарлар учун сейсмик рискни баҳолаш ва районлаштириш технологияси яратилган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Сейсмология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг №0043386/1991 «Сейсмик хавфни, сейсмик таъсирни ва сейсмик рискни муайян объектларда прогноз қилиш методикаси» (1991-1996 йй.), И8-ФА-Т004 «Сейсмик рискни баҳолаш ва районлаштириш технологияси» (2016-2017 йй.), ПЗ-20170928253 “Кучли зилзилалар содир бўлганда фавқулодда вазиятларни олдини олиш ва уларни бартараф этиш бўйича Давлат тизимининг самарали чора-тадбирлар сценарийсини ишлаб чиқиш” (2018-2020 йй.), ПЗ-20170929541 “Табиий ва техноген омиллар таъсирида содир бўладиган комплекс рискни инobatга олган ҳолда республика аҳолиси ва ҳудудларини сейсмик хавфсизлик даражасини ошириш технологияларининг мақсадли давлат дастурларини ишлаб чиқиш” (2018-2020 йй.) амалий ва инновацион лойиҳалари доираси бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** сейсмик таъсир жадаллигини регионал ва локал ўзгариш қонунияларига ва турли бино-иншоот ва ҳудудларнинг заифлик даражасини баҳолашга асосланган ҳолда сейсмик рискни турли ҳудудий даражада (маъмурий регионда, шаҳар ҳудудида ва қурилиш майдонида) баҳолашнинг илмий инженер-сейсмологик асосларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқот вазифалари:**

регионал сейсмик хавфни таснифловчи кўрсаткичларни аниқлаш;  
сейсмик хавф параметрларини аниқлаш ва миқдорий таснифлаш ҳамда сценар зилзилани танлаш (координатаси, магнитудаси ва ўчоқ чуқурлиги);

сценар зилзилада сейсмик жадалликни инженер-геологик шароитларга ва сейсмик тўлқинларнинг масофа бўйича сўнишига боғлиқ ўзгариш қонуниятларини аниқлаш;

сейсмик рискни баҳолашда инженер-сейсмологик шароитнинг муҳим омилларини аниқлаш ва уларни баҳолаш;

грунт қатламлари ва “грунт-иншоот” тизимини сейсмик таъсирдаги ҳолатини инструментал-сейсмометрик кузатув методи орқали ўрганиш ва бино ва иншоотларнинг турли конструктив типларини сейсмик заифлик параметрларини аниқлаш;

сейсмик рискни маъмурий регион, шаҳар ҳудуди ва муайян объектларда баҳолашнинг инженер-сейсмологик асосларини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** Жиззах вилояти ҳудудининг сейсмик фаол зоналаридаги аҳоли пунктлари (муайян объектлар, йирик шаҳар ҳудуди ва вилоятнинг аҳоли пунктлари ва туман марказлар) ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** сейсмик тебранишларни маконда грунт шароитига ва масофага боғлиқ ҳолда ўзгаришини ва иншоотларнинг сейсмик

заифлик даражасини баҳолаган ҳолда сейсмик рискни инженер-сейсмологик асосини ишлаб чиқишни ташкил қилади..

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация тадқиқотлари инженер-геологик ва геофизик усулларга, чунончи грунтларнинг физик ва механик хусусиятларини лаборатория шароитда, сейсмик хусусиятларни дала шароитида сейсморазведка усуллари билан ўрганишга асосланган. Лёсс грунтлардаги деформацион жараёнлар табиати геодезик усуллар билан, ҳамда махсус қурилган ултра товуш ускунаси орқали ўрганилган. Сейсмик жадалликни турли нуқталарда аниқлашда тебранишларни сейсмометрик қайд қилиш усулидан фойдаланилган. Диссертацияда дастурий қўлланмалар асосида сунъий акселерограммалар ҳисобланиб (ProShake-2<sup>7</sup>), турли конструкциядаги бино ва иншоотларни берилган сейсмик таъсирда шикастланиш даражаси (GESI\_Program<sup>8</sup>) аниқланди.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

сценария зилзиланинг параметрларини (координатаси, магнитудаси, ўчоғнинг чуқурлиги ва гипоцентрал масофаси) детерминистик нуқтаи назарда танлаш усули ишлаб чиқилган;

Ўзбекистон ҳудудида кенг тарқалган грунтлар турларини сейсмик жадаллик параметрларининг ўзгаришига таъсири аниқланган ва грунтларнинг сейсмик хусусиятлари бўйича таснифи такомиллаштирилган;

лёсс грунтларда сейсмодеформацияларни ривожланиш тезлигини сейсмик таъсир параметрларига боғлиқлигининг эмпирик тенгламаси ишлаб чиқилган;

сейсмик жадалликнинг грунт шароитига ва сейсмик тебранишни масофа бўйича сўнишга боғлиқ маконда ўзгариши аниқланган;

илк бор қурилиш майдонининг сейсмиклик даражаси бино-иншоот пойдевор асослари бўлган грунтларни мустаҳкамлаш усулларига боғлиқ ҳолда ўзгариши экспериментал аниқланган;

биноларнинг турли конструктив типлари учун бино ва иншоотларни шикастланиш даражаси ва сейсмик таъсир кучини (MSK-64 шкаласи бўйича баллда ва сейсмик тезланишларда) боғловчи заифлик функциялари ҳисобланган;

илк бор турли ҳудудий даражаларда - регионал, шаҳар ва муайян ҳудудларда сценария зилзилалари оқибатидаги бевосита талафотларни баҳолаш учун инженер-сейсмологик асослар ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотларнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

Жиззах вилояти ҳудуди учун кучли хавф соладиган зилзила сценарияси танланган ва унинг параметрлари аниқланган;

Жиззах вилояти ҳудудида сценариядаги зилзила оқибати натижасида сейсмик жадалликнинг грунт шароити ва сейсмик тебранишнинг сўнишига боғлиқ ҳолда ўзгариши баҳоланган ва Жиззах вилояти ва Жиззах шаҳри

---

<sup>7</sup><http://proshake.com/PS2.0Professional.htm>

<sup>8</sup>[http://iisee.kenken.go.jp/net/saito/gesi\\_program/index.htm](http://iisee.kenken.go.jp/net/saito/gesi_program/index.htm)

худудларининг сценариясидаги зилзила содир бўлганда сейсмик жадаллик ўзгаришининг схематик харитаси тузилган;

биноларнинг турли конструктив типлари учун сейсмик заифлик функцияси аниқланган ва шаҳар худудларида сейсмик заифлигини баҳолаш методикаси ишлаб чиқилган фойдаланган ҳолда Жиззах шаҳри худудининг сейсмик заифлик схематик харитаси тузилган;

регионал, локал ва муайян даражада сейсмик рискни баҳолашнинг инженер-сейсмологик асоси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Олинган натижаларнинг ишончлилиги Жиззах вилоятида олиб борилган инженер-геологик, шу жумладан 140 тоғ кавлама материаллар, бта қурилиш майдонларида комплекс инженер-сейсмологик тадқиқотлар (сейсморазведка, сейсмик кузатув ва ҳисоблаш услублари), 130 нуқтада сейсморазведка тадқиқотлар, 35 пунктда биноларда ва 70 пунктда ер юзида инструментал кузатувлар, ҳамда “Pro Shake-2” дастури асосида 120 сунъий акселерограммалар ва “GESI\_Program” дастури билан 50та турли конструкцияли биноларнинг шикастланиши бўйича олинган материаллар асосида таъминлаган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти сейсмик жадалликни грунт шароитига ва сейсмик тўлқинларни масофа бўйича сўнишга боғлиқлик қонуниятларини, бино ва иншоотларнинг конструктив тури бўйича шикастланиш даражасини ва уларнинг заифлик функциясини аниқланганлигини инobatга олган ҳолда, сейсмик рискни турли даражада баҳолашнинг методологик-услубий ёндашувларни ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган услубий ёндашувлар турли даражадаги худудларда (регионал, локал майдонларда ва муайян объектларда) сценария зилзила оқибатида етказиладиган зарарларни камайтириш чора тадбирларини ўз вақтида ишлаб чиқиш учун зарур бўлган сейсмик рискни баҳолашнинг инженер-сейсмологик асосини ишлаб чиқишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Сейсмик рискни турли худудий даражада (регионал худудда, локал майдонда ва муайян объектда) баҳолаш учун олинган илмий инженер-сейсмологик натижалар асосида:

сценария зилзиласининг параметрларини танлаш методикаси Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигида амалиётга жорий қилинган (Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2018 йил 31 октябрдаги 2/4/24-3000-сон маълумотномаси). Натижада хавфсизликни таъминлашнинг стратегик йўналишларини ташкил қилиш учун худудларда эҳтимоли юқори зилзила ўчоқларини аниқлаш имконини берган;

зилзила сценарияси бўйича сейсмик жадалликни прогноз қилиш методикаси ва Жиззах вилоят худудида сейсмик жадалликни прогноз қилиш схематик харитаси Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг Жиззах вилоят худудий бошқармасида амалиётга жорий қилинган (Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2018 йил 31 октябрдаги

2/4/24-3000-сон маълумотномаси). Натижада сценария зилзиласига олдиндан тайёргарлик кўриш тадбирларини ишлаб чиқиш имконини берган;

турли конструкцияли биноларнинг сейсмик заифлигини аниқлаш методикаси Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг ҳудудий бошқармаларида амалиётга жорий қилинган (Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2018 йил 31 октябрдаги 2/4/24-3000-сон маълумотномаси). Натижада бино ва иншоотларнинг сейсмик заифлик паспортини тузишнинг такомиллаштирилган методологик базасини яратиш имконини берган;

сейсмик рискни турли ҳудудий даражада (регионда, шаҳар ҳудудида ва қурилиш майдонида) баҳолашнинг инженер-сейсмологик асослари Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг Жиззах вилоят ҳудудий бошқармасида амалиётга жорий қилинган (Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2018 йил 31 октябрдаги 2/4/24-3000-сон маълумотномаси). Натижада сценария зилзиласи содир бўлганда қутқарув ишларини режалаштириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларини апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 9 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 40 та илмий иш чоп этилган, шулардан, биттаси монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 14 та мақола, жумладан 12 та республика ва 2 та хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, олти боб, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг ҳажми 207 бетни ташкил этаган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Муаммонинг ҳозирги замон ҳолатини таҳлилий баёни ва сейсмик рискни баҳолаш концепциясини танлаш”** деб номланган биринчи бобида сейсмик рискни баҳолашнинг чет эл ва республика миқёсида ўрганилганлиги, чоп этилган мақолалар таҳлили келтирилган

Илмий-техник адабиётларда “риск” ибораси турлича талқин қилинган. Баъзи бирларида бу ноқулай ҳодисалар кўринишининг эҳтимоли, сейсмик

тебраниш дейилса, бошқаларида эса сейсмик тебранишлар натижасидаги зарар деб тушунилади. Г.А.Собелев таърифи бўйича сейсмик риск - бу берилган давр ичидаги сейсмик хавф натижасида вужудга келадиган иқтисодий зарар.

Сейсмик рисни баҳолаш илмий ва амалий тадқиқотларининг ривожланиши, яъни зилзила талафотларини баҳолаш методологияси 1971 йили Сан-Фернандо зилзиласи билан боғлиқ. Ушбу зилзиладан сўнг АҚШ суғурта компанияларининг сўровлари асосида айрим ҳудудларда, шунингдек муайян объектларда зилзила етказган талафотлар ҳажмини баҳолаш методикасини ишлаб чиқиш бошланган. Шундан сўнг тадқиқот гуруҳлари ва марказлари ташкил этилиб, уларда зилзила оқибатларини иқтисодий жиҳатдан ҳисоблаш дастурларини ишлаб чиқиш бошланди. R.V.Whitman раҳбарлиги остида Массачусет технология институтида ташкил қилинган марказ бунга яққол мисол бўлади. Бу марказда зилзила оқибатидаги “эҳтимоллик зарар матрицалари” зарарнинг сейсмик таъсирга боғлиқлик асосида тузилган.

Ўзбекистонда кенг қамровли сейсмик рисни баҳолаш тадқиқотлари БМТнинг 1989 йил 22 декабр №44/236 резолюциясига, “Табиий офатлар зарарларни камайтириш бўйича халқаро декада (IDNDR)” боғлиқ ҳолда амалга оширилди. Ушбу резолюция асосида дунёнинг сейсмик хавфи юқори бўлган 10 та шаҳари (58 шаҳарлар орасидан) сейсмик рисни назарий ва амалий баҳолашни ривожлантириш учун намуна сифатида қабул қилинди. Шаҳарлар орасидан Тошкент шаҳри ҳам танлаб олинди.

IDNDR дастурига асосан барча тадқиқот ишлари уч босқичда амалга оширилиш кўзда тутилган: биринчи босқич - потенциал зилзила сценариясини ишлаб чиқиш ва сейсмик жадалликни ўзгаришини прогноз қилиш; иккинчи босқич – биноларнинг конструктив заифлигини ҳисобга олган ҳолда бўлиши мумкин бўлган зарарни баҳолаш ва учинчи - сейсмик рисни камайтириш мақсадида ҳаракатлар режасини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотлар натижасида сценария зилзиласи содир бўлганда сейсмик жадалликнинг грунт шароитларига қараб ва сўниш қонуниятларини ҳисобга олган ҳолда ўзгаришини кўрсатувчи прогноз харитаси тузилган.

Тошкент шаҳри ҳудудида олиб борилган инженер-сейсмологик тадқиқотлар амалий жиҳатидан шаҳар ҳудудида сейсмик рисни баҳолашнинг бошланиши ҳисобланади. Шунинг учун ушбу илмий тадқиқотлар баъзи бир камчиликлардан ҳоли эмас эди. Жумладан, сейсмик риск концепциясини тўлиқ ҳисобга олинмаганлиги, яъни тадқиқотларнинг кетма-кетлиги талаб даражасида бўлмаганлиги ва сейсмик таъсир кўрсаткичларининг аниқ тизимлаштирилмаганлигидан далолат беради.

БМТнинг UNDR0 (United Nations Disaster Relief Organization) ташкилоти томонидан 2001 йили киритилган таърифга кўра сейсмик риск - ҳудуднинг эҳтимоли юқори бўлган сейсмик хавфни ва қурилиш ва табиий объектларнинг сейсмик заифлигини ҳисобга олган ижтимоий-иқтисодий эҳтимоллий зарар.

Келтирилган таърифда сейсмик риск икки нуқтаи назардан қаралган: сеймик хавф ва сейсмик заифлик. Бироқ сейсмик рискни ишончли баҳолаш ва прогнозлаш учун “грунт-иншоот” тизимининг зилзила давридаги ҳолати бўйича баҳоланиши зарур. Шунини инобатга олган ҳолда ушбу илмий-тадқиқот ишда сейсмик риск қуйидаги қисмларда кўрилган:

сейсмик хавфни баҳолаш ва зилзила сценарияси учун зилзила ўчоғини танлаш;

сейсмик таъсирни грунт шароити ва тебранишнинг масофа бўйича сўнишини ҳисобга олган ҳолда баҳолаш;

бино конструкцияларининг ва қурилган майдонларнинг сейсмик заифлигини баҳолаш.

Диссертациянинг **“Зилзила сценариясини танлашнинг геологик, сеймотектоник ва сейсмологик асослари”** деб номланган иккинчи бобида айрим ҳудудларнинг сейсмиклигини аниқловчи факторлар таҳлил қилинган ва зилзила сценариясини танлашнинг методологик жиҳатлари кўриб чиқилган. Ушбу тадқиқотларнинг объекти сифатида Жиззах вилояти ҳудуди қабул қилинган. Чунки бу вилоят ҳозирги кунда Ўзбекистоннинг саноати жадал ривожланаётган ҳудуди ҳисобланади.

Геологик структура ҳолатига кўра ўрганилаётган регион Тянь-Шан эпиплатформа орогендан Турон платформасига ўтиш ҳудудига тўғри келади. Бу ерда палеозой фундаментнинг структураси пайдо бўлиши герцин даврининг тоғ ўсиш жараёнлари билан боғлиқ. Ҳудуднинг юқори қатламларнинг бир талай кўтарилиш ва сўниши, структураларининг ҳамда кенглик ва субкенгликдаги ер ёриқларининг ҳосил бўлиши алпий тектогенезига тўғри келади. Бурма фундаментлари Қўйтош, Молғузар ва Писталитоғ тоғ тизмаларида ва Тош-тепа ва Хонбанди бурмаларда ер юзасида кўринади.

Тадқиқотлар олиб борилган ҳудудда икки йирик регионал ёриқ мавжуд. Булар Жанубий Фарғона ва Шимолий Кулжуктау-Туркистон ёриқлари бўлиб, улар субкенглик йўналишида чўзилган. Бу ёриқларнинг фаоллиги кўп миқдордаги қолдиқ деформациялар ва тўртламчи давр ётқизиқларини юқори амплитудадаги силжишлар, ҳамда дедудацион жараёнлар билан тасдиқланади. Бу регионал ёриқларнинг асосий хусусияти шундан иборатки, улар ҳудудларида кучли зилзилалар ўчоқлари жойлашган. Шунинг учун бу ҳудудлар сейсмоген зоналар ҳисобланади.

