

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМий КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ТАШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТ**

**ТЎЛАГАНОВ БАХРОМ АБДУКАБИЛОВИЧ**

**ЕВРОПА МАКРОСЕЙСМИК ШКАЛАСИНИНГ МЕТОДОЛОГИК  
ЁНДОШУВИДАН ФОЙДАЛАНИБ БИНОЛАРНИНГ СЕЙСМИК  
ЗАИФЛИК ВА ШИКАСТЛАНИШИНИ БАҲОЛАШ**

**05.09.01 – “Қурилиш конструкциялари. Бино ва иншоотлар”**

**Техника фанлари бўйича фалсафадоктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент– 2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация  
автореферати мундарижаси  
Оглавление автореферата диссертации доктора (PhD) философии по  
техническим наукам  
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

Тулаганов Бахром Абдукабилович

Европа макросеймик шкаласининг методологик ёндошуvidан фойдаланиб  
биноларнинг сеймик заифлик ва шикастланишини баҳолаш .....5

Тулаганов Бахром Абдукабилович

Оценка сейсмической уязвимости и повреждаемости зданий с использованием  
методических подходов Европейской макросейсмической шкалы.....21

Tulaganov Bakhrom Abdukabilovich

Assessment of seismic vulnerability and damage to buildings using the  
methodological approaches of the European macroseismic scale .....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....43

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ  
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ТАШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТ**

**ТЎЛАГАНОВ БАХРОМ АБДУКАБИЛОВИЧ**

**ЕВРОПА МАКРОСЕЙСМИК ШКАЛАСИНИНГ МЕТОДОЛОГИК  
ЁНДОШУВИДАН ФОЙДАЛАНИБ БИНОЛАРНИНГ СЕЙСМИК  
ЗАИФЛИК ВА ШИКАСТЛАНИШИНИ БАҲОЛАШ**

**05.09.01 – “Қурилиш конструкциялари, бино ва иншоотлар”**

**Техника фанлари бўйича фалсафадоктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент– 2022**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.3.PhD/Г1363 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети ва Ташкент архитектура-қурилиш институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)), Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот-таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Ходжаев Саидаглам Аглоевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Аскарлов Бахтиер Аскарлович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Ибрагимов Баҳром Тошмуратович**  
техника фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**“UZOGIRSANOATLOYINA” OAJ**

Диссертация ҳимояси Тошкент архитектура-қурилиш институти ҳузуридаги DSc.26/30.12.2019.T.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «03» февраль соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси, 7в-уй. Архитектура факультети мажлислар зали. Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№72 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100084, Тошкент ш., Кичик Халқа йўли кўчаси, 7-уй. Тел.: (+99871) 235-43-30; факс: (+99871) 234-15-11, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Диссертация автореферати 2022 йил 27 январ куни тарқатилди.  
(2022 йил 28 декабр даги 9-рақамли реестр баённомаси).



**Х.А. Акрамов**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**А.Т. Хотамов**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

**Б.А. Аскарлов**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

## **КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Ҳозирги вақтда жаҳонда зилзилага чидамли қурилиш назарияси ва амалиётининг тараққиёти юқори даражага етди. Бу борада, амалдаги стандартларга мувофиқ зилзилага чидамли қурилган бино ва иншоотларнинг сейсмик таъсирга қониқарли даражада бардошли эканлиги кўплаб зилзилалар оқибатларининг муҳандислик таҳлили натижалари далолат беради. Шу билан бирга, турли мамлакатларда содир бўлган бир қатор зилзилаларнинг ҳалокатли оқибатлари, уларда турли муддатларда қурилган биноларнинг кўплаб бузилиши кечиктириб бўлмайдиган ечим топишни талаб қиладиган қатор муаммоларни очиб берди. Бузилишлар ва қурбонлар кўламини ҳисобга олган ҳолда, сейсмик фаол ҳудудларда, шу жумладан Ўзбекистонда, бино ва иншоотларни сейсмик хавфсизлигини таъминлаш, шунингдек уларни антисейсмик кучайтириш учун моддий ва меҳнат ресурсларини иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ сарфлаш алоҳида долзарблик ва аҳамият касб этади.

Дунёдаги етакчи илмий ва олий таълим муассасаларида ҳудудий сейсмик хавф даражасини баҳолашнинг халқаро тизимига самарали интеграциялашуви учун хавфни башоратли таҳлил қилиш, зилзилалар келтириши мумкин бўлган зарарни камайтириш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда. Шу жиҳатдан, қурилиш соҳасида, қурилиш меъёр ва стандартларини ишлаб чиқиш ва мавжудларини такомиллаштиришга, айниқса, сейсмик таъсирлар интенсивлигини аниқлаш ва биноларнинг антисейсмик мустаҳкамлаш соҳасига катта эътибор қаратилмоқда.

Мамлакатимизда аҳоли ва ҳудудларнинг сейсмик хавфсизлигини таъминлаш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирларини амалга оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Шу билан бирга бу вазифаларни амалга оширишда бизнинг давлатимизда илмий-техник сиёсат қурилиш соҳасидаги халқаро нормалар, қоидалар ва стандартларни ўрганиш ва таҳлил қилиш асосида миллий норматив ҳужжатларни улар билан уйғунлаштиришга йўналтирилган. Бу вазифаларни амалга оширишда шаҳарлардаги мавжуд биноларнинг сейсмик бардошлигини таъминлаш, сейсмик хавфни камайтириш бўйича зарур чора-тадбирлар ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 13 мартдаги ПФ-5963-сон “Ўзбекистон Республикасининг қурилиш соҳасида ислохотларни чуқурлаштиришга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги Фармони, 2017 йил 9 августдаги ПҚ-3190-сон “Сейсмология, сейсмик чидамли қурилиш ҳамда Ўзбекистон Республикаси аҳолиси ва ҳудудининг сейсмик хавфсизлиги соҳасида илмий тадқиқотлар олиб боришни такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”, 2020 йил 30 июлдаги ПҚ-4794-сон “Ўзбекистон Республикаси аҳолиси ва ҳудудининг сейсмик хавфсизлигини таъминлаш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарорларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация

тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. “Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Сейсмология, зилзилага бардошли қурилиш ҳамда бинолар ва иншоотларнинг сейсмик хавфсизлигини таъминлаш соҳасидаги муаммолари билан жаҳонда ва мамлакатимиздаги йирик тадқиқотчилари, жумладан, К.Н. Абдуллабеков, К.С. Абдурашидов, Я.М. Айзенберг, Т.У. Артыков, Х.А. Асамов, М.У. Ашимбаев, Т.Ж. Жунусов, К.С. Завриев, А.О. Ишанходжаев, В.К. Кабулов, Б.К. Карапетян, Л.В. Конторович, И.Л. Корчинский, Г.А. Мавлянов, Р.К. Мамажанов, А.И. Мартемьянов, С.В. Медведев, М.М. Мирсаидов, С.В. Поляков, Т.Р. Рашидов, В.Т. Рассказовский, С.Ж. Раззаков, Х.З. Расулов, В.А. Ржевский, Х. Сагдиев, С. Саидий, К.С. Султанов, М.Т. Уразбаев, М.Н. Убайдуллоев, С.Т. Узлов, Г.Х. Ходжиметов, Ш.А. Хакимов, С.А. Ходжаев, И.Ф. Цепенюк, А.С. Johnston, A. Micheli, A. Taubaev, Ch. Golbs, Ch. Kaufmann, D.H. Lang, F. Anić, G.M. Atkinson, G. Grünthal, H. Maiwald, H. Schroeder, J. Schwarz, J. Zschau, J.J. Becker, J. Villagran De Leon, L. Abrahamczik, L. Faenza, M. Leipold, M. Sh. Siddique, R.M.W. Musson, R. Raschke, S. Beinersdorf, S. Marzban, Shi. Peijun, T. Maqsood, T. Langhammer, T. Swain, V. Vilceanu ва бошқалар шуғуланиб, ушбу тадқиқотлар йўналишида илмий ишларни бажарганлар ва илмий тадқиқотлари билан ушбу соҳа назарияси ва амалиётига салмоқли ҳисса қўшганлар.

Олдинги тадқиқотларнинг таҳлили шуни кўрсатдики, сейсмик таъсирлардан келиб чиқадиган хавф ва зарарни минималлаштиришга биноларни сейсмик таъсирларга ҳисоблаш усуллари ривожлантириш, қурилиш меъёрларини такомиллаштириш, рационал хажм-тархий ва конструктив ечимлар, самарали материаллар ва конструкциялардан фойдаланиш орқали эришилади; сейсмик бардошликни маълум бир танқисликка эга мавжуд қурилиш биноларини кучайтириш учун конструктив ва бошқа қўплаб чора-тадбирлар қўлланилади.

Шу билан бирга, маҳаллий давлат ҳокимияти органлари ва қутқарув хизматларининг зилзила оқибатларини оператив бартараф этишга тайёрлигини таъминлаш, сейсмик ишончлилигини турли даражасига эга ўнлаб ва юзлаб йиллар давомида шакллантирилган мавжуд биноларнинг техник ҳолати ва сейсмик заифлиги бўйича ахборот-таҳлилий базани яратиш, масалаларига етарлича эътибор қаратилмаяпти. 6 дан 10 баллгача зилзилалар интенсивлигини аниқлаш бўйича миллий шкаланинг (РСТ Уз 836-97) илмий-техник савияси замонавий умумэтироф этилган халқаро услубий ёндашувларга мос келмаслиги вазиятни янада оғирлаштиради. Халқаро миқёсдаги методологик ёндашувлар билан солиштирганда баҳолаш методологиясининг мураккаблиги билан ажралиб турувчи давлатлараро ГОСТ 34511-2018 стандарти бизнинг шароитларимизни ҳисобга олмасдан ишлаб чиқилган. Шу боис миллий шкалани тадқиқ этиш ва янгилаш, уни макросейсмик шкалаларни ишлаб чиқиш ва қўллаш бўйича халқаро, айниқса

Европа тажрибаси билан уйғунлаштириш катта аҳамиятга эга.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Веймар Баухаус университети, Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети ва Тошкент архитектура-қурилиш институти ўртасидаги ҳамкорлик доирасида “ЕРАСМУС+” халқаро дастури бўйича “Сейсмик хавфларни, мавжуд бинолар ва иншоотларнинг сейсмик заифлигини баҳолаш ва zilzilалардан зарарни камайтиришнинг замонавий усуллари ишлаб чиқиш” мавзусида (2018-2020 йй.) ва БВ-Атех-2018-28 “Маҳаллий материаллар асосида энергия тежамкор тўсиқ конструкцияли энергия самарадор zilзилабардош тураржой-фуқаролик биноларининг конструктив тизимлари ва уларни лойиҳалаш ва қуриш меъёрий-матодологик базасини такомиллаштириш” (2018 - 2020 йй.) илмий-амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** биноларнинг сейсмик заифлиги ва шикастланиш даражасини баҳолаш усуллари ривожлантириш, такомиллаштириш, ва EMS-98 услубий ёндашувларидан фойдаланган ҳолда миллий макросейсмик шкалани янгилаш, шунингдек, сейсмик хавфларни бошқариш ва эҳтимолий zilzilалар зарарини юмшатишнинг ташкилий-услубий ёндашувлари бўйича таклифларни ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

биноларнинг шикастланиш даражаси ва сейсмик заифлигини баҳолашнинг замонавий усуллари ўрганиш;

Қашқадарё вилояти Қамаш туманида 2001, 2003 ва 2004 йиллардаги zilzilалар натижасида шикастланган биноларнинг техник ҳолати ва антисейсмик кучайтириш бўйича текшириш материалларини таҳлил қилиш ва ишлаш;

Қамаш zilzilаларидан кейин кучайтирилган ва тикланган мактаб биноларини тизимлаштириш ва паспортлаштириш, лой ва тошдан қурилган конструкцияларни баҳолаш учун ҳисоблаш дастуридан (BLM) фойдаланган ҳолда конструктив ечимларни қиёсий таҳлил қилиш;