Сейсмоген зоналар фаоллигини содир бўлган қуйидаги зилзилалар тасдиқлайди: Ўра-тепа (1897 ва 1923 йй.), Ҳайдаркон (1977 й.), Исфара-Боткент (1978 й.), Ғаллаорол (1984й.), Кон (2011й.), Маржонбулоқ (2013 й.) ва Бахмал (2017 й.) зилзилалари.

Сейсмик хавфни миқдорий тавсифлаш учун қуйидаги давомли сейсмик жараён параметрларини баҳолаш лозим:

барча сейсмофаол зоналар учун турли энергетик даражадаги зилзилалар такрорланишини;

сейсмофаол зонадаги эҳтимоли юқори бўлган зилзилани  $M_{\max}$  сейсмик патенциалини;

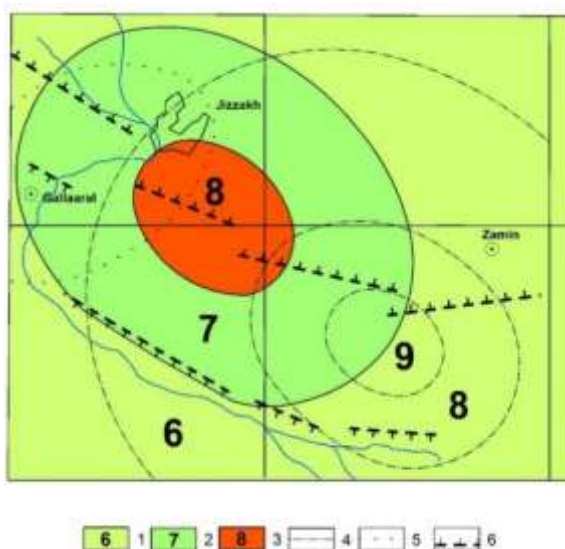
турли магнитудадаги зилзилалар сейсмик жадаллигининг масофа бўйича сўниши, бунда сейсмик жадаллик нафақат макросейсмик балларда, балки тўлқинларнинг максимал тезланиш ёки спектрал амплитудасининг ўзгаришини.

Жиззах вилояти учун Жанубий Фарғона сейсмоген зонаси юқори сейсмик хавф солиши ва бу зонада магнитудаси  $M \geq 6,0$ , ўчоғининг чуқурлиги 10-20 км ва кучи  $I=8,0$  бўлган зилзила содир бўлиш эҳтимоли юқори эканлиги аниқланди.

Т.У.Артиков ва бошқалар (2013 й.) Жиззах вилояти ҳудудида эҳтимоли  $P=0,99$  бўлганда макросейсмик жадаллиги 50 йил ичида  $I=6,0$ ,  $I=7,0$  и  $I=8,0$  дан ошмайдиган сейсмик зоналарни ажратганлар.

Жанубий Фарғона сейсмоген зонасининг морфоструктура тузилишини таҳлил қилиш натижасида ушбу ҳудудда содир бўлган барча зилзила ўчоқлари регионал ёриқнинг ёриқлик даражаси паст бўлган кўндаланг ёриқлар билан кесишган жойида содир бўлганлиги аниқланди. Бу хулоса У.А.Нурматов ва бошқалар (2016 й.) тадқиқотлари натижасида ҳам аниқланган.

Сейсмик риск моделини яратишнинг истиқболли ёндашишлардан бири бу зилзила сценариясига асосланган моделдир. Зилзила сценарияси кўп ҳолатларда регионнинг сейсмик хавфини ҳудудда тарқалиш хусусиятини мужассамлаштиради ва унинг параметрларини тавсифлайди. Зилзила сценариясининг параметрларига зилзила магнитудаси, чуқурлиги ва эпицентр координаталари киради. Шуларни ҳисобга олиб Жиззах вилояти ҳудуди учун қуйидаги параметрли зилзила сценария учун қабул қилинди:  $M \geq 6,0$ ,  $H=10$  км ва координаталари  $\phi=67,951945$  и  $\lambda=39,919355$  (1 - расм).



1-расм. Сценария зилзиласининг назарий изосейт схемаси.

Сценария зилзиласининг: 1 – 6 баллик зонаси; 2 – 7 баллик зонаси; 8 – баллик зонаси; 4 – Ўратепа зилзиласининг (1897 й.) изосейт чизиклари; 5 – Фаллаорол зилзиласининг (1984 й.) изосейт чизиклари; 6 – Сейсмоген зоналардаги актив ёриқларнинг йўналишлари.

Шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, зилзила сценарияси таҳлиллар ва ишлаб чиқилган методика асосида 2016 йил танланган. 2017 йил бошларида ушбу регионда сейсмик фаоллик бошланди, координаталари бўйича сценария зилзила координаталарига мос келди ва 2017 йил 29 сентябрда магнитудаси  $M=5,1$  ва чуқурлиги  $H=10$  км бўлган зилзила содир бўлди. Ҳозирги кунда ушбу ҳудудда сейсмик фаоллик давом этмоқда. Бу эса ўз навбатида ишлаб чиқилган зилзила сценариясини танлаш усули афзаллигини ва самарадорлигини белгилайди.

Диссертациянинг **“Локал грунт шароитнинг сейсмик жадалликга таъсирининг хусусиятлари”** деб номланган учинчи бобда қурилиш майдонларнинг сейсмик даражасини аниқлаш бўйича олиб борилган кўп йиллик инженер-сейсмологик илмий-тадқиқот ишлар натижалари келтирилган.

Кучли зилзилаларда иморатлар шикастланиш даражаси майдоннинг грунт шароитига боғлиқ, чунки грунтлар баъзи ҳолатларда иморатларга бўлган сейсмик таъсирни кучайтирса, баъзи ҳолатларда уни камайтиради. Бу асосан грунт қатламининг тебраниш амплитуда ва частота таснифини белгиловчи физик (қайишқоқ тўлқин тезлиги  $V_p$  ва  $V_s$ , зичлиги  $\rho$ , ютиш декрементлари  $\theta_p$  и  $\theta_s$ ), геометрик (қатлам қалинлиги ва уларнинг нисбати) ва юк кўтариш (деформацион ва мустаҳкамлик) хусусиятларига боғлиқ. Локал майдонда сейсмик жадаллик орттирмасини баҳолашда асосий кўрсаткич бу грунтларнинг литогенетик турлари, ва уларнинг физик-механик ва сейсмик хусусиятларидир.

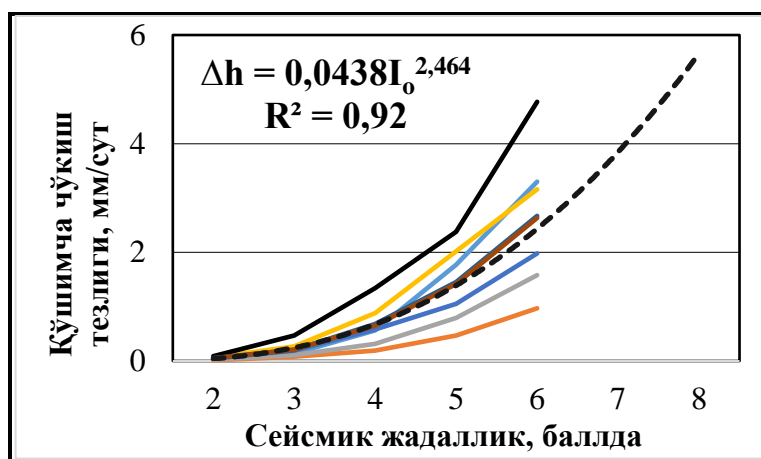
Грунтлар таснифига асосан барча грунтлар икки синфга бўлинади: қоя тош ва дисперсларга. Агар қоя тош грунтлар ўзининг сейсмик хусусиятлари бўйича юқори кўрсаткичлар билан таснифланса ва сейсмик таъсирда мустаҳкамлигини йўқотмаса, дисперс грунтларда эса сейсмик жадаллик катталиги грунтнинг турига ва хусусиятларига, ҳамда сейсмик тебраниш реакциясига қараб жуда кенг доирада ўзгаради. Нафақат Жиззах вилоятида, балки бутун Ўзбекистон ҳудудида кенг тарқалган турли грунтли (қоя тош, йирик бўлаклик, кумли, гиллик ва тўкма грунтларда) локал майдонларнинг сейсмик жадаллик орттирмасининг ўзгариши ўрганилди ва баҳоланди. Грунтларнинг қайишқоқлик ( $V_p$  и  $V_s$ ) хусусиятларини физик (зичлиги, намлиги, намлик даражаси ва ғоваклиги) ва механик (бир йўналишли сиқилишга қаршилиги, мустаҳкамлиги ва деформацияланиши) хусусиятлари билан корреляцион боғлиқлиги аниқланди ва корреляция тенгламалари ишлаб чиқилди. Грунтларнинг сейсмик қаттиқлигини ва кучсиз зилзила ва микросейсмик турли грунтларда тебраниш амплитудаларни “референт грунт” параметрлари (А.С.Алешин, 2017 й.) билан таққослаш натижасида локал майдонларда сейсмик жадалликнинг орттирмаси аниқланди ва таснифланди. Бунда “референт грунт” сифатида кўндаланг тўлқин тезлиги ( $V_s$ )=400 м/с, зичлиги ( $\rho$ )=1,65г/см<sup>3</sup> ва қатлам қалинлиги 10 м бўлган лесс грунтлари қабул қилинган.



Сейсмик жадаллик грунтларнинг турига қараб қуйидагича ўзгариши аниқланган: қоя тош грунтлар тарқалган майдонларда жадаллик 0,5-1,0 баллга ва йирик бўлаклик грунтларда 0-1,0 баллга қамаяди, қумли ва гиллик грунтларда 0-1,0 баллга ва тўқма грунтларда эса 1,5 баллгача ортади. Грунтларнинг физик-механик ва сейсмик хусусиятлари бўйича олинган барча маълумотлар умумлаштирилган ҳолда грунтларнинг литогенетик турига қараб регионал жадалвал тузилди ва унда ҳар бир грунт тури бўйича сейсмик жадаллик орттирмаси баҳоланди.

Кучли зилзилаларда намлиги юқори бўлган лесс ва майда заррали қумли грунтлар тарқалган ҳудудларда сейсмодеформацион жараёнлар ривожланади ва улар натижасида қўшима чўкиш ва суюқланиш содир бўлади. Ф.Ф.Аптикаев ва О.О.Эртелова (2014 й.) фикрига кўра бу жараёнларни ривожланиши кучли зилзила эпицентрада бўшанг грунтлардаги тезланишнинг амплитуда даражаси қоя тош грунтлардаги тезланиш амплитудасидан камроқ бўлиши мумкин. Шунга қарамадан бўшанг грунтлар тарқалган ҳудудларда макросейсмик эффект юқори. Бу феномен бўшанг ва қоя тош грунтларда тўлқинларни давомийлиги ва сейсмодеформацион жараёнлар билан тушунтирилган.

Мувозанатдан чиққан бинолар чўкишини геодезик усул билан ўрганиш асосида сейсмочўкиш жараёнини ривожланиши сейсмик тебраниш кучига ва боғлиқлиги аниқланди. Бу маълумотлардан тўлиқ фойдаланган ҳолда қўшимча чўкиш тезлигининг сейсмик жадалликка корреляцион боғлиқлиги аниқланди ва корреляцион тенгламаси ҳисобланди (2 - расм).



2-расм. Намланган лесс грунтларида қўшимча чўкиш тезлигининг сейсмик жадалликка боғлиқлик графиги

Лесс грунт структурасининг динамик таъсирга мустаҳкамлигини аниқлаш ва баҳолаш учун Накамура услуби, яъни спектрлар нисбати ибораси билан жаҳонга машҳур бўлган услуб (the Horizontal to Vertical Spectrum Ratio-HVSRM) қўлланилди. Бу услубнинг асосий моҳияти тебранишнинг горизонтал спектрини вертикал спектрига нисбатан таҳлил қилинишидир.

Тадқиқотлар турли физик-механик хусусиятли лесс грунтлар тарқалган майдонда микросейсмик тебранишларни инструментал қайд қилишдан

иборат. Бунда ҳар бир тадқиқот ўтказилган нуқта учун заифлик индекси (vulnerability index) ёки турғун эмаслик коэффиценти ҳисобланган. Кўп кузатув нуқталаридан олинган маълумотларни умумлаштириш натижасида лесс грунтларнинг сейсмик мустаҳкамлиги бўйича таснифи ишлаб чиқилган. Бунда грунтлар физик хоссаси ва сейсмик заифлиги бўйича 5 тоифага ажратилган (жадвал).

Жадвал

Лесс грунтларини сейсмик мустаҳкамлиги бўйича таснифи

№	Грунтнинг сейсмик мустаҳкамлиги бўйича номи	Грунтнинг қурук ҳолдаги зичлиги, г/см <sup>3</sup>	Ғоваклик коэффиценти	Грунтнинг намлик даражаси	Консистенция кўрсаткичи	Сейсмик мустаҳкамлик коэффиценти
1	Сейсмик мустаҳкам	1,35-1,57	0,73-1,0	<0,2	<0	0-5
2	Сейсмик мустаҳкамрок	1,28-1,49	0,81-1,12	0,2-0,5	0-0,5	5-10
3	Сейсмик мустаҳкамлиги суст	1,39-1,51	0,79-1,0	0,5-0,8	0,5-0,75	10-20
4	Сейсмик мустаҳкамлиги ўта суст	1,33-1,47	0,85-1,04	0,8-1,0	0,75-1,0	20-30
5	Сейсмик мустаҳкам эмас (суюқланувчи)	1,26-1,62	0,67-1,15	1,0	>1,0	30<

Лесс грунтларининг зичланиш жараёнида статик босимни ҳисобга олган ҳолда сейсмик тебранишларнинг ўрнини аниқлаш мақсадида грунт намуналарида махсус тадқиқотлар олиб борилди. Бунинг учун махсус ультратовуш ускунаси қурилган. Бу тадқиқотларнинг муҳим жиҳатларидан бири намунанинг турли тебраниш параметрларида зичлашишини ўлчаш ва статик босимни бу зичлашишга таъсирини баҳолаш эди.

Дала ва лаборатория шароитида олиб борилган экспериментал тадқиқотлар натижасида лесс грунтларини сейсмик турғунлигининг табиати ўрганилди ва кучли zilzilalar оқибатида лесс грунтлари тарқалган худудларда эҳтимолий зарарни камайтириш имкониятлари аниқланди.

Муайян майдонларда лесс грунтларининг чўкиш хусусиятларини йўқотиш мақсадида олиб бориладиган техник мелиорация усуллари уларнинг физик-механик хусусиятларини ошириш ва сейсмик жадаллик кучини камайтириш имконини беради. Грунтлар пойдеворининг сейсмик хусусиятларини ўзгариши, ўз навбатида грунтлар ҳисобига орттирма катталигини камайишига олиб келади. Чўкишга қарши инженер тадбирларни қўллаш натижасида бино ва иншоотларга бериладиган сейсмик таъсирни камайтириш мумкин.

Дала экспериментал тадқиқотлар натижасида қуйидагилар аниқланди: сейсмик жадаллик орттирмасини 1 - 1,5 балл камайтиришга лесс қатламини осма қозиқлар орқали зичлаш ва уларни газли силикат билан қотириш

усуллари орқали эришса бўлади; жадаллик орттирмасини 0,5 - 1,0 баллга камайтиришга дастлабки сувга тўйинтириш, портлатиш энергияси билан зичлаш ва оғир юк билан шиббалаш усули билан эришиш мумкин.

Хулоса қилиб айтганда иншоот пойдеворининг асосининженер тайёрлашда қўлланиладиган барча усуллар бино ва иншоотларга бериладиган сейсмик таъсир даражасини камайтиради.

Диссертациянинг **«Маъмурий регионларда сейсмик рискни баҳолашнинг инженер-сейсмологик асосини ишлаб чиқиш усули»** деб номланган тўртинчи бобида маъмурий ҳудудларнинг сейсмик рискнинг инженер-сейсмологик асосини ишлаб чиқиш тартиби ва услуги кўрилган ва асосланган. Ишлаб чиқилган услубни татбиқ қилиш учун намуна сифатида Жиззах вилояти ҳудуди олинган.

Сейсмик рискни баҳолашда маъмурий регион таксонометрик бирлик бўлиб, унда сейсмик заифлик объекти сифатида турли масштаби, белгиланган функционал фаолияти, нуфузи ва хусусиятига эга бўлган аҳоли яшаш пунктлари кўрилади. Бундай тадқиқотлар кутқарув ишлари учун регионал норматив ҳужжатларни тайёрлаш, аҳолини олдиндан сейсмик хавфга тайёргарлигини ташкил этиш, шаҳарсозлик лойиҳаларида хавфсизликни ҳисобга олиш ва бўлажак зарарларни ҳисоблаш ва режалаштириш мақсадида олиб борилади.

Маъмурий регионнинг инженер-сейсмологик шароити комплекс тадқиқотлар бўйича олинган инженер-геологик шароитни ўзгариши ва сейсмик тебранишни сўниши билан боғлиқ бўлган регионал қонуниятлари ва аҳоли пунктининг сейсмик заифлик даражаси асосида баҳоланади.

Инженер-сейсмологик шароитни баҳолашда регионал инженер-геологик компонентлар, яъни ҳудуднинг геологик, геоморфологик ва тектоник тузилиши, гидрогеологик шароити ва 10 м қирқимнинг литологик қатламланиши, грунтларнинг физик-механик ва сейсмик хусусиятлари муҳим аҳамиятга эга. Шуларни инобатга олиб Жиззах вилоятида 7 турдаги ҳудудлар ажратилган. Ҳар бир инженер-геологик турдаги ҳудуд учун сценария зилзиласи таъсирида вужудга келадиган сейсмик жадаллик инженер-геологик, сейсморазведка ва инструментал тадқиқотлар асосда -1; 0 и +1; балларда баҳоланган.

Одатда макросейсмик талафотлар сўнишининг регионал функцияси кучли зилзила бўлиб ўтгандан сўнг аниқланади ва у зилзила магнитудаси ва ўчоғининг конфигурациясига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Жиззах вилоятидаги сценария зилзиласининг назарий изосейст харитаси Т.У.Артиков ва Р.С.Ибрагимов томонидан (2012 й.) тавсия этилган тенглама ёрдамида тузилган бўлиб, у юқори қатлам грунтларнинг ўрта шароитини акс эттиради.

Сейсмик тебраниш параметрларини грунт шароитига ва масофа бўйича сўнишига боғлиқлигини баҳолаш учун Pro Shake 2.0 дастурини қўллаган ҳолда турли грунт шароитининг моделлари таҳлил қилинди. Ўзбекистоннинг марказий қисмига мос келадиган грунт шароитининг уч модели кўриб чиқилган.

Ҳар бир модел учун синтез қилинган акселерограммада доимий ўзгармас маълумот қилиб зилзила магнитудаси, чуқурлиги, юқори қатлам қалинлиги, 30 м қалинликдаги грунтнинг ўртача зичлиги ва кўндаланг тўлқин тезлиги олинган. Ўзгарувчан кўрсаткич қилиб гипоцентрал масофа ( $r = 10; 15; 20; \dots 60$  км) олинган. Натижада 33 синтез қилинган акселерограммалар тузилган ва сценария зилзила таъсирида грунтларнинг сейсмик хусусияти бўйича тоифаланган (КМК 2.01.03-96) уч категорияси вужудга келадиган тезланиш чўққилари аниқланган. Турли масофаларда ва турли грунт шароитларида тезланиш чўққиларининг сўниш тенгламалари аниқланди:

$$\begin{aligned} \text{I-категория грунтлар учун } PGA &= 528,09e^{-0,06r}, \\ \text{II-категория грунтлар учун } PGA &= 586,50e^{-0,04r}, \\ \text{III-категория грунтлар учун } PGA &= 696,87e^{-0,032r}. \end{aligned}$$

Олиб борилган тадқиқотларни умумлаштирган ҳолда, яъни инженер-геологик шароитни типлари ажратилган схематик харитани, турли категориядаги грунтларда максимал тезланиш формулалар орқали ҳисобланган тебранишни сўниш параметрларини, Жиззах вилояти учун сценария зилзила натижасидаги сеймик жадалликни ҳудуд бўйича ўзгаришини прогноз қилишнинг схематик харитаси тузилди. Бу харитада вилоят ҳудудида сценария зилзиласи содир бўлганда 5, 6, 7, 8 ва 9 баллик зоналар ажратилган.

Аҳоли пунктларнинг сейсмик заифлигини баҳолашда ҳар хил конструктив типдаги биноларнинг сейсмик заифлик функцияларидан фойдаланган ҳолда шу аҳоли пунктлардаги биноларнинг (типига қараб) шикастланиш даражасининг ўртача қийматини аниқлаш усулидан фойдаланилган. Аҳоли пунктларидаги барча бинолар 3 типга ажратилган:

А тип - маҳаллий ҳом ашёдан фойдаланган ҳолда қурилган шахсий уйлар (гувала, ҳом ғишт ва пахса).

Б тип - маъмурий, ижтимоий, шахсий ва коллектив турар бинолар, асосан пишиқ ғишрдан қурилган (1 - 2 қаватли).

В тип - маъмурий, ижтимоий ва яшаш бинолари, пишиқ ғишрдан ва панеллардан қурилган (3 - 5 қаватли).

Жиззах вилоятининг 77 аҳоли пунктларининг сейсмик заифлик даражалари ҳисобланган. Бунда асосан биноларнинг конструктив типлари билан боғлиқ маълумотлар аҳоли пунктларида олиб борилган анкета материаллардан ва ҳар бир типдаги (А, Б ва В) бинолар шикастланиш функциясида фойдаланилган. Ушбу бобнинг якунида 77 аҳоли пункти учун ҳудуднинг сейсмик заифлик ва шикастланиш даражаси тўғрисидаги маълумотлар умумлаштирилган жадвали келтирилган.

Диссертациянинг «**Шаҳар ҳудудида сейсмик рискни баҳолашнинг инженер-сейсмологик асосини ишлаб чиқиш усули**» деб номланган бешинчи бобида шаҳар ҳудудлари учун сейсмик рискни баҳолашнинг инженер-сейсмологик жиҳатлари кўрилган.

Шаҳарнинг қурилган майдонлари - чегараланган ҳудуд бўлиб, у аслида уй-жой, маданий-маиший, саноат, маъмурий, ижтимоий, диний ва бошқа инженер инфраструктура объектлар жойлашган ҳудуддир. Буларга айрим аҳоли пунктлари, шаҳарларнинг маълум бир қисми ёки бутун шаҳар ҳудуди киради.

Шаҳар ҳудудининг сейсмик рискинни баҳолашнинг муайян объектларни баҳолашдан фарқи сейсмик таъсирни инженер-геологик шароитни ва сейсмик тўлқинларни масофа бўйича сўниш эффектларига боғлиқ ҳолда кенг спектрда ўзгаришида, ҳамда ҳудуднинг конструктив тури ҳар хил бўлган биноларнинг тарқалганлигидадир. Тадқиқотлар объекти қилиб Жиззах вилоятининг маъмурий маркази Жиззах шаҳри танланган. Бунинг асосий сабаби, биринчидан, шаҳар сейсмик фаол зонада жойлашган ва иккинчидан у архитектура ва қурилиши бўйича республикадаги шаҳарсозлик жиҳатларни ўзида мужассам қилган.

Жиззах шаҳри ҳудудининг ҳозирги замон инженер-геологик ҳолати геологик ва техноген факторларга мос равишда ўзгаради. Шаҳар ҳудудида инженер-геологик шароитининг мослик даражасига кўра (литологик қирқимнинг, грунтларнинг физик-механик ва сейсмик хусусиятларининг ўхшашлиги асосида) 5 турдаги ҳудудлар ажратилган. Ҳар бир турдаги майдонлар учун сейсмик жадалликнинг орттирмаси - 1 ва +1 балл доирасида аниқланган.

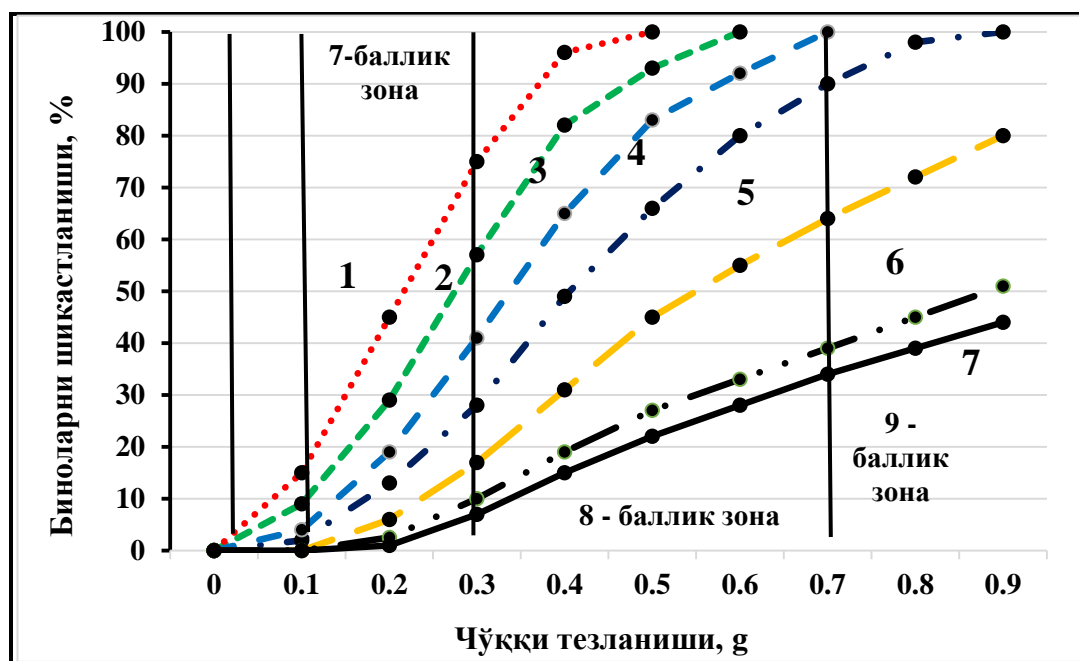
Турли грунт шароитида ва сценар зилзила эпицентридан узоқликдаги нуқталарда сейсмик тебраниш параметрларини баҳолаш мақсадида синтезланган акселерограммалар ҳисобланган. Бунинг учун Калифорния университетида ишлаб чиқилган Matlab MSEER\_GMS дастуридан фойдаланилган. Дастур талаб қиладиган дастлабки параметрлар - зилзила магнитудаси, гипоцентрал масофа, грунт қатламининг қалинлиги ва грунтларда тарқалаётган кўндаланг тўлқиннинг ўртача тезлиги ва унинг зичлиги. Шуларни инобатга олиб, Жиззах шаҳри учун қуйидагилар дастлабки маълумотлар сифатида олинган: магнитуда -  $M=6,0$ ; зилзила ўчоғининг чуқурлиги -  $H=10\text{км}$ ; гипоцентрал масофа - 19 дан 33км; кўндаланг тўлқин тарқалишининг нуқта учун ўртача қиймати; грунт қатламининг ўртача зичлиги.

Олинган маълумотлар, яъни турли нуқталардаги сейсмик жадалликнинг ўзгариш қийматларини умумлаштириш натижасида Жиззах шаҳрининг сценария зилзила оқибатидаги сейсмик жадаллик ўзгаришининг схематик харитаси тузилган. Унда 6, 7 ва 8 баллик зоналар ажратилган бўлиб, ҳар бир зонанинг максимал тезланиш қийматлари 6 баллик зона учун  $85 - 100 \text{ см/с}^2$ ; 7 баллик -  $160-200 \text{ см/с}^2$  ва 8 баллик -  $230-310 \text{ см/с}^2$  ташкил этган.

Жиззах шаҳри ҳудудидаги барча бино ва иншоотларнинг конструктив турларини таҳлил қилиш натижасида биноларнинг 61,6% ҳом ғишдан қурилганлиги аниқланган. Шунингдек шаҳарда гувалақдан, пахсадан, пишиқ ғишдан, панеллардан, каркас-панеллардан, комплекс конструкциявий пишиқ ғишдан, йирик панеллардан ва бошқалардан қурилган бинолар мавжуд.

Бошқа турдаги бинолар - ёғоч, синч, блокли (бетон ва керамзит) уйлар жуда кам тарқалган.

Конструктив турига қараб Жиззах шаҳрида ажратилган биноларнинг зилзила таъсирида шикастланиш даражасини аниқлаш учун «GESI\_Program» дастуридан фойдаланилди. Бу дастур БМТ “Сейсмик хавфсизликнинг Глобал ташабусси (Global Earthquake Safety Initiative (GESI) Pilot Project)” лойиҳаси асосида 1999-2001 йилларда ишлаб чиқилган. Бунда, сейсмик таъсирнинг параметрлари шаҳар ҳудуди учун тузилган сейсмик жадаллик харитасида келтирилган қийматлар олинган. Шу параметрлар асосида ҳар бир конструктив турдаги биноларнинг сценария зилзиласида шикастланиши баҳоланган ва биноларнинг заифлик функцияси аниқланган. (3 - расм).



3 - расм. Биноларнинг тури бўйича заифлик функцияси

Бино турлари: 1.- гувалакли; 2.- ҳом ғиштли; 3.-пахсали; 4.- пишиқ ғиштли; 5.- пишиқ ғиштли ва каркас-панел конструкцияли (3 қаватгача); 6- комплек конструкцияли пишиқ ғиштли ва 7-йирик панел конструкцияли

Биноларнинг ва шунингдек қурилган майдонларнинг сейсмик заифлигини аниқлаш тадқиқотлари шаҳар ҳудудининг сейсмик рискин баҳолашда асос ҳисобланади. Ҳудуднинг сейсмик заифлигини аниқлашда ҳудудни элементар ячейкаларга ажратиш усули муҳим ўрин тутди. Ўзбекистон шароитида ҳудудларни майдонларга ажратишнинг самарали усуллардан бири бу маҳалла ҳудудини олиш, чунки маҳаллада барча керакли маълумотлар (бино тури, қурилган йили ва майдони, шикастланганлик даражаси ва бошқалар) йиғилган.

Жиззах шаҳар маҳаллаларида кенг тарқалган биноларнинг турларига қараб сейсмик заифлик даражасини ҳисоблаган ҳолда, ҳар бир маҳалланинг ўртача сейсмик заифлиги (Mean Vulnerability Ratio, MVR) қиймати қуйидаги формула орқали ҳисобланган (С.А.Тягунов ва бошқалар, 2007)

$$MVR = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot MVR_i}{\sum_{i=1}^n N_i}$$

Бунда  $MVR$  – ҳудуднинг заифлик кўрсаткичи,  $MVR_i$  - ажратилган турдаги бионинг ўртача қийматига мос заифлик қиймати,  $N$  – ҳудуддаги бир турдаги шикастланган бинолар сони.

Шундай қилиб, тадқиқотлар натижасига кўра, Жиззах шаҳри маҳаллалари бўйича маҳалла майдонининг сейсмик заифлиги қуйидаги катталикларда ҳисобланган: 0-0,1; 0,11-0,2; 0,21-0,3; 0,31-0,4; 0,41-0,5; 0,51-0,6 ва 0,61-0,7. Ушбу маълумотлар асосида шаҳарнинг (маҳаллалар чегараларида) сценария зилзиласи таъсирида сейсмик заифлигининг схематик харитаси тузилган.

Диссертациянинг **«Қурилиш майдонларда сейсмик рискни баҳолашнинг инженер-сейсмологик асосини ишлаб чиқиш усули»** деб номланган олтинчи бобида муайян объект сейсмик рискни баҳолашнинг инженер-сейсмологик жиҳатлари кўриб чиқилган.

Қурилиш майдонлари қаторига барча ер усти ва остидаги бино ва иншоотлар кириб, улар заифлик даражасини баҳолаш объектлари сифатида тадқиқ қилинади. Булар ичида сейсмик хавфсизлик нуқтаи назаридан энг муҳимлари: масъуляти жуда юқори бўлган иншоотлар (тўғонлар, атом ва иссиқлик электр станциялар, осмон ўпар бинолар, ёпиқ спорт ва кўнгиш очар бинолар ва инсонларни ялпи йиғилиш жойи), қадимий архитектура қадамжолари (мадрасалар, масжидлар, миноралар ва б.к.), ижтимоий объектлар (мактаблар, боғчалар, кутубхоналар ва б.к.) ва кўп қаватли турар-жой бинолар киради.

Қурилиш майдонининг сейсмик рискни баҳолашнинг инженер-сейсмологик асосини яратиш учун ишлаб чиқилган усул уч кетма-кет бажариладиган тадқиқот босқичларни ўз ичига олган:

Технологик схеманинг биринчи босқичида сейсмик хавф эҳтимоли юқори бўлган зоналар аниқланади ва таҳлил қилинади, улар асосида зилзила сценариясининг параметрлари (координаталари, магнитудаси ва чуқурлиги) белгиланади. Бу тадқиқотлар услуги ўтган бобда батафсил келтирилган.

Тадқиқотнинг иккинчи босқичида сценарияда қабул қилинган зилзиланинг муайян объектга таъсири, грунт шароитини ва сейсмик тебранишлар сўнишини ҳисобга олган ҳолда баҳоланади. Бунда инженер-геологик, геофизик ва инструментал тадқиқот материаллари таҳлил қилинади, ҳамда тадқиқот олиб борилаётган нуқтада грунт қатламининг сейсмик тебраниш параметрлари ишлаб чиқилган модел ёрдамида ҳисобланади.

Ишлаб чиқилган усулни татбиқ этиш учун намуна сифатида Жиззах шаҳри, Қассоблик маҳалласида жойлашган икки бино олинган. Биноларнинг бири 5 қаватли бўлиб, у 2008 йили комплекс конструкцияли пишиқ ғиштдан,

иккинчиси эса 1982 йили йирик панеллардан қурилган. Ушбу майдон сейсмик микрорайонлаштириш харитасига кўра 7 баллик зонага киради. Бу эса майдонда олиб борилган сейсморазведка ва инструментал усуллар билан тасдиқланган. Майдонда чўкувчан лесс грунтлари тарқалганлиги сабабли, улар сценариядаги зилзила таъсирига мустаҳкамлиги баҳоланган. Инструментал маълумотларга кўра грунтнинг сейсмик мустаҳкамлик коэффиценти 4,45 тенг.