Европа макросейсмик шкаласи EMS-98 услубий ёндашувларидан фойдаланиб мактаб биноларининг конструктив элементларига сейсмик таъсирлардан сейсмик заифликни ва зарар етказилиш даражасини баҳолаш;

миллий макросейсмик шкаласини халқаро шкалаларга уйғунлаштиришни ҳисобга олган ҳолда такомиллаштириш ва ривожлантириш бўйича илмий асосланган таклифлар ишлаб чиқиш;

бинолар ва иншоотларни антисейсмик кучайтириш усуллари оптималлаштириш ва мавжуд биноларни антисейсмик кучайтириш ҳамда тиклаш лойиҳалаш бўйича қурилиш меъёрларига киритиш учун таклифларни ишлаб чиқиш;

сейсмик хавф ва эҳтимолий zilzilалар натижасида етказилган зарарни камайтириш бўйича ташкилий-услубий тадбирларда фойдаланиш учун конструктив тизимлар турлари, биноларнинг шикастланиш даражаси ва сейсмик заифлик синфлари бўйича қурилиш объектларининг аниқ

геожойлашуви кўрсатилган хариталарни ишлаб чиқиш.

**Тадқиқот объекти** сифатида сейсмик хавфсизлик, мавжуд биноларда сейсмик хавфни камайтириш, бино ва иншоотларнинг шикастланиш даражаси ва сейсмик заифлик синфларини баҳолаш, эҳтимолий зилзилалардан зарарни камайтириш қабул қилинган.

**Тадқиқот предмети** EMS-98 услубий ёндашувларидан фойдаланган ҳолда зилзила оқибатларини таҳлил қилиш асосида биноларнинг шикастланиш даражаси ва сейсмик заифлигини баҳолаш усулларини ривожлантириш, антисейсмик чора-тадбирлар самарадорлигини ошириш.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Қамаши зилзиласидан зарар кўрган биноларнинг техник ҳолатини, стандарт усуллардан фойдаланиб текшириш материалларидан фойдаланиш; маълум илмий-техникавий натижаларни таҳлилий таққослаш; хорижий ва маҳаллий амалиётда қўлланиладиган биноларни сейсмик таъсирга ҳисоблаш учун компьютер дастурлар; сейсмик таъсирлар остида биноларнинг ҳолатини ҳисоблаш ва график моделлаштириш усуллари;

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

EMS-98 услубий ёндашувлардан фойдаланиб Қамаши зилзиласидан зарар кўрган турли конструктив тизимлар ва материалларидан иборат биноларнинг конструкция элементларининг шикастланиш даражаси ва сейсмик заифлиги баҳоланган;

биноларни кучайтириш ва тиклашда лойиҳалаш жараёнида қабул қилинган антисейсмик чора-тадбирларнинг техник ечимлари сейсмик бардошлигининг ҳаддан ташқари оширилган иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ бўлмаган даражалари билан тавсифланиши асосланган, бу эса цемент ва пўлатнинг ортиқча сарфланишига олиб келган;

сейсмик юкламанинг турли даражаларида биноларнинг конструкциялари ва узеллари ишини баҳолаш, уларнинг энг заиф қисмларинининг уч ўлчовли спектрал ранг тасвирини тақдим этиш имконини берувчи BLM дастуридан фойдаланган ҳолда, конструкцияларни сейсмик кучайтиришнинг техник ечимлари оптималлаштирилган;

бинолар ва иншоотларнинг заифлик синфлари ва шикастланиш даражасини аниқлаш учун EMS-98 услубий ёндашувларидан фойдаланган ҳолда миллий макросейсмик шкалани янгилаш ва ривожлантириш бўйича илмий асосланган таклифлар ишлаб чиқди;

юз бериши мумкин бўлган зилзила вақтидаги биноларда рўй берадиган шикастланиш даражаси ва уларнинг заифлик синфлари конструктив турларини ҳисобга олган ҳолда мавжуд иморатларнинг хариталари тузилди.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

зилзилабардош бино ва иншоотларни лойиҳалаш бўйича Европа амалиётида қўлланиладиган маҳаллий шароитларга BLM лойиҳалаш дастури мослаштирилган;

BLM ҳисоблаш дастуридан фойдаланган ҳолда зилзилалар оқибатларини, қўлланиладиган антисейсмик чора-тадбирларнинг самарадорлигини (оптималлигини), иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ бўлган сейсмик



хавфсизлик даражасини таъминлаш усуллари;

EMS-98 га уйғунлаштиришни ҳисобга олган ҳолда миллий макросейсмик шкалани қайта ишлаш ва ривожлантириш, шунингдек, мавжуд бино ва иншоотларини антисейсмик кучайтириш ва тиклаш бўйича қурилиш меъёрлари лойиҳасига киритиш бўйича таклифлар ишлаб чиқилган;