Биоларнинг сейсмик заифлигини баҳолашда фақат макросейсмик балларда эмас, балки сейсмик тебранишлар параметрларидан (PGA, PGV, PGD, тебраниш давомийлиги ва спектрларда) ҳам фойдаланиш лозим. Шуни инобатга олиб, қурилиш майдонида сейсмик тебраниш параметрларини прогноз қилиш учун ProShake-2 дастури қўлланилди. Зилзила ўчоғининг ва тўлқин тарқалиш муҳитининг хусусиятлари тўғрисидаги маълумотларга асосланган ҳолда сейсмик тебраниш параметрлари эмпирик усуллар билан, яъни реал сейсмограммаларни синтезлаш орқали ҳисобланган акселерограммалар орқали прогноз қилинган. Сценария зилзиласи содир бўлган тақдирда ўрганилаётган майдонда сеймик тебраниш тезланиши ҳисобланган синтезланган акселерограммалар бўйича тезланишнинг максимал қиймати  $190 \text{ см/с}^2$ , тебраниш давомийлиги 12 секунд ва тебраниш чўққи частотаси 0,2 ва 0,35 Гц. тенглиги аниқланган.

Тадқиқотларнинг учинчи босқичида биоларнинг конструктив заифлигини баҳолашга қаратилган. Бино конструкцияларининг сейсмик заифлигини баҳолашнинг бир неча усуллари мавжуд, Масалан бионинг сейсмик мустаҳкамлик дефицитини ҳисоблаш ёки биоларнинг паспорти бўйича сейсмик заифлик маълумотларини EMS-98 стандартида келтирилган маълумотлар билан таққослаш. Яна самарали усуллари билан бири биоларнинг тебраниш динамикасини кузатиш ва микдорий баҳолаш.

Жиззах шаҳридаги ўрганилаётган биоларнинг сейсмик заифлиги Накамура усулидан фойдаланган ҳолда баҳоланган. Бунда бионинг пастки томининг устун деворларда техноген микро тебранишлар қайд қилинган. Олинган тебраниш маълумотларини қайта ишлаш натижасида қуйидагилар ҳисобланган: бионинг сейсмик мустаҳкамлик қиймати -  $181,74 \text{ см/с}^2$  дан  $291,84 \text{ см/с}^2$  гача ва Накамура бўйича заифлик коэффиценти 2,84-10,58.

Шундай қилиб қўлланилган усул асосида олиб борилган тадқиқотларга кўра Жиззах шаҳар Қассоблик маҳалласида жойлашган 5 қаватли бионинг сейсмик мустаҳкамлиги сценариядаги зилзиланинг сейсмик жадаллигидан юқори, чунки зилзиланинг максимал тезланганлиги  $\text{PGA}=190 \text{ см/с}^2$ , бўлса бионинг мустаҳкамлиги  $291,84 \text{ см/с}^2$  гача.

## ХУЛОСА

«Сейсмик рискни турли даражада баҳолашнинг инженер-сейсмологик асослари» докторлик диссертациясида ўтказилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар қилинган:



1. Сейсмик рискни баҳолашнинг илмий-методик асослари сейсмик хавфни баҳолашга, сценария зилзиланинг сейсмик тебранишларини прогноз қилишга ва уларни зилзила магнитудасига, эпицентрал масофасига, локал грунт шароитига боғлиқ ҳолда ўзгаришини баҳолашга ва бино-иншоотлар конструктив типларининг заифлик даражаси тўғрисидаги маълумотларга таянади.

2. Жиззах вилоятининг регионал геологик ва структура тузилишини, сеймотектоник ва сейсмиклик хусусиятларини, ҳамда сейсмостатистик маълумотларни таҳлил қилиш асосида ҳозирги кунда регионда Жанубий Фарғона сейсмоген зонасининг сейсмик фаоллиги юқорилиги аниқланган. Шунининг олиб Жанубий Фарғона сейсмоген зонасида сценария учун зилзиланинг танланган параметрлари ( $M \geq 6,0$ ;  $H=10$  км ва координатлари  $\varphi=67,951945$  ва  $\lambda=39,919355$ ) сейсмик рискни баҳолаш учун тавсия этилган.

3. Ўзбекистоннинг сейсмик фаол зоналари ер юзасида сейсмик эффектни шаклланиши ва кўриниши ҳамда грунтларнинг сейсмик хусусиятларини ўзига хос қирралари аниқланган. Турли литологик типдаги грунтларни инженер-геологик ва сейсмик хусусиятларини умумлаштирган ҳолда, грунтларнинг физик-механик ва сейсмик хусусиятлари ўртасида ўзаро корреляцион боғлиқлик аниқланган. Шулар асосида грунтларнинг сейсмик хусусиятлари бўйича таснифи такомиллаштирилди ва у локал майдонларда сеймик жадаллик орттирмасини аниқлаш учун тавсия этилган.

4. Лёсс ва қумли грунтлар тарқалган районларда сейсмик жадаллик нафақат сейсмик тебраниш параметрларига (амплитуда, частота ва давомийлик), балки грунтларда сейсмодеформацион жараёнларни ривожланишига имкон берадиган структуравий мустаҳкамликга ҳам боғлиқлиги ўрганилинган. Лёсс грунтларини сейсмодеформацияга мойиллигини аниқлаш учун горизонтал тебранишларнинг вертикал тебранишларга нисбатига асосланган Накамура усули қўлланилди. Ушбу усулни қўллаш асосида грунтлар сейсмик мустаҳкамлиги бўйича таснифланган. Ушбу таснифда лёсс грунтлар сейсмик мустаҳкам ҳолдан оқувчан ҳолга ўтиш коэффицентлари белгиланган.

5. Қурилиш майдонларнинг якуний сейсмиклик даражасини лёсс грунт пойдеворларнинг инженерлик жиҳатидан тайёрлангандан сўнг грунтнинг сейсмик хусусиятларини ўзгарганлигини ҳисобга олган ҳолда аниқлаш самарали натижа беради. Қурилиш котлованларида грунтлар мустаҳкамлигини ошириш учун қўлланиладиган грунт пойдеворларини тайёрлаш услублари умуман майдоннинг сейсмиклик даражасини ва ўз навбатида сейсмик рискни камайтиради ва иқтисодий жиҳатдан самара беради.

6. Турли грунт шароитида сейсмик жадаллик орттирмасини баҳолашнинг ишончли натижалари инженер-геологик ва сейсморазведка тадқиқотлар комплекси қўлланилганда, ҳамда микросейсмларни инструментал қайд қилиш ва уларни Накамура усули орқали қайта ишлаганда олинади. Сценария зилзиласида бино ва иншоотларнинг

эҳтимолий шикастланишини баҳолаш учун шаҳар худуди ва регионнинг сеймик жадаллигини прогноз қилиш харитаси тузилиши лозим. Бунда грунт шароитини ва сеймик тебраниш сўнишини ҳисобга олган ҳолда тузилган сеймик жадалликнинг орттирма харитаси асос бўлади.

7. Маълум ҳудудлар сеймик рискин баҳолашнинг инженер-сейсмологик асосини ишлаб чиқишнинг умумий концепцияси сеймик ҳодисага детерменик ёндашуви мақсадга мувофиқ. Бунда уч поғонали баҳолаш: I - маълум ҳудудда эҳтимоли юқори бўлган зилзила ўчоғидан тарқалган сеймик хавфни баҳолаш. II - майдоннинг грунт шароитини ва тебранишни сўниш параметрларини сеймик жадаллик орттирмасига таъсирини инобатга олувчи тузатиш киритиш. III - объектлар жойлашган майдонда “грунт-иншоот” тизимини сеймик таъсирда тебраниш хусусиятларини ўрганган ҳолда, ушбу тизим моделини яратиш тавсия этилади.

8. Бино-иншоотларнинг тебраниш мустаҳкамлиги инструментал кузатувларга ва HVSR методига асосланган ҳолда ўрганилган. Бунда ҳар хил типдаги биноларнинг шикастланиш чегараси сеймик таъсирнинг (PGA) қийматига кўра аниқланган. Сеймик таъсирнинг (тезланиш ва частота бирлигида) шахсий уйлар, кўп хонали пишиқ ғиштли ва панеллик, кўп қаватли сейсмомустаҳкам пишиқ ғиштли ва йирик панеллик бинолар учун чегаралари аниқланган. Ҳар бир конструктив типдаги бинолар учун сеймик заифлик коэффицентлари инструментал кузатув натижаларига кўра аниқланган. HVSR методини амалда қўлланиши биноларнинг айрим конструктив элементларининг ҳолатини ва умуман биноларнинг сеймик заифлигини баҳолашга ва уларнинг сеймик хавфсизлигини таъминлаш мақсадида тадбирлар ишлаб чиқишга имкон беради.

9. Бино ва иншоотларнинг турли даражадаги сеймик таъсирда шикастланиш эҳтимолини интеграл кўрсаткичи бўлган сеймик заифлик коэффиценти билан баҳолаш мақсадга мувофиқ. Чунки ушбу кўрсаткич макросеймик эффектни ўзгаришига таъсир этувчи омилларни (иншоот турини, татбиқ қилинган антисеймик тадбирини, иншоотнинг конфигурациясини, структурасининг бир хил эмаслигини, ҳолатини, “грунт-иншоот” тизимининг тебраниш параметрларини ва б.) ўзида намоён этади.

10. Турли масштаб даражада сеймик рискнинг (регионал, локал ва муайян) инженер-сейсмологик баҳолашнинг илмий-методологик ва амалий асослари ишлаб чиқилган ва апробациядан ўтказилганлиги Жиззах вилоятида сценария зилзиласи натижасида бевосита ва билвоста зарарларни прогноз қилишнинг самарали усули сифатида фойдаланилади.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА  
DSc 27.06.2017.GM/T.41.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ  
СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ ГЕОЛОГИИ И РАЗВЕДКИ  
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, УЗБЕКСКОМ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ И ПРОЕКТНОМ ИНСТИТУТЕ  
НЕФТИ И ГАЗА, ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ, ФИЛИАЛЕ РОССИЙСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА НЕФТИ И ГАЗА им.  
И.М.ГУБКИНА**

---

**ИНСТИТУТ СЕЙСМОЛОГИИ**

**ИСМАИЛОВ ВАХИТХАН АЛИХАНОВИЧ**

**ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
РАЗНОУРОВНЕВОЙ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА**

**04.00.06– Геофизика. Геофизические методы поиска полезных ископаемых**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
ДОКТОРА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

**Ташкент-2019**

**Тема диссертации доктора наук зарегистрирована под номером № В2018.1.DSc/GM35 Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан**

Диссертация выполнена в Институте сейсмологии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский-резюме) размещен на веб-странице Научного совета ([www.ing.uz](http://www.ing.uz)) и на Информационно-образовательном портале ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz))

**Научный консультант:**

**Хусомиддинов Сабриддин Самарович**  
доктор физико-математических наук

**Официальные оппоненты:**

**Долгополов Феликс Геннадьевич**  
доктор геолого-минералогических наук

**Раджабов Шухрат Сайфуллаевич**  
доктор геолого-минералогических наук

**Ходжиметов Алиназар Ирисметович**  
доктор физико-математических наук

**Ведущая организация:**

**Институт геологии и геофизики**

Защита диссертации состоится «26» февраля 2019 года в «14<sup>00</sup>» часов на заседании разового Научного совета на основе Научного Совета DSc.27.06.2017.GM/T/41.01. при Институте геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений, Узбекском научно-исследовательском и проектном институте нефти и газа, Ташкентском государственном техническом университете, филиале Российского государственного университета нефти и газа им. И.М.Губкина по адресу: 100059, г.Ташкент, ул.Шота Руставели, 114. Тел.: (99871) 253-09-78, факс: (99871) 250-92-15; e-mail: [igirnigm@ing.uz](mailto:igirnigm@ing.uz)

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений (регистрационный номер №3919. (Адрес: 100059, г.Ташкент, ул.Шота Руставели, 114. Тел.: (99871) 253-09-78, факс: (99871) 250-32-15; e-mail: [igirnigm@ing.uz](mailto:igirnigm@ing.uz)

Автореферат диссертации разослан «9» февраля 2019 года  
(реестр протокола рассылки №1 от 15 января 2019 года)

**Ю.И.Иргашев**

Председатель разового Научного совета по  
присуждению ученых степеней,  
д.г.-м.н., профессор

**М.Г.Юлдашева**

Ученый секретарь разового Научного совета по  
присуждению ученых степеней, к.г.-м.н.

**К.Н.Абдуллабеков**

Председатель разового научного семинара при  
разовом Научном совете по присуждению ученых  
степеней, д.ф.-м.н., профессор, академик

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мировой практике сейсмологических исследований проблема количественной оценки сейсмической опасности и прогнозирование последствий сильных землетрясений является чрезвычайно актуальной. Во многих странах с высоким уровнем сейсмичности, решение проблемы оценки сейсмического риска и минимизации ущерба при землетрясениях рассматривается как важный фактор устойчивого социально-экономического развития страны. В связи с этим создание инженерно-сейсмологических основ сейсмического риска, как важнейшей составляющей оценки последствий сильных землетрясений сейсмоактивных территорий, является приоритетной задачей.

В настоящее время в мире проводятся целенаправленные исследования по разработке теоретических и методических основ оценки сейсмического риска с учетом вторичных процессов природного и техногенного генезиса, оценка и картирование сейсмического риска, разработка мероприятий по понижению уровня риска, оценка сейсмической безопасности населения и территорий на различных уровнях. Для достижения успеха данных проблем решаются такие задачи, как оценка эффективности детерминистического и вероятностного подходов при прогнозе сейсмической опасности; построение региональных моделей сейсмических воздействий; разработка прикладных методов анализа и моделирования источников и сценариев природных и техногенных катастроф, ориентированных на применение ГИС-технологий; построение физических и математических моделей сейсмических воздействий на здания и сооружения; разработка технологий оценки сейсмической уязвимости конструктивных типов зданий и застройки территории; разработка методов оценки и картирования сейсмического и комплексного риска на разных уровнях; разработка математических моделей учета вторичных техногенных и природных факторов при оценке сейсмического риска.

В Республике особое внимание уделяется защите населения и территории от природных и техногенных катастроф. Для обеспечения сейсмической безопасности территории разрабатываются превентивные мероприятия по повышению устойчивости жилых, административных и социальных зданий, промышленных объектов и систем жизнеобеспечения на основе карт сейсмического районирования различных уровней. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан<sup>1</sup> определены важные задачи: «Совершенствование системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». Исходя из этого, одной из важнейших проблем является разработка технологии прогноза последствий сильных землетрясений на различных территориальных уровнях, что имеет большое научное и практическое значение.

---

<sup>1</sup>Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», от 1 июня 2017 г. № УП-5066 «О мерах по коренному повышению эффективности системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», Постановления Президента Республики Узбекистан от 9 августа 2017 г. № ПП-3190 «О мерах по совершенствованию проведения научных исследований в области сейсмологии, сейсмостойкого строительства и сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан.** Данное исследование выполнено в соответствии с требованиями приоритетных направлений развития науки и технологий республики VIII– «Науки о Земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

**Обзор зарубежных исследований по теме диссертации<sup>2</sup>.** Научные исследования, направленные на разработку теоретических и методических основ оценки сейсмического риска с учетом вторичных процессов природного и техногенного генезиса осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе: The Federal Emergency Management Agency (США), The University of California (США), Earthquake Research Institute, the University of Tokyo (Япония), International Institute of Seismology and Earthquake Engineering (Япония), Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (Италия), Evaluacion de Riesgos Naturales (Мексика), Risk Engineering+Design (Италия), German Research Center for Geosciences (Германия), Karlsruhe Institute of Technology (Германия), Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute of Bogazici University (Турция), Chine University of Geosciences (Китай), Институте Физики Земли РАН (Россия), Институте геоэкологии РАН (Россия), Институте земной коры СО РАН Россия), Институте геологии и геофизики (Молдова), Институте геологических наук (Армения), в Научно-исследовательском институте сейсмостойкого строительства (Туркменистан) и Институте сейсмологии (Узбекистан), а также в Институте механики и сейсмостойкости сооружений (Узбекистан).

В результате проводимых в мире исследований по оценке и прогнозу сейсмического риска, получен ряд научных и практических результатов, в том числе: создана методика расчета ущерба и потерь при сильных землетрясениях в зависимости от сейсмических колебаний (Massachusetts Institute of Technology, США); разработаны математические модели грунтовых толщ для оценки сейсмического воздействия на уровни оснований

---

<sup>2</sup>Обзор иностранных научных исследований по теме диссертации произведен на основе: <https://link.springer.com/article>; <https://docslide.net/documents/1-earthquake-hazard-and-risk-assessment-unisdr-hazard-and-risk-assessment-key.html>; <http://dx.doi.org/10.4236/ojer> и других источников

фундамента зданий (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Италия); разработан комплекс компьютерная программ для расчет повреждаемости и оценки уязвимости зданий и сооружений (The University of California, США); разработана методология оценка сейсмической опасности с использованием детерминистического и вероятностного подхода, выявлены закономерности затухания сейсмических колебания (Институт физики земли РАН, Россия), установлены по эмпирическим и модельным данным зависимости повреждаемости различных типов зданий и сооружений от характера и параметров сейсмических колебаний (International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Япония); разработаны модели и алгоритмы для оценки обстановки при крупномасштабных чрезвычайных ситуациях природного характера (землетрясения, наводнения, цунами) на территории крупных городов (Институт геоэкологии РАН, Россия); разработана технология оценки и районирования сейсмического риска урбанизированных территорий (Институт сейсмологии АН РУз, Узбекистан).

В мире ведутся научно-исследовательские работы по ряду приоритетных направлений в области сейсмического риска, в том числе: по созданию математической модели сейсмической опасности, уязвимости и риска особо ответственных объектов (АЭС, ТЭС, газо- и нефтепроводов, крупных промышленных комплексов и т.д.), по разработке специальных программ, основанных на ГИС технологиях для оперативной оценки последствий сильных землетрясений, по созданию научных основ оценки и картированию сейсмического риска в электронном формате, и построению региональных и локальных моделей сейсмического воздействия и сейсмической уязвимости с учетом инженерно-сейсмологического состояния территории.

**Степень изученности проблемы.** Целенаправленные исследования по прогнозу и оценке природных рисков, в т. ч. и сейсмических, начались с семидесятых годов прошлого столетия с развитием страховой деятельности во многих странах. Это связано с особым отношением государственных структур к безопасности населения и территории (R.V.Whitman, D.C.Friedman, I.M.Idriss, C.S.Oliveira, H.C.Shah<sup>3</sup>, S.Kisliakov, V.Silva, O.D.Cordona). В работах В.И.Осипова<sup>4</sup>, Г.А.Собелева, С.К.Шойгу, Г.Л.Коффа<sup>5</sup>, А.Л.Рогозина, М.А.Шахрамьяна<sup>6</sup>, В.А.Ларионова, С.П.Сущева и др. освещены теоретические аспекты оценки последствий чрезвычайных ситуации, информационного обеспечения страхования от опасных природных процессов, экономических расчетов ущерба и др.

Методологические и практические вопросы оценки сейсмического риска городских территорий рассмотрены в работах M.Lu, M.Elmas, N.Mert,

---

<sup>3</sup>Shah H.C. Earthquake engineering and seismic risk analysis. Stanford, 1982. - 87 p.

<sup>4</sup>Осипов В.И., Шойгу С.К., Соболев Г.А. и др. Природные опасности России// Сейсмические опасности. - М.: Крук, 2000. - 295 с.

<sup>5</sup>Кофф Г.Л., Рюмина Е.В. Сейсмический риск. - Москва: НИЦ «Геориск», 2003. - 108 с.

<sup>6</sup>Шахрамьян М.А. Оценка сейсмического риска и прогноз последствий землетрясений в задачах спасения населения. -М.: ВНИИ ГОЧС, 2000. - 190 с.

К.Насегава, Н.Найаши, М.И.Каррено, У.Нисимуро, Г.Грунтал, Ж.Зшчау, Г.Л.Коффа, В.Г.Алказа, М.А.Шахраманяна, В.Б.Заалишвили, Е.Н.Черных, Ю.К.Чернова, С.А.Тягунова, С.Н.Назаретяна, А.Д.Абакарова, И.Б.Курбанова, В.Г.Баранников и др., в которых на основе детерминистического или вероятностного подхода оцениваются сейсмическая опасность территории, рассматриваются сейсмическая уязвимость строительных конструкций и застройки на основе паспортизации зданий и сооружений, предлагаются различные методы оценки сейсмического риска.

В Узбекистане научные исследования по сейсмическому риску начаты с 90-х годов под руководством Б.Мардонова и Ю.К.Чернова. В результате этих исследований разработана методика количественного прогнозирования сейсмических воздействий, сейсмической опасности и сейсмического риска точечных объектов, основанные на совместном вероятностном рассмотрении возникновения и формирования сейсмических колебаний, реакции сооружений и последствий землетрясения (С.А.Тягунов, В.А.Исмаилов, Т.С.Валиев, А.Джураев). Важным шагом в методическом и практическом развитии сейсмического риска в республике стал проект UN-IDNDR “Международная декада по уменьшению ущерба от природных катастроф”, где проведены комплексные исследования по оценке сейсмического риска г.Ташкента (Т.Р.Рашидов, Ш.А.Хахимов, К.Н.Абдуллабеков, К.С.Абдурашидов, Л.М.Плотникова, С.А.Тягунов, Р.С.Ибрагимов, В.А.Исмаилов, Б.С.Нуртаев, С.С.Сейдузова, С.А.Саидов, К.А.Плахтий и др.).

В рамках научно-исследовательских проектов Института сейсмологии АН РУз выполнены работы по изучению особенностей формирования и изменений инженерно-геологических факторов сейсмического риска городских территорий (А.М.Худайбергенов, М.Ш.Шерматов, Х.Мирзобаев, К.Ш.Нурмухамедов, М.А.Туйчиева, Н.М.Джураев), по разработке методологических основ оценки и районирования сейсмического риска с учетом региональных геолого-геофизических и историко-демографических особенностей республики (Н.Г.Мавлянова, Р.Ш.Иногамов, А.Б.Павлов) и по разработке технологии оценки и районирования сейсмического риска на территории городов (С.С.Хусомиддинов, В.А.Исмаилов, С.Тягунов, Н.Г.Мавлянова, В.А.Рафиков и др.).

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами организации, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана прикладных и инновационных научно-исследовательских работ Института сейсмологии АН РУз по темам: № 0043386/1991 «Разработка методов количественного прогнозирования сейсмической опасности, сейсмических воздействий и сейсмического риска» (1991-1996 гг.), И8-ФА-Т004 «Технология оценки и районирования сейсмического риска» (2016-2017гг.), ПЗ-20170928253 «Разработка эффективных сценариев действий государственной системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций при сильных землетрясениях»(2018-2020гг.), ПЗ-20170929541 «Разработка целевой



государственной программы по созданию технологии повышения уровня сейсмической безопасности населения и территории республики по комплексу рисков, образуемых природными и техногенными факторами»

**Целью исследования** является разработка научных инженерно-сейсмологических основ оценки сейсмического риска на различных территориальных уровнях (административного региона, городской застройки и строительной площадки) на основе выявленных региональных и локальных закономерностей изменения интенсивности сейсмических воздействий и оценки уязвимости различных типов зданий и застройки.

**Задачи исследования:**

определение параметров, характеризующих региональную сейсмическую опасность;

выявление и количественное описание параметров сейсмической опасности, и выбор сценарного землетрясения (координаты, магнитуда, глубина очага);

выявление закономерностей изменения сейсмической интенсивности при сценарном землетрясении в зависимости от инженерно-геологических условий и затухание сейсмических колебаний с расстоянием;

установление основных факторов, определяющих инженерно-сейсмологические условия оценки сейсмического риска и их оценка;

изучение инструментально-сейсмометрическими методами поведения грунтовых толщ и системы «грунт-сооружение» при сейсмических воздействиях и выявление параметров сейсмической уязвимости различных конструктивных типов зданий и сооружений;

разработка инженерно-сейсмологических основ оценки сейсмического риска на уровнях административного региона, городской застройки и точечного объекта.

**Объектом исследования** являлись сейсмоактивные территории Джизакской области (административный регион, городская застройка и строительная площадка).

**Предмет исследования:** на основе оценки изменение сейсмической интенсивности при сценарном землетрясении в зависимости от грунтовых условий и затухания с расстоянием и сейсмической уязвимости зданий и застройки разработка инженерно-сейсмологических основ сейсмического риска.

**Методы исследований.** В диссертации использованы методы, применяемые в практике инженерно-геологических и геофизических исследований, включающие полевые и лабораторные изучения физико-механических и сейсмических свойств грунтов. Геодезические методы изучения деформации аварийных зданий и лабораторные исследования природы деформационных процессов в лессовых грунтах на специально сконструированном ультразвуковом приборе. Регистрация сейсмических колебаний на поверхности земли и на зданиях с использованием сейсмической аппаратуры (велосиметров и акселерометров). Применены

программные средства “ProShake-2<sup>7</sup> для получения синтетических акселерограмм, а также программы “GESI Program<sup>8</sup>” для оценки степени повреждаемости различных типов зданий

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработана методика выбора параметров сценарного землетрясения (местоположение, магнитуда, глубина очага и гипоцентральное расстояние до точки расположения объекта) с позиции детерминистического подхода;

выявлено влияние различных типов грунтов, слагающих территорию Узбекистана, на параметры сейсмической интенсивности и усовершенствована классификация грунтов по сейсмическим свойствам;

разработано эмпирическое уравнение зависимости скорости развития сейсмодетерминаций в лессовых грунтах от параметров сейсмического воздействия;

выявлено пространственное изменение сейсмической интенсивности в зависимости от грунтовых условий и затухания сейсмических колебаний с расстоянием;

впервые экспериментально установлено влияние различных способов инженерной подготовки грунтовых оснований фундаментов на сейсмичность площадки строительства;

рассчитаны функции уязвимости, связывающие степень повреждения зданий и сооружений с уровнем сейсмического воздействия (в баллах шкалы MSK-64 и инженерных параметров) для различных конструктивных типов зданий;

впервые разработаны инженерно-сейсмологические основы для оценки возможного прямого ущерба при сценарных землетрясениях на различных территориальных уровнях: региональном, городском и площадном.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

выбран очаг сценарного землетрясения, представленный как наиболее опасный для территории Джизакской области, и определены его параметры;

оценены изменения сейсмической интенсивности при сценарном землетрясении на территории Джизакской области в зависимости от грунтовых условий с учетом затухания сейсмических колебаний и составлена карта оценки сейсмической интенсивности территории г.Джизака и Джизакской области при сценарном землетрясении;

установлены функции сейсмической уязвимости различных конструктивных типов зданий и методика оценки сейсмической уязвимости городской застройки, составлена схематическая карта сейсмической уязвимости г.Джизака;

предложены методики разработки инженерно-сейсмологических основ оценки сейсмического риска на региональном, локальном и точечном уровнях.

---

<sup>7</sup><http://proshake.com/PS2.0Professional.htm>

<sup>8</sup>[http://iisee.kenken.go.jp/net/saito/gesi\\_program/index.htm](http://iisee.kenken.go.jp/net/saito/gesi_program/index.htm)

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность результатов исследований обеспечивалась, инженерно-геологическими исследованиями на территории Джизакской области, по 140 горным выработкам; данным комплексных инженерно-сейсмологических исследований (сейсморазведка, сейсмические наблюдения и расчетные методы) в 6-ти строительных котлованах; данным сейсморазведочных исследований, по 130 точкам и инструментально-сейсмометрическим, около 35 пунктов наблюдений в зданиях и более 70 точек на поверхности земли. С использованием программы “ProShake-2” составлены более 120 синтезированных акселерограмм и программы “GESI\_Program”, произведена оценка повреждаемости более 50 конструктивных типов зданий.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.** Научная значимость результатов исследований заключается тем, что выявленные закономерности пространственного изменения сейсмической интенсивности с учетом локальных грунтовых условий и затухания сейсмических колебаний, установление степени повреждаемости и функции уязвимости различных конструктивных типов зданий при сценарном землетрясении являются научно-методологической базой для разработки инженерно-сейсмологических основ оценки сейсмического риска на разных территориальных уровнях.

Практическая значимость полученных результатов исследований состоит в том, что разработанные в диссертации методологические подходы разработки инженерно-сейсмологических основ на разных уровнях (региональном, локальном и площадном) повышают достоверность количественной оценки сейсмического риска, что позволяет своевременно провести разноуровневые превентивные мероприятия, направленные на уменьшение ущерба, вызванного сценарного землетрясения.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных инженерно-сейсмологических результатов по оценке сейсмического риска на различных территориальных уровнях (региональном, локальном и площадном):

методика выбора параметров сценарного землетрясения внедрена в Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан (справка Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан №2/4/24-3000 от 31 октября 2018 г.). Результаты позволили определять максимально вероятности очага землетрясений для организаций стратегических направлений по обеспечению безопасности;

методика прогноза сейсмической интенсивности при сценарном землетрясении и составленная схематическая карта прогноза сейсмической интенсивности для территории Джизакской области внедрены в территориальные управления Джизакской области Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан (справка Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан №2/4/24-3000 от 31

октября 2018 г.). Результаты позволили разработать превентивные мероприятия по обеспечению безопасности при сценарном землетрясении.

методика оценки сейсмической уязвимости конструктивных типов зданий внедрена в территориальные управления Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан МЧС РУз (справка Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан №2/4/24-3000 от 31 октября 2018 г.). Результаты позволили усовершенствовать методологическую основу паспортизации зданий и сооружений по сейсмической уязвимости.

инженерно-сейсмологические основы оценки сейсмического риска на разных территориальных уровнях: административных, городских и площадных внедрены в территориальные управления Джизакской области Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан (справка Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан №2/4/24-3000 от 31 октября 2018 г.). Результаты позволили планировать аварийно-спасательные работы в случае возникновения сценарного землетрясения

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования изложены в виде докладов и прошли апробацию на 9 международных и 4 республиканских научно-технических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы 40 научных работ. Из них 1 монография, 14 научных статей, в т. ч. 12 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, шести глав, заключения и списка использованной литературы. Объем диссертации составляет 207 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, его цель и задачи, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Аналитический обзор современного состояния проблемы и выбор общей концепции оценки сейсмического риска**» приведены результаты анализа литературных данных зарубежных и республиканских исследователей, по оценке сейсмического риска.

В научно-технической литературе встречаются различные определения термина "риск". В одном случае под риском понимают вероятность появления неблагоприятного события, в виде сейсмического сотрясения. В

других - как ущерб, наносимый этим сотрясением тому или иному объекту. Согласно определению Г.А.Соболева, под сейсмическим риском понимается вероятный ущерб при заданной сейсмической опасности и заданном интервале времени.

Развитие научных и практических исследований по оценке сейсмического риска, т.е. методологии оценки ущерба и потерь при сильных землетрясениях связано с землетрясением Сан-Фернандо (США) в 1971 г. После землетрясения, по запросу страховых служб США, интенсивно начались разработки методики оценки общего ущерба от землетрясения на определенных территориях, в т. ч. для точечных объектов. Начали создаваться исследовательские группы и центры, которые разрабатывали программные средства по расчету экономических последствий землетрясений. Примером является разработанная программа Массачусетского Технологического Института под руководством R.V.Whitman, в основу, которой положена зависимость ущерба от параметров сейсмического воздействия, известной как «матрицы вероятности ущерба».

Масштабные исследования по оценке сейсмического риска в Узбекистане связаны с резолюцией ООН № 44/236 от 22 декабря 1989 г. “О международном десятилетии по уменьшению опасности стихийных бедствий” (UNIDNDR). В рамках данной резолюции отбраны 10 городов мира (из 58 городов-претендентов), расположенные в сейсмически опасных зонах и имеющие материальные и интеллектуальные потенциалы для развития теоретических и практических аспектов оценки сейсмического риска. Секретариатом UN-IDNDR отобран и г.Ташкент.

Согласно принятой UNIDNDR программы, исследования проводились в три этапа: первый - разработка сценария потенциального землетрясения и прогноз изменений сейсмической интенсивности от сценарного землетрясения; второй - оценка возможного ущерба с учетом конструктивной уязвимости зданий и сооружений; а третий – разработка плана действий по уменьшению сейсмического риска.

Проведенные инженерно-сейсмологические исследования на территории г.Ташкента явились началом научно-практических работ в области оценки сейсмического риска. Имелись также недостатки в теоретическом и методическом плане. Это в основном касается определения концепции сейсмического риска и последовательности этапов исследований, а также выбора показателя сейсмического воздействия.

В соответствии с формулировкой, введенной в 2001 г. UNDRP (United Nations Disaster Relief Organization), сейсмический риск - вероятность социально-экономического ущерба от возможных землетрясений в соответствии с расчетной сейсмической опасностью территории и уязвимостью строительных и природных объектов.

В существующих концепциях сейсмический риск рассматривается с позиции двух компонентов - сейсмической опасности и уязвимости объекта.

Однако для повышения достоверности прогнозных оценок сейсмического риска необходимо принимать во внимание сейсмическое взаимодействие системы "грунт-сооружение". Учитывая это положение, в данной работе оценка сейсмического риска рассмотрена из следующих составных частей:

- оценка сейсмической опасности и выбор сценарного землетрясения;
- оценка сейсмического воздействия с учетом грунтовых условий и затухания колебаний с расстоянием;
- оценка сейсмической уязвимости конструкций зданий и застройки.

Во второй главе диссертации **«Геологические, сеймотектонические и сейсмологические основы выбора сценарного землетрясения»** анализированы основные факторы, определяющие сейсмичность территории, и рассмотрены методологические аспекты выбора сценарного землетрясения. В качестве объекта исследования принять административный регион - Джизакская область, один из активно развивающихся промышленных регионов Узбекистана.