сейсмик рискларни ва юзага келиши мумкин бўлган зарарни прогноз қилишда фойдаланиладиган, биноларнинг конструктив турларини, уларнинг эҳтимолий зилзилалардан мумкин бўлган заифлик синфларини ва шикастланиш даражасини ҳисобга олган ҳолда мавжуд биноларнинг хариталари тузиб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги.** Натижаларнинг ишончилиги МДХ мамлакатларида кенг қўлланиладиган ЛИРА дастури билан таққослаган ҳолда, VLM дастури бўйича сейсмик таъсирларга биноларни халқаро амалиётида апробация қилинган ҳисоблаш-; биноларнинг конструктив элементларининг шикастланиши ва заифлигини ҳисоблаш-график моделлаштириш усуллари орқали; тадқиқот натижаларини бошқа тадқиқотчилар маълумотлари билан таққослаш орқали аниқланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти РСТ Уз 836-97 миллий макросейсмик шкаласини такомиллаштириш ва ривожлантиришнинг илмий асосланган қоидаларини ишлаб чиқиш ва уни EMS-98 билан уйғунлаштириш билан боғлиқ бўлиб, улар сейсмик заифлик синфларини, биноларнинг шикастланиш даражасини ишончли аниқлаш ва ҳудудий сейсмик хавфни баҳолашнинг халқаро тизимига самарали интеграцияни таъминлаш, хавфларни прогноз қилиш ва зилзила оқибатида юзага келиши мумкин бўлган зарарни камайтириш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти зилзилалар оқибатларини баҳолашнинг тавсия этилган операцион усуллари, қўлланиладиган антисейсмик чора-тадбирларни оптималлаштириш бўйича ҳисоб-китоб дастурлари, сейсмик хавфсизликнинг иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ бўлган даражасини таъминлаш ва цементни 15% гача, пўлатни эса 9- 12% гача тежаш; маҳаллий ҳокимият органлари ва қутқарув хизматларининг зилзилалар оқибатларини оператив бартараф этишга тайёрлигини таъминлаш учун мўлжалланган, ГИС платформасида сейсмик хавфларни бошқариш ва эҳтимолий зилзилалар зарарини камайтиришнинг ташкилий-услубий схемасини яратиш билан боғлиқ.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Европа макросейсмик шкаласининг услубий ёндашувларидан фойдаланган ҳолда биноларнинг сейсмик заифлиги ва шикастланганлигини баҳолашда олинган илмий натижаларга асосан:

миллий макросейсмик шкалани халқаро миқёсга мувофиқлаштириш ва янгилаш бўйича таклифлар ва уни 6-10 баллдан 12 баллга ўтказиш, шунингдек, EMS-98 бўйича сейсмик заифлик синфлари, бино ва иншоотларнинг шикастланиш даражасини белгилашнинг услубий ёндашувларидан фойдаланган ҳолда уни такомиллаштириш ва

ривожлантириш қоидалари «ToshuyjoyLITI» АЖ томонидан қабул қилинган («ToshuyjoyLITI» АЖнинг 2021 йил 29-ноябрдаги НН/01-843-сон маълумотномаси, Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2021 йил 6 декабрдаги 03-06/13834-сон маълумотномаси). Натижада зилзила оқибатини оператив ва ишончли баҳолаш имконияти яратилган.

деворлари пиштирилган лойдан (пахса), хом ғиштдан, синчсиз "гувала" типдаги хом қурилган лойдан қурилган бир қаватли биноларга қўйиладиган талаблардан (5.19 ва 5.20-бандлар); ғиштли биноларнинг шикастланиш даражаси тўғрисидаги маълумотлардан (7.1.16-банд ва 7.2-жадвал "Ғиштли биноларнинг параметрлари ва шикастланиш даражаси"); мустаҳкамлиги паст маҳаллий материаллардан (антисейсмик чора-тадбирларсиз) қурилган турар-жой бинолари, "гувала" ва "пахса" типдаги бир қаватли синчсиз лой деворлари, 1-2 қаватли ёғочли ораёпмали синчсиз ғишт деворлари, шунингдек, йиғма темир-бетон ораёпмали бинолар тўғрисидаги маълумотлардан ("Биноларнинг конструктив турларини зилзилалар пайтида заифлик ва шикастланиш даражасига кўра классификацияси" иловаси), антисейсмик чора-тадбирларни оптималлаштириш натижаларидан "ToshuyjoyLITI" ОАЖ томонидан ШНК 2.01.22-21 "Мавжуд қурилиш бинолари ва иншоотларини антисейсмик кучайтириш ва тиклаш" лойҳасини тайёрлашда фойдаланилган («ToshuyjoyLITI» АЖнинг 2021 йил 29-ноябрдаги НН/01-843-сон маълумотномаси, Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигининг 2021 йил 6 декабрдаги 03-06/13834-сон маълумотномаси). Натижада биноларнинг сейсмик хавфсизлигини иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ даражасини таъминлаш ва цементни 15% гача, пўлатни эса 9-12% тежаш имконияти яратилган;

тадқиқот натижалари Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академиясининг ўқув жараёнига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Академиясининг 2021 йил 4 декабрдаги 36-сон/3-2549-сон далолатномаси);

ГИС платформасида сейсмик рискни бошқариш ва эҳтимолий зилзилалар натижасида етказилган зарарни камайтириш бўйича ташкилий-услубий схема ўз фаолиятида фойдаланиш учун Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги томонидан қабул қилинган (Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2021 йил 10 октябрдаги 2/4/32-3036-сон маълумотномаси). Натижада маҳаллий ҳокимият органлари ва кутқарув хизматларининг зилзилалар оқибатларини оператив бартараф этишга тайёрлигини таъминлаш имконияти яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертациянинг асосий натижалари 7 та халқаро ва 2 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий асар. Улардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий журналларда 6 та мақола,

жумладан 1 та хорижий ва 5 та республика журналларида чоп этилган. Битта монография, 6 та мақола халқаро ва республика конференцияларидаги маърузалар тўпламларида чоп этилган.

**Диссертация таркиби ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат бўлиб, диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация тадқиқотининг долзарблиги ҳамда зарурати асосланган бўлиб, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети, ўрганилганлик даражаси ва тадқиқот усуллари, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва олинган натижаларнинг илмий-амалий аҳамияти ҳамда тадқиқот натижаларини меъёрий ҳужжатларга жорий қилинганлиги баён қилинган, шунингдек тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилинганлиги, диссертация мавзуси бўйича тадқиқот натижаларини апробациядан ўтказиш ва чоп этилган илмий ишлар тўғрисида ҳамда диссертациянинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “Биоларнинг сейсмик таъсирлар интенсивлиги ва заифлигини баҳолаш, сейсмик хавф ва zilzilalar зарарини камайтириш усуллариининг ҳозирги ҳолати” деб номланган биринчи бобда жаҳондаги zilzilalar натижасида етказилган зарарларнинг ўзгариш динамикаси, биоларнинг сейсмик хавфсизлигини ошириш бўйича маҳаллий ва хорижий нашрларнинг адабий-таҳлилий шарҳи тақдим этилган. Сейсмик таъсирлар интенсивлигини баҳолашнинг замонавий усуллари ва турли мамлакатларда фаолият юритувчи макросейсмик шкалаларнинг хусусиятлари таҳлил қилинган. Сейсмик таъсирлар интенсивлигини аниқлаш, биоларнинг сейсмик заифлигини баҳолаш ва эҳтимолий zilzilalar зарарини камайтириш йўналиши бўйича миллий илмий-услубий базанинг ҳолати баҳоланади. Диссертация иши мавзуси бўйича ўтказилган адабий шарҳ асосида ишчи гипотеза шакллантирилди, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари аниқланди.