Исследуемый регион находится в центральной части Республики Узбекистан. По геолого-структурному положению относится к области перехода от Тянь-Шаньского эпиплатформенного орогена к Туранской платформе. Тектонические структуры фундамента сформировались в герцинском горообразовательном процессе. Покровные толщи связаны альпийским тектогенезом, создавшим ряд поднятий и депрессий, а также большое количество разрывных нарушений широтного и субширотного простирания. Складчатый фундамент выходит на поверхность в горных обрамлениях Койташ, Мальгузар и Писталитау, а также в районе бугра Таш-Тюбе, Хонбанди и др.

В пределах исследуемой территории выделяются два региональных разлома: Южно-Ферганский и Северо-Кульджуктау-Туркестанский, которые простираются в субширотном направлении. Активность этих разломов выражается наличием многочисленных остаточных деформаций и высокоамплитудных смещений в четвертичных отложениях по всей протяженности разломной зоны, а также активностью денудационных процессов. Главная особенность разломов к зонам их прослеживания приурочены очаги землетрясений, которые выделены как сейсмогенные зоны.

О высокой активности сейсмогенных зон указывают произошедшие сильные землетрясения: Ура-Тюбинские (1897 г., 1923 г.), Хайдарканское (1977 г.), Исфара-Баткентское (1978 г.), Галля-Аральское (1974, 1984 гг.), Канское (2011 г.), Маржанбулакское (2013 г.) и Бахмальское (2017 г.).

Для количественной характеристики сейсмической опасности необходимо оценивать следующие долговременные параметры сейсмического процесса:

параметры повторяемости землетрясений различного энергетического уровня для всех сейсмоактивных зон;

величина максимального возможного в данной сейсмоактивной зоне землетрясения  $M_{\max}$  - сейсмический потенциал территории;

законы спадания интенсивности сейсмических воздействий с расстоянием для землетрясений различных магнитуд. При этом сама интенсивность воздействия может быть выражена как в баллах макросейсмической шкалы, так и в величинах максимальных ускорений или же в спектральных амплитудах.

Установлено, что наибольшую сейсмическую угрозу для всей территории Джизакской области оказывает Южно-Ферганская сейсмогенная зона, где возможно возникновение землетрясения с магнитудой  $M \geq 6,0$ , глубиной очага 10-20 км и силой  $I=8,0$ . На исследуемой территории выделяются зоны сейсмичностью  $I=6,0$ ,  $I=7,0$  и  $I=8,0$  баллов при вероятности  $P=0,99$  не превышения указанного значения макросейсмической интенсивности в течение 50-ти лет (Т.У.Артиков, Р.С.Ибрагимов, 2013 г.).

Наиболее перспективным представляется подход к созданию моделей сейсмического риска на основе сценариев землетрясений. Они в значительной степени должны соответствовать условиям, характеризующим пространственное распределение уровня сейсмической опасности региона.

Анализ морфоструктурного строения Южно-Ферганской сейсмогенной зоны показывает, что эпицентры всех сильных землетрясений приурочены к местам пересечения регионального с поперечными разломами низкого порядка, о чем также свидетельствуют результаты исследования У.А.Нурматова и др. (2016 г.). Учитывая это положение и теорию миграции очагов (Т.У.Артиков, Р.С.Ибрагимов, 2012 г.), выбраны следующие координаты сценарного землетрясения:  $\varphi = 67,951945$  и  $\lambda = 39,919355$  (рис.1).

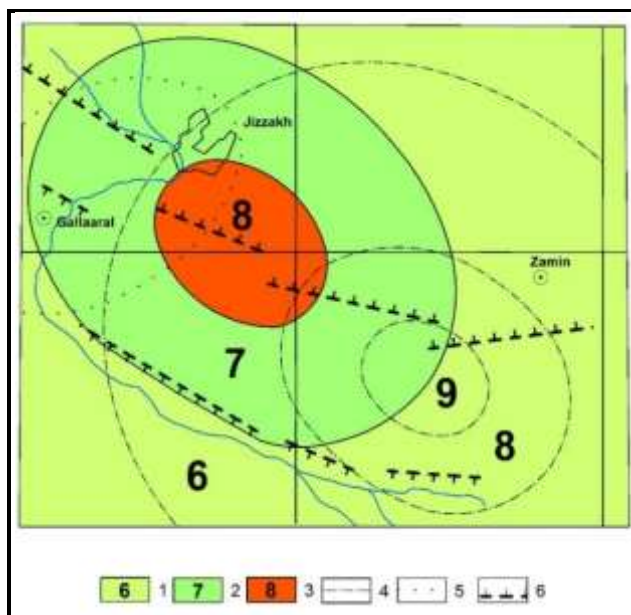


Рис.1. Схема теоретических изосейст сценарного землетрясения:

1, 2 и 3 изосейсты сценарного землетрясения ( $M=6,0$ ;  $H=10$  км,  $\Delta=21$  км), соответствующие 6, 7 и 8 балльным зонам. 4 - изосейсты Уратюбинского землетрясений 1897г ( $M=6,6$ ;  $H=25$ км,  $\Delta=37$ км); 5-изосейсты Галляаральского землетрясений 1984г ( $M=5,2$ ;  $H=15$ км,  $\Delta=24$ км; 6 – границы Южне-Ферганской сейсмогенной зоны.

Отметим, что сценарное землетрясение выбрано в 2016 г. при разработке научно-исследовательского проекта. В начале 2017 г. началась сейсмическая активизация (серия толчков с  $M=2,5-4,7$ ), которая территориально соответствует эпицентру сценарного землетрясения. 29 сентября 2017 г. произошел толчок с магнитудой  $M=5,1$  и  $H=10$  км, на 10 км юго-восточнее от эпицентра сценарного землетрясения. В настоящее время продолжается активизация. Это подтверждает правильность и эффективность предложенной методики выбора места и параметров сценарного землетрясения.

В третьей главе диссертации **«Особенности влияние локальных грунтовых условий на сейсмическую интенсивность»** приведены научно-практические результаты многолетних инженерно-сейсмологических исследований по определению расчетной сейсмичности на строительных площадках.

При сильных землетрясениях степень повреждения зданий и сооружений зависит от особенностей грунтовых условий площадки, которые в одних случаях увеличивают, в других - снижают сейсмическую нагрузку на сооружение. Это связано с амплитудно-частотной характеристикой колебаний грунтовой толщи, которая определяется физическими (скорости упругих волн  $V_p$  и  $V_s$ , плотности  $\rho$ , декременты поглощения  $\theta_p$  и  $\theta_s$ ), геометрическими характеристиками (мощности слоев и их соотношения) и потерей несущей способности грунтов (прочностные и деформационные свойства). При оценке приращений сейсмической интенсивности на локальных участках основным показателем приняты литогенетические типы грунтов, слагающих грунтовую толщу, и их физико-механические и сейсмические свойства.

Согласно классификации, все грунты подразделены на скальные и дисперсные. Если скальные грунты характеризуются более высокими значениями упругих характеристик и устойчивостью при сейсмических воздействиях, то дисперсные грунты в зависимости от типа и свойств, а также реакций на сейсмические колебания, меняются в широких диапазонах. Рассмотрены и оценены приращения сейсмической интенсивности локальных участков с разными дисперсными грунтами, имеющие широко распространенных не только в Джизакской области, но и на территории Узбекистана: скальные, крупнообломочные, песчаные, лессовые и насыпные грунты.

Установлены корреляционные связи между упругими ( $V_p$  и  $V_s$ ), физическими (плотности, влажности, степень влажности и пористости) и механическими (сопротивление сжатию, прочность и модуль деформации) свойствами грунтов и определены уравнения корреляций. С использованием методов сейсмической жесткости и сопоставления амплитудных уровней колебаний от слабых землетрясений и микросейсм по отношению «референтного» грунта (А.С.Алешин, 2017 г.) установлены приращение сейсмической интенсивности локальных участков. В качестве референтного



принят лессовый грунт со значениями скорости поперечных волн ( $V_s$ )=400 м/сек, плотности грунта ( $\rho$ )=1,65г/см<sup>3</sup>и мощности толщи ( $h$ )=10 м.

Так, сейсмическая интенсивность закономерно уменьшается на 0,5-1,5 балла на площадях со скальными грунтами, на 0,5-1 балл на площадях с крупнообломочными отложениями, увеличивается от 0 до 1 балла на песчаных и глинистых грунтах и до 1,5 балла на насыпных грунтах. Результаты обобщены в региональной таблице физико-механических и сейсмических свойств литогенетических типов грунтов с оценкой величины возможной сейсмической интенсивности на площадях их распространения.

При сильных землетрясениях на территории увлажненных лессовых и мелко- и тонкозернистых песчаных грунтов развита сейсмодиформация в виде дополнительной просадки и разжижения. Эти процессы существенно влияют на устойчивость зданий и сооружения. Согласно данным Ф.Ф.Аптикаева и О.О.Эртеловой (2014 г.), уровень амплитуды ускорения (PGA) на рыхлых отложениях в эпицентральной зоне сильных землетрясений не так значителен, как на скальных грунтах. Несмотря на это макросейсмический эффект на рыхлых грунтах все же выше. Этот феномен объясняется развитием процесса сейсмодиформации в рыхлых грунтах.

На основании геодезических наблюдений за деформациями несущих стен в аварийных зданиях выявлен характер развития сейсмопросадки в увлажненных лессовых грунтах в зависимости от силы сейсмических толчков. Установлена корреляционная зависимость скорости дополнительной осадки от сейсмической интенсивности (рис.2).

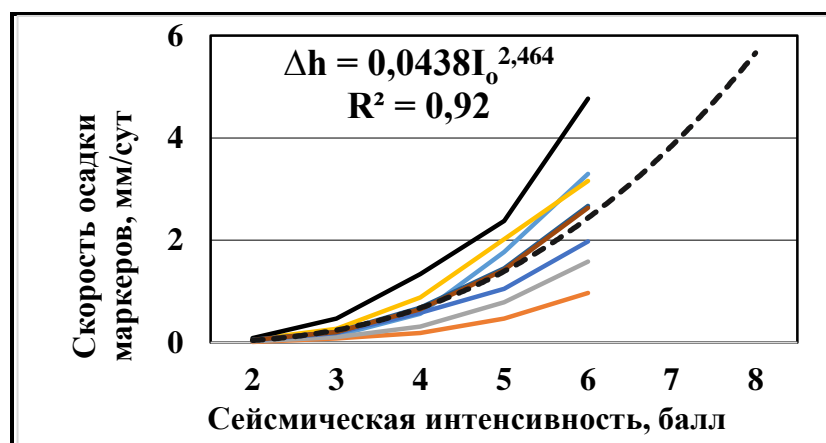


Рис.2. График зависимости скорости развития сейсмопросадки в лессовых грунтах от сейсмической интенсивности.

Для оценки структурной прочности лессовой толщи при динамических воздействиях использован метод Накамуры (2000 г.), более известный как метод отношений спектров горизонтальной компоненты записи к вертикальной (the Horizontal to Vertical Spectrum Ratio-HVSRM) при регистрации техногенных микроколебаний.

Инструментальные наблюдения проведены на поверхности лессовых толщ с различными физико-механическими свойствами. Для каждой точки

вычислены значения индекса уязвимости (vulnerability index) или коэффициент неустойчивости. На основе обобщения результатов исследования разработана классификация грунтов по сейсмической устойчивости. При этом грунты по физическим параметрам и уязвимости объединены в 5 классов (см. таблицу).

Таблица

Классификация лессовых грунтов по сейсмической устойчивости

№ пп	Наименование грунта по сейсмической устойчивости	Плотность сухого грунта, г/см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости	Степень влажности	Показатель консистенции	Коэффициент сейсмической устойчивости и по Накамура
1	Сейсмо-устойчивый	1,35-1,57	0,73-1,0	<0,2	<0	0-5
2	Слабо сейсмо-устойчивый	1,28-1,49	0,81-1,12	0,2-0,5	0-0,5	5-10
3	Предельно сейсмо-устойчивый	1,39-1,51	0,79-1,0	0,5-0,8	0,5-0,75	10-20
4	Сейсмо-неустойчивый	1,33-1,47	0,85-1,04	0,8-1,0	0,75-1,0	20-30
5	Склонен к разжижению (течению)	1,26-1,62	0,67-1,15	1,0	>1,0	30<

Для выявления роли сейсмических колебаний в процессе уплотнения лессовых пород с учетом статической нагрузки проведены специальные исследования. Для этой цели создана установка для ультразвукового просвечивания образца грунта. При этом важным считалось выявление и количественная оценка развития деформации в статически уплотненных породах при различных параметрах динамического воздействия.

Полевые и лабораторно-экспериментальные методы изучения природы сейсмической устойчивости лессовых грунтов свидетельствуют о возможности снижения сейсмического риска, т.е. уменьшении возможного ущерба при сильных землетрясениях на территориях распространения лессовых грунтов.

Применение методов технической мелиорации позволяет существенно повысить физико-механические свойства лессовых грунтов и устранить их просадочность на небольших площадях, соизмеримых с площадью застройки. Устройство искусственного основания приводит к изменению категории грунта по сейсмическим свойствам. Следовательно, улучшая сейсмические свойства оснований противопросадочными мероприятиями, можно уменьшить величину ожидаемого сейсмического воздействия на здания и сооружения.

Экспериментально установлено, что максимальное снижение сейсмической интенсивности на 1-1,5 балла достигается при уплотнении лессовой толщи висячими сваями и закреплении грунта при газовой силикатизации, на 0,5-1,0 балл - при применении методов предварительного

замачивания, уплотнения грунтов энергией взрывов и послойной укаткой или трамбовкой, а также закрепление грунтов силикатным раствором. Можно заключить, что инженерная подготовка основания снижает уровень сейсмического воздействия на здания и сооружения.

В четвертой главе **«Методика разработки инженерно-сейсмологической основы оценки сейсмического риска на уровне административных регионов»** обоснована последовательность разработки инженерно-сейсмологической основы и приведены результаты тестирования разработанной методики на примере Джизакской области.

Административный регион при оценке сейсмического риска рассматривается как таксономическая единица, где объектом оценки сейсмической уязвимости являются населенные пункты с различными по масштабу, функциональному назначению, статусу и особенности застройки. Оценка сейсмического риска проводится с целью разработки региональных нормативных документов по организации и планированию спасательных работ, заблаговременной подготовки населения к сильным землетрясениям и учета безопасности при градостроительных решениях на основе территориальной оценки общего объема возможного ущерба и потерь от сценарного землетрясения.

Оценка инженерно-сейсмологических условий административных регионов основывается на данных последовательно выполняемых комплексных исследований региональных закономерностей изменения инженерно-геологических условий и затухания сейсмических колебаний от сценарного землетрясения, и уровнях сейсмической уязвимости населенного пункта.

Региональная оценка инженерно-геологических условий является важным компонентом при оценке инженерно-сейсмологических условий, так как в ней обобщены данные о геологическом, геоморфологическом и тектоническом строении, гидрогеологических условиях, а также особенности литологических типов грунтов до глубины 10 м и их физико-механические и сейсмические свойства, которые определяют изменение сейсмической интенсивности.

Таким образом, сейсмическая интенсивность от сценарного землетрясения по инженерно-геологическим, сейсморазведочным и инструментальным исследованиям в пределах Джизакской области характеризуется с приращением сейсмической интенсивности -1; 0 и +1 баллов.

Определение региональной функции затухания макросейсмического поля традиционно основывается на исследовании последствий сильного землетрясения, и она зависит от магнитуды и конфигурации очага землетрясения. Для построения теоретической карты изосейст сценарного землетрясения на территории Джизакской области использованы зависимости Т.У.Артикова и Р.С.Ибрагимова (2012 г.).

Для оценки влияния грунтовых условий на параметры сейсмических колебаний и изменения их с расстоянием применен модельный анализ с использованием программ ProShake 2.0. Рассмотрены три модели грунтовых условий, характерные для центральной части Узбекистана.

При расчете синтезированных акселерограмм для каждой модели грунта постоянными входными данными являлись: магнитуда и глубина землетрясения (параметры сценарного землетрясения), толщина верхней толщи (не менее 30 м), средняя плотность грунта и средняя скорость поперечных волн в верхних толщах грунта. Переменным входным данным принято гипоцентральное расстояние ( $r$ ), которое менялось каждые 10; 15; 20;...60 км. По результатам расчетов построены 33 синтетические акселерограммы и определены величины пиковых ускорений от сценарного землетрясения для трех категорий грунтов по сейсмическим свойствам (КМК 2.01.03-96). Установлены следующие уравнения зависимости затухания величины пикового ускорения на различных расстояниях:

$$\begin{aligned} \text{для I категории} & - \mathbf{PGA=528,09e^{-0,06 r}}, \\ \text{для II категории} & - \mathbf{PGA=586,5e^{-0,04 r}}, \\ \text{для III категории} & - \mathbf{PGA=696,87e^{-0,032 r}}. \end{aligned}$$

Таким образом, с использованием результатов типизации инженерно-геологических условий и уравнений затухания пикового ускорения на различных категориях грунтов от сценарного землетрясения составлена схематическая карта прогноза сейсмической интенсивности территории Джизакской области. Сейсмические воздействия на населенные пункты Джизакской области от сценарного землетрясения оценены на основе схематической карты, где выделены населенные пункты с интенсивностью 6, 7, 8 и 9 баллов.

Методика оценки уязвимости населенных пунктов и городов основана на данных оценки уязвимости конструктивных типов зданий, которыми застроены населенные пункты или города. Все здания сгруппированы в три типа:

Тип А - индивидуальные дома, построенные из местных строительных материалов (гуваляк, сырцовый кирпич и пахса).

Тип Б - административные, социальные, индивидуальные и жилые здания, построенные из жженого кирпича (1-2-этажные).

Тип В - административные, социальные и жилые здания, построенные из жженого кирпича и панельные (3-5-этажные).

Используя, функцию уязвимости типов зданий и параметры сейсмической интенсивности подсчитана уязвимость 77 населенных пунктов и городов Джизакской области. При этом первичным материалом являлись анкетные данные о количестве конструктивных типах зданий. В заключении главы обобщены результаты оценки сейсмической уязвимости застройки Джизакской области по 77 населенным пунктам и городам.

В пятой главе «**Методика разработки инженерно-сейсмологической основы оценки сейсмического риска на уровне городской застройки**» рассмотрены инженерно-сейсмологические аспекты оценки сейсмического риска на территории городов.

Городская застройка - ограниченная территория, фактически уже застроенная жилыми культурно-бытовыми, промышленными, административными, религиозными и иными строениями либо сооружениями, в т. ч. и инженерной инфраструктуры, и иными объектами. К ним относятся населенные пункты, отдельные части городских территорий и в целом городская территория.

В отличие от точечных объектов, городская территория характеризуется широким спектром сейсмических колебаний, обусловленными инженерно-геологическими условиями, наличием эффекта затухания сейсмических колебаний с расстоянием и застройкой территории разными конструктивными типами зданий и сооружений. Объектом исследования выбран г.Джизак как административный центр и как город, характеризующий традиции местного градостроительства и расположенный в сейсмически активной зоне.

Формирование современного состояния инженерно-геологических условий территории г.Джизака связано с геологическими и техногенными факторами. Учитывая это положение, выделены пять типов инженерно-геологических условий, которые отличаются не только литологическим строением, но и параметрами физико-механических и сейсмических свойств. Для каждого типа определены приращения сейсмической интенсивности, которое изменяются в значениях -1, 0, +1 баллов.

Для оценки параметров сейсмических колебаний на различных грунтовых условиях и удаленности от эпицентра сценарного землетрясения рассчитаны синтетические акселерограммы с использованием программы Matlab MSEER\_GMS, разработанной в Калифорнийском технологическом университете, где входными параметрами явились магнитуда, гипоцентральное расстояние, глубина очага и характеристика грунтовых толщ до глубины 30 м. Исходные параметры сценарного землетрясения, его магнитуда  $M=6,0$ , глубина  $H=10$  км, гипоцентральное расстояние от 19 до 33 км, средние значения скорости распространения сейсмических поперечных волн в 30-метровой толще и среднее значение плотности грунта. На основании результатов составлена схематическая карта изменения сейсмической интенсивности на территории г.Джизака при сценарном землетрясении, где выделены 6-, 7- и 8-балльные зоны с указанием возможных пиковых ускорений: 85-100 см/с<sup>2</sup>, 160-200 см/с<sup>2</sup> и 230-310 см/с<sup>2</sup>

Анализ конструктивных типов зданий на территории города показывает, что основную часть застройки составляют здания со стенами из сырцового кирпича - 61,6% от общего количества зданий. На территории города распространены здания, построенные из «гуваляка», «пахсы», жженого кирпича, а также имеются каркасно-панельные, кирпичные комплексной

конструкции и крупнопанельные здания. Очень редко встречаются здания из дерева (щитовые дома), бетоноблоков, керамзитоблоков, из «синч» и из камня.

Для оценки повреждаемости конкретных конструктивных типов зданий использована программа «GESI\_Program», которая разработана в рамках проекта ООН «Глобальная инициатива по сейсмической безопасности» в 1999-2001 годах. Параметры воздействия определялись по составленной карте изменения сейсмической интенсивности на территории города при сценарном землетрясения. На основании этих входных параметров строятся диаграмма повреждаемости и функция уязвимости зданий (рис.3).

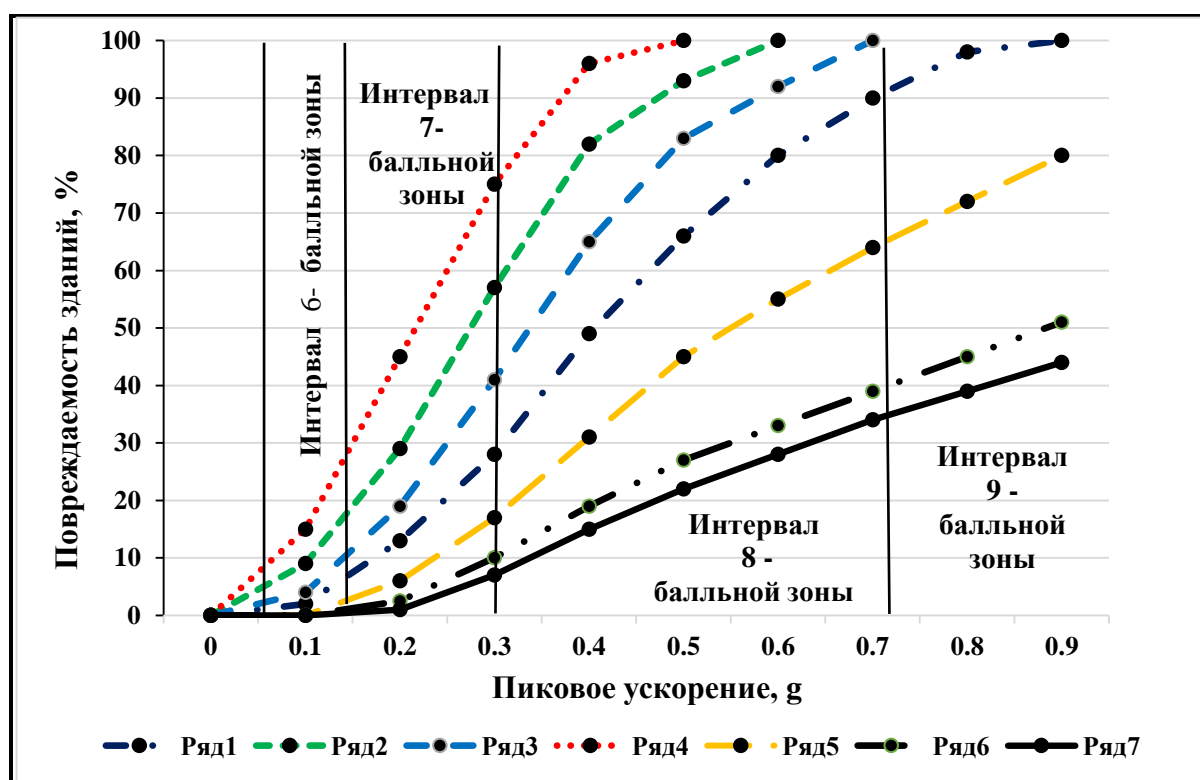


Рис.3. Функция уязвимости для различных типов зданий.

1- из жженого кирпича; 2-из кирпича-сырца; 3- из «пахсы»; 4- из «гуваляк»; 5- жженого кирпича и каркасно-панельной конструкции (до 3-х этажей); 6- из жженого кирпича комплексной конструкции и 7-крупнопанельной конструкции.

Оценка уязвимости застройки является одним из основных показателей оценки сейсмического риска территории города. При оценке уязвимости застройки важное значения имеет разделение территории на элементарные ячейки. Наиболее приемлемой формой территориального деления в Узбекистане является махалля, где сосредоточена информация о застройке (типы зданий, год и площадь застройки, информация о повреждениях и реконструкциях и др.).

Для сравнительного анализа и оценки уязвимости застройки в различных махаллях Джизака, в которых присутствуют здания со степенями уязвимости в различной пропорции, вводится средний показатель уязвимости

застройки (Mean Vulnerability Ratio, MVR), который определяется по формуле (С.А.Тягунов и др., 2007):

$$MVR = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot MVR_i}{\sum_{i=1}^n N_i}$$

где MVR - показатель уязвимости застройки,  $MVR_i$  - соответствующий среднему значению выделенному типу зданий, N – количество однотипных зданий на территории застройки, подверженных сценарному землетрясению.

Таким образом, обобщая результаты расчетов по территории г.Джизака в разрезе махалли, составлена схематическая карты уязвимости застройки территории при сценарном землетрясении.

В шестой главе **«Методика разработки инженерно-сейсмологической основы оценки сейсмического риска на уровне строительной площадки»** рассмотрены инженерно-сейсмологические аспекты оценки сейсмического риска строительной площадки.

К строительным площадкам относятся все наземные и подземные здания и сооружения, которые рассматриваются как объект оценки уязвимости. Среди них наиболее важными с точки зрения сейсмической безопасности являются особо ответственные здания и сооружения (гидротехнические сооружения, АЭС, ТЭС, высотные здания, крытые спортивные и развлекательные сооружения, объекты массового пребывания людей и др.), архитектурные памятники (медресе, мечети, минареты и др.) социальные объекты (школы, детские сады и больницы) и многоквартирные жилые здания.

Разработанная методика включает три последовательных этапа.

На первом этапе исследования направлены на выявление и анализ зон возможных источников опасности, выбор места, магнитуду и глубину очага сценарного землетрясения (методика выбора детально рассмотрена в предыдущей главе диссертации).

На втором этапе оценивается воздействие сценарного землетрясения на точечный объект с учетом грунтовых условий и затухания сейсмических колебаний. Анализируются материалы инженерно-геологических, геофизических и инструментальных исследований, а также производятся модельные расчеты параметров сейсмических колебаний грунтовой толщи на точке исследования.

В качестве примера выбран пятиэтажный многоквартирный жилой дом в махалле Касоблик г.Джизака. Здание кирпичное комплексной конструкции, построено в 2008 г. Согласно карте сейсмического микрорайонирования г.Джизака (1980 г.), площадка относится к 7-балльной сейсмичности, что подтверждают результаты сейсморазведочных и инструментальных исследований. В связи с тем, что на площадке развиты просадочные грунты, оценены их устойчивость при сейсмических воздействиях от сценарного

землетрясения. Согласно полевым инструментальным данным коэффициент устойчивости грунтов равен 4,45.

При оценке сейсмической уязвимости зданий, помимо макросейсмического балла, необходимы инженерные параметры сейсмических колебаний (PGA, PGV, PGD, длительность колебаний и спектры). Для прогноза параметров сейсмического колебания от сценарного землетрясения рассчитаны несколько синтетических акселерограмм. Использован эмпирический метод прогноза параметров сейсмических колебаний, который основан на статистических оценках параметров сейсмограммы в зависимости от характеристик очагов и среды, и компьютерная программа ProShake. Исходной информацией приняты: параметры сценарного землетрясения; грунтовые условия до глубины 30 м; физические и сейсмические свойства грунтов, слагающих толщу. На основе теоретических расчетов установлено, что максимальное ускорение (PGA) в рассматриваемой точке составит  $190 \text{ см/с}^2$ , длительность колебания 12 сек и наибольший пик частоты в пределах 0,2 и 0,35 сек.

На третьем этапе исследования оценивается конструктивная уязвимость объекта. Существуют множество методов оценки конструктивной уязвимости, основанные на оценке дефицита сейсмостойкости зданий по данным паспортизации, на основе сравнения уязвимости со шкалой EMS-98 и на натурных инструментальных наблюдениях за динамикой колебания.

Для оценки сейсмической уязвимости рассматриваемого жилого здания в Джизаке использован метод Накамуры, который основывается на данных регистрации техногенных микроколебаний. Инструментальные наблюдения за динамикой здания проводились на чердаке на несущих стенах зданий в шести точках. Установлены следующие показатели уязвимости здания: предел устойчивости точки менялся - от  $181,74$  до  $291,84 \text{ см/с}^2$ , коэффициент уязвимости, по Накамуры - 2,84-10,58. Таким образом, исследуемое кирпичное здание находится в сейсмически устойчивом состоянии, так как все несущие стены (кроме одной, где предел устойчивости  $181,74 \text{ см/с}^2$ ) имеют повышенное значение устойчивости, чем максимальное ускорение колебания при сценарном землетрясении в данной точке  $\text{PGA}=190 \text{ см/с}^2$ .

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе исследований, проведенных в докторской диссертации на тему «Инженерно-сейсмологические основы разноуровневой оценки сейсмического риска», сделаны следующие выводы.

1. Научно-методологическая основа сейсмического риска базируется на данных оценки сейсмической опасности, прогноза изменения сейсмических колебаний при сценарном землетрясении и изменения их характеристик в зависимости от параметров землетрясения, очаговых расстояний, локальных грунтовых условиях, а также конструктивных типов зданий и сооружений и их степени уязвимости.



2. По данным геолого-структурного строения, сеймотектонических особенностей и сейсмичности региона, а также сейсмостатистических исследований установлено, что Южно-Ферганская флексурно-разрывная зона является наиболее сейсмически активной зоной в пределах Джизакской области. Исходя из этого, выбран наиболее вероятный очаг землетрясения со следующими параметрами:  $M \geq 6,0$ ; глубиной  $H=10$  км и координатами  $\varphi = 67,951945$  и  $\lambda = 39,919355$ , который рекомендован как очаг сценарного землетрясения при оценке сейсмического риска.

3. На основании статистического анализа материалов инженерно-геологических и упругих характеристик разных литологических типов грунтов установлены корреляционные зависимости между физико-механическими и сейсмическими свойствами различных типов грунтов. На основании этого данных усовершенствована классификация грунтов по сейсмическим свойствам и рекомендована для оценки приращении сейсмической балльности на локальных территориях.

4. В районах распространения лессовых и песчаных грунтов сейсмическая интенсивность зависит не только от параметров сейсмических колебаний (амплитуда, частота и длительность), но также от структурной прочности грунта, которая способствует развитию сейсмодформационных процессов. С применение инструментального метода Накамуры лессовые грунты классифицированы по коэффициенту сейсмической устойчивости. Установлены предельные значения коэффициента сейсмической устойчивости лессовых грунтов, при которых грунт переходит в текучее (разжиженное) состояние при сейсмических воздействиях.

5. При определении расчетной сейсмичности строительных площадок следует принять во внимание изменения сейсмических свойств лессовых оснований вследствие применения различных способов инженерной подготовки. Установлено, что в строительных площадках при улучшении свойств грунтов различными способами инженерной подготовки позволяют снижать уровень сейсмичность площадки, что является эффективным способом снижения сейсмического риска.

6. При оценке приращения сейсмической интенсивности в разных грунтовых условиях наиболее достоверные результаты можно получить при совместном анализе результатов инженерно-геологических и сейсморазведочных исследований, а также материалов сейсмометрической регистрации микросейсм с последующей обработкой результатов методом Накамуры. Для оценки сейсмической уязвимости зданий и сооружений на уровни региональных и городских территории необходимо составить карту прогноза сейсмической интенсивности от сценарного землетрясения, т.к. составленная с учетом грунтовых условия и затухания сейсмических колебаний с расстоянием карта являются основой для оценки сейсмического воздействия.

7. Общая концепция разработки инженерно-сейсмологических основ оценки сейсмического риска исходит из целесообразности применения

детерминистического подхода, включая прогноз вероятности сейсмического события и определение параметров опасности. Рекомендовано трехступенчатая схема оценки сейсмического риска: I – оценка сейсмической опасности на территории, где велика вероятность возникновения очага землетрясения (сценарное землетрясение); II – введение поправки параметрам сейсмического воздействия с учетом влияния грунтовых условий и затухания сейсмических колебаний; III – на основе исследования особенностей сейсмических колебаний системы «грунт-сооружение», создание модели для расчета возможных повреждений зданий, как эффективная система

8. На основании инструментальных наблюдений за динамической устойчивостью зданий по методу HVSR выявлены пределы сейсмических воздействий, при превышении которых начинается структурное разрушение зданий. Установлены пределы сейсмических воздействий, выраженные в ускорениях и частотах, для семи конструктивных типов зданий. Инструментально для каждого конструктивного типа зданий определены также коэффициенты уязвимости. Практическое применение метода HVSR позволяет оценить состояние отдельных конструктивных элементов зданий и дать общую характеристику уязвимости для разработки мероприятий по усилению зданий и обеспечения сейсмической безопасности.

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

10. Разработана и апробирована научно-методологическая и практическая основа инженерно-сейсмологической оценки сейсмического риска на разных масштабных уровнях (региональных, локальных и площадных), которая может быть использована как эффективный инструмент при прогнозе прямого и косвенного ущерба от сценарного землетрясения на территории Джизакской области.

**SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL ON SCIENTIFIC COUNCIL  
DSc.27.06.2017.GM/T.41.01 ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES  
THE INSTITUTE OF GEOLOGY AND EXPLORATION OF OIL AND  
GAS FIELDS, UZBEK SCIENTIFIC-RESEARCH AND PROJECT  
INSNINUNE OF OIL AND GAS, TASHKENT STATE TECHNICAL  
UNIVERSITY, BRANCH OF RUSSIAN STAT UNIVERSITY OF OIL AND  
GAS NAMED AFTER I.M. GUBKIN**

---

**INSTITUTE OF SEISMOLOGY**

**ISMAILOV VAKHITKHAN ALIKHANOVICH**

**ENGINEER-SEISMOLOGICAL BASIS FOR ESTIMATION  
OF SEISMIC RISK FOR DIFFERENT LEVELS**

**04.00.06– Geophysics. Geophysical methods of mineral prospecting**

**ABSTRACT OF DOCTORAL (DSc) DISSERTATION  
OF GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCE**

**Tashkent-2019**

**The title of the doctoral dissertation (DSc) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under registration number B2018.1.DSc/GM35.**

The dissertation has been prepared at the Institute of Seismology.