“Ҳақиқий zilzilalar оқибатларини таҳлил қилиш асосида мавжуд қурилиш биоларига етказилган зарар даражасини баҳолашга услубий ёндашувлари” деб номланган иккинчи бобда миллий шкалани янгилаш учун асосий таянч сифатида ШСИ-17 Россия шкаласининг айрим қоидаларини ҳисобга олган ҳолда EMS-98 макросейсмик Европа шкаласи кўриб чиқилади.

Zilziladan зарар кўрган биоларнинг техник ҳолатини баҳолаш ва улар мустаҳкамлангандан сўнг, макросейсмик Европа шкаласи EMS-98га мослашиш учун дастлабки маълумотларни шакллантириш учун Қашқадарё вилоятидаги 2000, 2001 ва 2004 йиллардаги Қамаши zilzilalari натижасида зарар кўрган ижтимоий объектлар мисолида сейсмик таъсирлар оқибатларини, мустаҳкамлаш ва тиклаш усуллариини таҳлил қилиш натижалари асосида техник биоларни ўрганиш материаллари ўрганилди ва қайта ишланди. Ушбу

материаллар “ЎзЛИТТИ” АЖ (собик ТошЗНИИЭП, ҳозирги “ToshuyjoyLITI” АЖ) мутахассислари томонидан тақдим этилган. Зарарларни таҳлил қилиш, каталоглаштириш ва электрон техник паспортларни тузиш объектларни қаватлар сони, дизайни ва фойдаланилган материаллар бўйича тизимлаштириш ва таснифлаш имконини берди, бу изчилликни таъминлади ва зилзила оқибатлари бўйича материаллар билан ишлаш самарадорлигини сезиларли даражада оширди.

Ўрганилаётган бинолар, уларнинг конструкциялари ва тўпламларининг кучланиш-деформация ҳолатини баҳолаш учун EDAC дастури доирасида Ўзбекистоннинг Қамаш тумани учун махсус BLM ҳисоб-китоб дастури (ушбу иш муаллифи иштирокида) ишлаб чиқилган. У сейсмик таъсирнинг маълум даражасида энг муаммоли ҳудудларнинг рангли-спектрал тасвири билан бинонинг график диаграммаларини яратиш билан биноларнинг шикастланиш даражасини, сейсмик заифлигини ва умуман, сейсмик чидамлилигини ҳисоблаш учун ишлатилган.

Диссертация ишининг “Халқаро услублар ва стандартлардан фойдаланган ҳолда Қамаш зилзиласидан жабр кўрган мактаблар мисолида биноларнинг сейсмикзаифлиги ва шикастланганлик даражасини баҳолаш” номли учинчи бобида юқоридаги услубий қоидаларга асосланиб, вазифа заифлик синфлари ва биноларга етказилган зарарнинг таснифини аниқлаш учун EMS-98 да қабул қилинган услубий ёндашувлардан фойдаланиш имкониятини асослашдан иборат. EMS-98 услубий ёндашувлари таҳлил натижаларига кўра сейсмик таъсирнинг интенсивлигини баҳолаш учун, шу жумладан ҳисоб-китоб дастурлари, Қамаш зилзиласидан зарар кўрган мактаб биноларининг техник ҳолатини ўрганиш учун материаллардан фойдаланган ҳолда қўлланилади. Бу миллий макросейсмик шкалани қайта ишлаш учун шарт-шароитлар яратиш ва уни халқаро амалиётда энг ишлаб чиқилган ва энг қўлланиладиган – Европа EMS-98 макросейсмик шкаласи билан уйғунлаштиришда биринчи қадам бўлади.

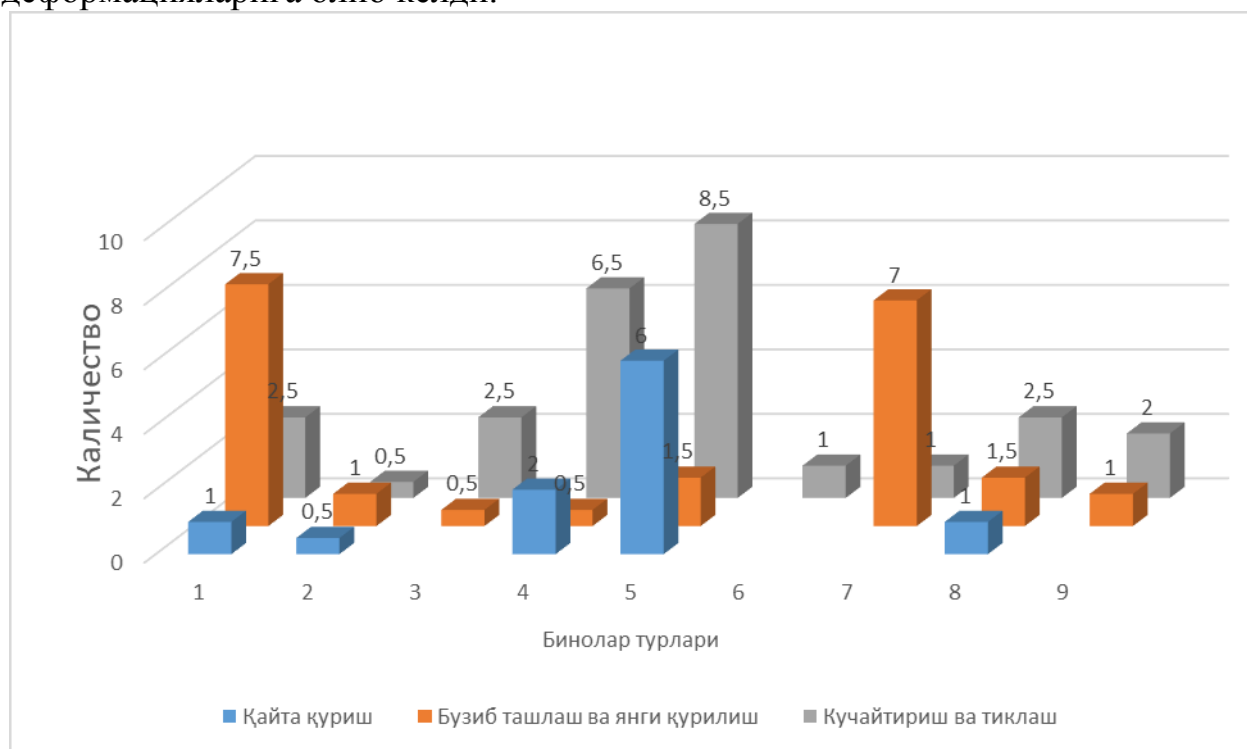
Қамаш туманидаги зилзиладан зарар кўрган объектларнинг умумий сонидан 58 та мактаб тадқиқот дастурига энг характерли мактаблар сифатида киритилган. 1-расмда бузилиш ёки мустаҳкамлаш (тиклаш), реконструкция қилиш, шунингдек бузилаётганлар ўрнига янги қурилишлар тўғрисидаги бинолар сони тўғрисидаги тизимлаштирилган маълумотлар келтирилган. Турли объектларнинг сейсмик таъсирдан кейинги ҳолати, шунингдек кучайтирилиши ва тикланишидан кейинги ҳолати тўғрисидаги мавжуд дастлабки маълумотларни синчковлик билан қайта ишлаш ва таҳлил қилиш асосида EMS-98 бўйича уларнинг заифлик синфларини баҳолаш амалга оширилди.

Биноларни мустаҳкамлаш ва тиклашда қўлланиладиган сейсмикага қарши чоралар таҳлиliga алоҳида эътибор қаратилди. Натижада 18 турдаги кучайтиргичлар (яхшилашлар) аниқланди. Усуллар танкидий ўрганилиб, сейсмикага қарши тадбирларни лойиҳалашда қўлланиладиган нораціонал техник ечимлар аниқланди. Бу омилларнинг барчаси тўғридан-тўғри ёки билвосита маълум даражада биноларнинг сейсмик чидамлилиги даражасига ва

уларни мустаҳкамлаш ва тиклашдан кейин сейсмик заифлигига, шунингдек, фойдаланиладиган ечимларнинг иқтисодий мақсадга мувофиқлигига таъсир кўрсатди.

Тадқиқот жараёнида мавжуд маълумотларни EMS-98 ёрдамида таҳлилий қайта ишлаш натижалари асосида ВЛМ дастури ёрдамида олинган ҳисоб-китоб маълумотлари билан кейинчалик солиштириш учун объектларнинг электрон техник паспортлари тузилди.

Батафсил тадқиқот объекти сифатида Деҳқонобод туманидаги Гумбулоқ тоғ қишлоғида жойлашган Сафаров номидаги 20-умумтаълим мактаби олинди. Ушбу объектни танлаш ишлатилган материаллар ва и конструкциялар тўғрисида энг тўлиқ маълумотларнинг мавжудлиги, турли хил ёриқлар кўринишидаги шикастланишлар характериға оид график материаллар мавжудлиги билан боғлиқ бўлиб, улар ВЛМ ҳисоб-китоблар дастури ёрдамида аниқланган зарар даражалари билан таққослаш имконини беради. Бино 1980 йилда Иттифоқнинг СНиП ИИ-А.12-69\* сейсмик стандартлари талабларига мувофиқ қурилган. Объект қурилиши вақтида ушбу ҳудуд 7 балл зонасига тегишли эди. 2000 йил 20 апрел ва 2001 йил 18 январдаги 6-7 балл кучли зилзилалар мактаб биносининг юк кўтарувчи конструкцияларининг анча катта деформацияларига олиб келди.



**1-расм. Қамаш туманида бузиладиган ёки мустаҳкамланадиган (тикланадиган) бинолар, янги қурилиш турларининг миқдорий тавсифи**

Текширув маълумотлари ва қабул қилинган техник ечимлар таҳлили асосида уларни EMS-98га мувофиқ аниқлаш ва зилзиладан олдин ва кейин давлатдан олинган хулосалар бўйича биноларнинг техник ҳолатининг қиёсий ҳисоб-китоб таҳлили, шунингдек, уларнинг мустаҳкамланган (тикланган) ва

зилзила оқибатлари баргараф этилгандан кейинги ҳозирги техник ҳолати таҳлили ўтказилди. Натижада, Қамаш илзиласидан зарар кўрган иншоотларни (биноларни) фарқлаш EMS-98 (1-жадвал) бўйича заифлик синфлари бўйича амалга оширилди.

1-жадвал

**Қамаш илзиласидан зарар кўрган биноларни EMS-98 заифлик синфлари бўйича фарқлаш**

EMS-98 бўйича қиёсий таҳлил								
Турлари	Объектнинг конструктив тузилиши	Биноларни сейсик таъсирга нисбатан ҳолати	Заифлик синфи					
			-A	A	B	C	D	E
1	Бир қаватли, битта тўртбурчак блокдан иборат, паҳса деворлари, ораёпмалар ёғочдан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат		○				
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат	---○					
		Кучайтиришдан кейинги ҳолат			●			
2	Худди шу, деворлар табиий тошдан, ораёпмалар ёғочдан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат		○				
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат		○---				
		Кучайтиришдан кейинги ҳолат	---●---					
3	Худди шундай, деворлари пишган ғиштдан, ораёпмалар ёғочдан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат			---○---			
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат		---○---				
		Кучайтириш ва тикланишдан кейинги ҳолат			---●---			
4	Худди шундай, деворлари пишган ғиштдан, ораёпмалар темир-бетон плиталардан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат			---○---			
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат			---○---			
		Тикланишдан кейинги ҳолат			---●---			
5	Икки қаватли, битта тўртбурчак блокдан иборат, деворлари пишган ғиштдан, ораёпмалар темир-бетон плиталардан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат			---○---			
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат			---○---			
		Кучайтиришдан кейинги ҳолат			---●---			