The abstract of the dissertation is posted in three (Uzbek, Russian, English-summary) languages on the website of the Scientific Council [www.ing.uz](http://www.ing.uz). and on «Ziyonet» Information and educational portal ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific consultant:** **Khusomiddinov Sabridin Samarovich**  
doctor of physical and mathematical sciences

**Official opponents:** **Dolgoplov Felix Gennadievich**  
doctor of geological and mineralogical sciences

**Radzhabov Shukhrat Sayfullaevich**  
doctor of geological and mineralogical sciences

**Khodzhimetov Alinazar Irismetovich**  
doctor of physical and mathematical sciences

**Leading organization:** Institute of Geology and Geophysics

The defense of the dissertation will be held on "26" February 2019 at 14<sup>00</sup> at the meeting of the single scientific council based on scientific council No. DSc.27.06.2017.GM/T.41.01 at Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields, Uzbek Scientific-Research and Project Institute of Oil and Gas, Tashkent State Technical University, the branch of Russian State University of Oil and Gas named after I.M.Gubkin (Address: 100059, Tashkent city, Sh.Rustavely street, 114. Ph.: (99871) 253-09-78, fax: (99871) 250-92-15, e-mail: [igirnigm@ing.uz](mailto:igirnigm@ing.uz)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields (is registered under №3919) (Address: 100059, Tashkent city, Sh.Rustavely street, 114. Ph.: (99871) 253-09-78, fax: (99871) 250-92-15

The abstract of the dissertation is distributed on "9" February 2019  
Protocol at the register №1 on "15" January 2019

**Yu.I.Irgashev**  
Chairman of the singleScientific council  
awarding scientific degrees,  
Doctor of Geology-mineralogical Sciences, Professor

**M.G.Yuldasheva**  
Scientific Secretary of the singleScientific council  
for awarding the scientific degrees,  
Ph.D.of Geology-mineralogical Sciences

**K.N. Abdullabekov**  
The Chairman of singleScientific Seminar under  
the single Scientific Council for awarding the scientific  
degrees, Doctor of Physical-mathematical  
Sciences, Professor, Academician

## INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

**The aim of research work** is development of scientific earthquake - engineering basis for seismic risk assessment at various territorial levels (administrative regions, urban areas and construction sites) based certain regional and local patterns of machification in the intensity of seismic impacts and the vulnerability of various types of buildings.

**The object of research** was a number of seismically active territories of Jizzakh region object.

**Scientific novelty of the research work** is as follows:

a technique for selecting parameters of a scenario earthquake (location, magnitude, depth and hypocentral distance to the object location point) from the position of the deterministic approach has been developed;

the influence of various types of soils, composing the territory of Uzbekistan, on the parameters of seismic intensity is revealed and several major improvements to the classification of soils by seismic properties has been made;

an empirical equation for the dependence of the rate of development of seismic deformations in loess soils on the parameters of seismic impact has been developed;

spatial changes of seismic intensity depending on soil conditions and attenuation of seismic oscillations with distance has been revealed;

for the first time, the influence of various methods of engineering preparation of soil foundations on the seismicity of a construction site was experimentally established;

vulnerability functions, linking the degree of damage to buildings and structures with the level of seismic impact (in MSK-64 scale points and engineering parameters) for various structural types of buildings were calculated;

for the first time, engineering seismological bases for estimating possible direct damage in case of scenic earthquakes at various territorial levels (regional, city and area) were developed.

**Implementation of the research results.** Based on the obtained scientific engineering and seismological results of seismic risk assessment at various territorial levels (regional, local and area):

the methodology for selecting parameters for a scenario earthquake into the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan was introduced (certificate of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan No. 2/4/24-3000 of October 31, 2018). The results made it possible to determine the maximum likelihood of the earthquake source for organization of strategic areas for security;

seismic intensity forecasting technique for a scenario earthquake and a schematic map of seismic intensity forecast for the territory of Jizzakh region were introduced (certificate of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of

Uzbekistan No. 2/4/24-3000 of October 31, 2018). The results allowed to develop preventive measures to ensure safety in case of the scenario earthquake.

the innovation methodology for assessing the seismic vulnerability of structural types of buildings was introduced into the territorial departments of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan (certificate of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan No. 2/4 / 24-3000 of October 31, 2018). The results allowed to improve the methodological basis for certification of buildings and structures for seismic vulnerability.

engineering and seismological foundations of seismic risk assessment at different territorial levels (administrative, city and area) implemented in the territorial departments of Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan (certificate of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan No. 2/4/24-3000 of October 31, 2018). The results allowed to plan rescue operations in case of a scenario earthquake.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the thesis consists of an introduction, six chapters, conclusion and list of references. The volume of the thesis is 207 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Исмаилов В.А. Инженерно-геологическое районирование территории Ташкента для комплексного освоения подземного пространства // Вестник ТашГТУ, 2015. - №3. – С. 261-267. (04.00.00.;№6).
2. Исмаилов В.А. Анализ результатов лабораторных и полевых исследований сейсмических свойств лессовых пород // Вестник ТашГТУ, 2016. - №2. – С. 203-209. (04.00.00.;№6).
3. Исмаилов В.А. О приращении сейсмической интенсивности при инженерной подготовке лессовых оснований зданий и сооружения // Вестник НУ Уз, 2017. - №3/1. – С. 290-296. (04.00.00.;№7).
4. Исмаилов В.А. Инженерно-сейсмологические основы оценки сейсмического риска на территории городов //Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2017. - №4. – С. 38-41. (04.00.00; №2).
5. Мавлянова Н.Г., Исмаилов В.А., Ларионова Н.А. Сравнительная оценка влияния методов замачивания и силикатизации лессовых грунтов на изменение их сейсмических свойств в региональных условиях Узбекистана // Инженерная геология. – Москва, 2017. - №4. – С. 72-80. (04.00.00; №19).
6. Исмаилов В.А. Развитие деформации в лессовых породах при ультразвуковых воздействиях // Вестник НУ Уз, 2017. - №3/2. – С. 268-272. (04.00.00.;№7).
7. Хусомиддинов С.С., Исмаилов В.А., Рафиков В.А. Об оценке сейсмического риска территории г.Джизак // Экологический вестник Узбекистана. – Ташкент, 2017. - №11. – С.17-21. (04.00.00; №1).
8. Исмаилов В.А., Нурматов У.А., Ибрагимов А.Х., Хусомиддинов А.С. О последствиях Бахмальского землетрясения 29 сентября 2017 года // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2018. - №1. – С. 35-38. (04.00.00; №2).
9. Исмаилов В.А. О влиянии сейсмических воздействий на развитие просадочного процесса и оценка сейсмическую устойчивость лессовых грунтов // Вестник НУ Уз, 2018. - №3/1. – С. 359-363. (04.00.00.;№7).
10. Хусомиддинов С.С., Исмаилов В.А., Исламова Н.Ф. Сейсмический риск г.Джизака // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2018. - №4. – С. 48-52. (04.00.00; №2).
11. Исмаилов В.А., Актамов Б.У. Методика оценка повреждаемости и уязвимости индивидуальных домов при сейсмических воздействиях с различной интенсивностью // Научно-практический журнал: Архитектура. Строительство. Дизайн. – Ташкент, 2018. - №1-2. – С. 72-78. (05.00.00; №4)
12. Vakhitkhan Ismailov.Engineering-seismological aspects of earthquake scenario development on the example of Tashkent, Uzbekistan // International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences. – India, 2018. – Vol. 8 (2).

– Р. 30-35. (04.00.00; №7).

13. Исмаилов В.А., Аллаев Ш.Б. Особенности затухания сейсмической интенсивности в различных грунтовых условиях // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Ташкент, 2018. - №3-4. – С.284-290. (05.00.00; №21).

14. Исмаилов В.А., Актамов Б.У., Авазов Ш.Б. Об оценке повреждаемости различных типов зданий при сильных землетрясениях // Экологический вестник Узбекистана. – Ташкент, 2018. - №9. – С. 15-17. (04.00.00; №1).

## **II бўлим (II часть; II part)**

15. Исмаилов В.А. Инженерно-геологические условия подземного пространства г.Ташкента. – Ташкент: ТГТУ, 2015. – 158с.

16. Мардонов Б.М., Исмаилов В.А., Тягунов С.А., Валиев Т.С. Особенности изменения сейсмических свойств лессовых оснований под влиянием антипросадочных мероприятий. - Информационное сообщение №510. – Ташкент: Фан, 1992. - 8 с.

17. Нурмухамедов К.Ш., Исмаилов В.А. Основные компоненты инженерно-геологических условий, определяющие сейсмическую интенсивность территории и их информативность при СМР // Прогноз сейсмической опасности Узбекистана: сейсморайонирование и долгосрочный прогноз сейсмической обстановки. Том 1. –Ташкент: Фан, 1994. - С.142-150.

18. Нурмухамедов К.Ш., Исмаилов В.А. Пространственная изменчивость показателей инженерно-геологических свойств грунтов и их использование при СМР // Прогноз сейсмической опасности Узбекистана: сейсморайонирование и долгосрочный прогноз сейсмической обстановки. Том 1. –Ташкент: Фан, 1994. - С.150-156.

19. Nodira Mavlyanova and Vakhitkhan Ismailov. Influence of human activity on deformations of ancient structures Ichan-Kala in Khiva city //Geotechnical and Geological Engineering.-2004.-Vol.22.-Issue №1.-P. 135-150.

20. Исмаилов В.А., Норматова Н.Р., Зияева М.А. Влияние переформирования рельефа городской территории на режим подземных вод (на примере г.Ташкента) // Вестник НУ Уз, 2017. - №3/1 – С. 296-299.

21. Валиев Т.С., Исмаилов В.А. Инженерно-сейсмологические методы прогнозирования сейсмического эффекта на территории распространения дисперсных грунтов // Прогноз сейсмической опасности: Тезисы докладов научной конференции, посвященной 30-летию Института сейсмологии АН РУз. - Ташкент. 1996. – С. 71-72.

22. Исмаилов В.А. Инженерно-сейсмологические аспекты уменьшения ущерба от сильных и разрушительных землетрясений // Прогноз сейсмической опасности. Тезисы докладов научной конференции, посвященной 30-летию Института сейсмологии АН РУз. - Ташкент. 1996. – С. 74-75.

23. Абдуллабеков К.Н., Тягунов С.А., Ибрагимов Р.С., Исмаилов В.А., Нурмухамедов К.Ш., Инагамов Р.Ш., Джураев А.Д. О выполнении



международного проекта «Радиус» в г.Ташкенте // Сборник докладов научной конференции. - Ташкент: Фан, 1999. – С.133-135.

24. Sergey Tyagunov, Vakhitkhan Ismailov and Roman Ibragimov Engineering-seismological aspects of earthquake scenario preparation: Experience of the IDNDR-RADIUS project implementation in Tashkent, Uzbekistan // International Workshop on Recent Earthquakes and Disaster Prevention Management. – Ankara, TURKIYE. 1999. – P.67-75.

25. Исмаилов В.А., Адилов А.А., Агзамова И.А., Бегимкулов Д.К. К вопросу оценки измененности геологической среды в горнодобывающих районах // Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли: Сборник научных статей. Част 1. Международной научно-технической конференции (Ташкент, 14-16 октября 2014г.). – Ташкент, 2014. - С.199-203.

26. Ismailov V.A. Seismic effects of powerful mining explosions // Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли: Сборник научных статей. Част 2. Международной научно-технической конференции (Ташкент, 14-16 октября 2014г.). – Ташкент, 2014. - С. 3-4.

27. Исмаилов В.А., Мавлянова Н.Г. Распределение сейсмического эффекта от сценарного землетрясения на территории г.Ташкента // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире: Материалы 9-й Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК-2015» Т.1. - Москва: РУДН, 2015. - С.242-247.

28. Исмаилов В.А. Геологические риски при градостроительном освоении подземного пространства г.Ташкента // Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире: Материалы 9-й Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК-2015» Т.2. - Москва: РУДН, 2015. - С.164-170.

29. Исмаилов В.А. Инженерно-сейсмологические основы сценарий разрушительного землетрясения на территории крупного города (на примере г.Ташкента) // Проблемы сейсмической опасности и риска в Узбекистане обеспечение безопасности населения при землетрясениях: Труды и тезисы Республиканской научно-практической конференции. Ташкент, 17-18 ноября 2015 год- Ташкент: ИС АН РУ, ИГЗ МЧС РУ. - 2015. - С.69-72.

30. Зияева М.А., Исмаилов В.А. Динамика изменения уровня грунтовых вод на территории г.Гулистана и ее влияние на сейсмическую интенсивность // Проблемы сейсмической опасности и риска в Узбекистане обеспечение безопасности населения при землетрясениях: Труды и тезисы Республиканской научно-практической конференции. Ташкент, 17-18 ноября 2015 год- Ташкент: ИС АН РУ, ИГЗ МЧС РУ. - 2015. - С.76-78.

31. Исмаилов В.А., Норматова Н.Р. Особенности геоэкологического состояния Алмалыкского горнопромышленного региона // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные, природоохранные технологии

освоение недр: Материалы XIV международной конференции Москва (Россия)-Бишкек (Кыргызстан) 14-20 сентября 2015г. – Москва: РУДН, 2015. - С. 253-255.

32. Исмаилов В.А. Об изменении локального сейсмического эффекта при искусственном замачивании лессовых оснований // Актуальные проблемы современной сейсмологии: Сборник докладов международной конференции, посвященной 50-летию Института сейсмологии им.Г.А.Мавлянова АН РУз 12-14 октября 2016г. г.Ташкент. - Ташкент, 2016. – С.528-533

33. Мавлянова Н.Г., Исмаилов В.А., Каримова О.М. Изменение сейсмических свойств лессовых грунтов при применении методов технической мелиорации // Проблемы технической мелиорации грунтов оснований и сооружений: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (5-7 октября 2016 г., г.Уфа). - Уфа, 2016. – С.128-134.

34. Исмаилов В.А., Адылов А.А., Агзамова И.А., Норматова Н.Р., Бозоров Ж.Ш. К методике оценки геоэкологического состояния горнопромышленных районов // Геоэкологическая безопасность разработки месторождений полезных ископаемых. Сергеевские чтения. Вып. 19. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (4-5 апреля 2017г.). – Москва: РУДН, 2017. – С.41-47.

35. Исмаилов В.А., Авазов Ш.Б. О результатах инженерно-сейсмологических исследований на территории г.Джизака для целей оценки сейсмического риска // Материалы республиканской научно-практической конференции «Наука о Земле: перспективы и проблемы». Ташкент, НУУз. 7-8 апреля 2017 г. - Ташкент, 2017. – С.162-166.

36. Исмаилов В.А., Исламова Н.Ф., Авазов Ш.Б. К вопросу оценки сейсмического риска городских территории (на примере г.Джизака) // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска: Сб. материалов 9-го Казахстанско-Китайского Международного Симпозиума 25-27 октября, 2017 г. - Алматы, 2017. - С.284.

37. Исмаилов В.А. Инженерная подготовка лессовых оснований как один из эффективных способов снижения сейсмического риска на территории городов // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска: Сб. материалов 9-го Казахстанско-Китайского Международного Симпозиума 25-27 октября, 2017 г. Алматы. - 2017. - С.285.

38. Бозоров Ж.Ш., Исмаилов В.А. Особенности инженерно-геологических и сейсмических свойств насыпных грунтов и их влияние на приращение сейсмической интенсивности // Геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии: Сб. докладов Международной научной конференции, посвящённой 150 летию

Ташкентской научно-исследовательской геофизической обсерватории, 15-16 октября 2018 г., г. Ташкент, Узбекистан. – Ташкент, 2018. - С.335-339.

39. Исмаилов В.А. О мероприятиях по снижению сейсмического риска на территории распространения просадочных лессовых грунтов // Геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии: Сб. докладов Международной научной конференции, посвящённой 150 летию Ташкентской научно-исследовательской геофизической обсерватории, 15-16 октября 2018 г., г. Ташкент, Узбекистан. – Ташкент, 2018. - С.463-468.

40. Хусомиддинов С.С., Исмаилов В.А., Шерматов М.Ш. К вопросу оценки сейсмического риска региональных территорий (на примере Джизакской области) // Геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии: Сб. докладов Международной научной конференции, посвящённой 150 летию Ташкентской научно-исследовательской геофизической обсерватории, 15-16 октября 2018 г., г. Ташкент, Узбекистан. – Ташкент, 2018. - С.494-501.

Автореферат «Геология ва минерал ресурслар» журналида  
тахрир қилинди

Бичими 60x84/16. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи 4,5. Адади 120. Буюртма №10  
Баҳоси келишилган нархда

“Тошкент кимё-технология институти” босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: Тошкент ш., навоий кўчаси, 32-ўй