6	Бир қаватли тархи "П" ёки "Г" шаклли, деворлари пишган ғиштдан, ораёпмалар темир-бетон плиталардан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат			○				
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат			┆---○				
		Кучайтиришдан кейинги ҳолат			┆---●				
7	Худди шундай, деворлари пахсадан, ораёпмалар ёғочдан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат			○				
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат			┆---○				
		Кучайтиришдан кейинги ҳолат			┆---●				
8	Худди шундай, деворлари пишган ғиштдан, ораёпмалар темир-бетон плиталардан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат			┆---○---┆				
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат			┆---○---┆				
		Кучайтиришдан кейинги ҳолат			┆---●---┆				
9	Икки қаватли, тархи "П" шаклли, деворлари пахсадан, ораёпмалар темир-бетон плиталардан	Сейсмик таъсирдан олдинги ҳолат			○				
		Сейсмик таъсирдан кейинги ҳолат			┆---○				
		Кучайтиришдан кейинги ҳолат			●				

BLM таҳлилий дастурига мувофиқ EMS-98 услубий қоидаларини мослаштириш учун кўриб чиқиладиган биноларнинг характеристикалари (тезлаштириш, тезлик ва тупроқнинг силжиши) ҳақиқий zilзилага ўхшаш, фойдаланиладиган материалларнинг хусусиятларини ва биноларни сейсмик таъсирлардан кейин, шунингдек мустаҳкамлаш ва тиклаш ишларини амалга оширишдан кейин техник ҳолатига кўра ўрганиш маълумотларини ҳисобга олган ҳолда сейсмик таъсирлар остидаги хатти-ҳаракатларини ҳисобланган аниқлаш бажарилди. Ҳисоблаш жараёнида ўқлар бўйлаб сейсмик юк билан бинонинг босқичма-босқич юкланиши таъминланди. 0 дан SG5 гача бўлган зарар даражаси (EMS-98 бўйича) тезланиш даражаси ва деформациялар спектри билан аниқланди. Бу бизга ўрганиладиган объектлар учун сейсмик юкнинг руҳсат этилган (чегаравий) қиймати даражасини аниқлаш имконини берди. Натижада, бинонинг, унинг алоҳида тузилмалари ва сейсмик юкнинг турли даражаларида бўлинмаларининг ишлашининг тўлиқ тавсифи, шу жумладан энг заиф ва муаммоли ҳудудларнинг рангли спектрли тасвири билан уч ўлчовли тасвир олинди (2-расм).

Натижада, Сафаров номидаги мактабнинг биносидан пойдевор чуқурлиги,

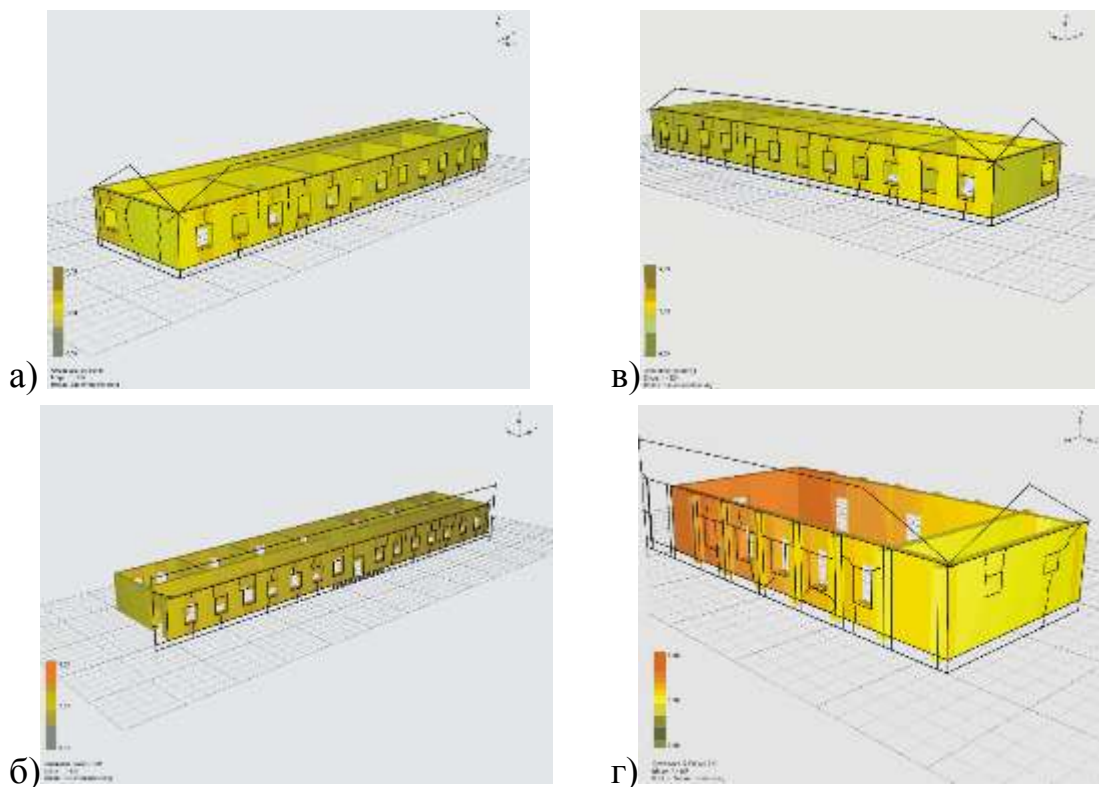
тешиқлар орасидаги девор эни ва тўртта блок учун деворларнинг биқирлиги критик бўлиб чиққани ва баъзи жойларда эса сейсмик юкламанинг маълум даражаси учун мутлақо қабул қилиниши мумкин эмас бўлиб чиққани аниқланди. Шу билан бирга, ушбу конструктив схемада тешиқларнинг баландлиги, уларнинг деворлардаги улуши ва масса марказларининг тақсимланиши мақбул деб тан олинган. Ҳисоб-китоблар, шунингдек, бўйлама ва кўндаланг йўналишларда ҳисобланган грунт тезланиши  $a_g$  қийматида қараб биноларнинг шикастланиш даражасини кўрсатди. Шундай қилиб, X ўқи (кўндаланг йўналиш) бўйлаб сейсмик кучлар таъсирида Сафаров номидаги мактаб биносининг 2-блокининг шикастланиш даражаси кутилгандек Y ўқи бўйлаб кўпроқ бўлди. Бино кўндаланг йўналишда  $a_g=0,53 \text{ м/с}^2$  қийматида ва  $a_g=1,16 \text{ м/с}^2$  бўйлама йўналишда 3 даражага мос келадиган сезиларли зарарни олади. Бўйлама йўналишда блокнинг тўлиқ бузилиш бўлиши билан грунтнинг ҳисобланган тезланишининг қиймати (зарар даражаси 5) кўндаланг йўналишдагидан икки баравар юқори ( $a_g=1,67 \text{ м/с}^2$  ва  $a_g=0,83 \text{ м/с}^2$ , мос равишда).

Ҳисобий натижаларни олгандан сўнг, улар текширилган бинолар учун олинган ҳақиқий маълумотлар билан таққосланган. Худди шундай таҳлил Сафаров номидаги мактабнинг тўртта блокининг ҳар бири учун ўтказилди, бу зилзила пайтида бинонинг энг заиф ва муаммоли жойларининг ҳисобланган спектрал кўриниши унинг ҳақиқий зарарига жуда мос келишини кўрсатди. Шундай қилиб, масалан, дераза блоклари устидаги спектрнинг қизил ранги (2-расм) сейсмик юкнинг бир хил даражасида бу жойдаги энг катта ёриқлар билан мос келди.

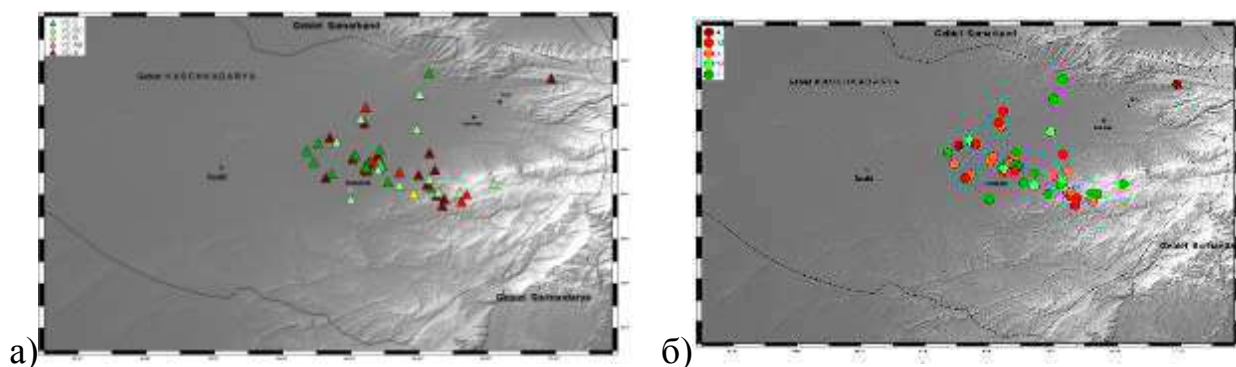
Катта шаҳарларда аҳолининг, бинолар ва иншоотларнинг фавқулодда вазиятларда (ФВ), хусусан, зилзилаларда заифлиги энг кескин муаммо ҳисобланади. Шу билан бирга, аҳоли ва қутқарув хизматларининг зилзилаларга тайёрлигини таъминлаш, биноларнинг турли конструктив тизимлари томонидан шакллантирилган ва турли даражадаги сейсмик ишончлилик даражасига эга бўлган мавжуд бинолар мажмуасининг техник ҳолати ва сейсмик заифлик даражаси тўғрисида ахборот-таҳлилий база – географик ахборот тизимини (ГИС) яратишга етарлича эътибор берилмаяпти.

Ушбу ишда зилзилалардан азият чеккан Қамаш мисолида шунга ўхшаш муаммоларни услубий жиҳатдан ишлаб чиқишга ҳаракат қилинган, кейинчалик методик ёндашувни аҳоли гавжумроқ ҳудудлар учун қўллаган. Натижада, EMS-98 услубий ёндашувлар ёрдамида заифлик ва зарар даражаси бўйича таснифланган мактаблар ва болалар боғчаларининг аниқ геолокацияси билан харита тузилди (3-расм). Бундай харита сейсмик хавфларни ва эҳтимолий зилзилалар натижасида юзага келиши мумкин бўлган зарарларни башорат қилиш учун зарурдир.





**2-расм. 20-сонли мактаб блокларининг шикастланишининг (ҳақиқий) график тасвирлари ва SG 3 шикастланиш даражасидаги энг муаммоли жойларнинг рангли-спектрал тасвирлари (ҳисобланган): а – блок 1; б – блок 2; в – блок 3; г – блок 4**



**3-расм. EMS-98 га мувофиқ заифлик (а) ва зарар даражаси (б) бўйича таснифланган мактаблар ва болалар боғчаларининг жойлашуви харитаси**

“Миллий миқёсни такомиллаштириш бўйича таклифлар ишлаб чиқиш, сейсмик хавф ва эҳтимолий зилзилалардан зарарни бошқариш бўйича ташкилий-услубий ёндашувлар” номли тўртинчи бобида MSK -64, EMS-98 , ШСИ- 17 ва РСТ Уз 836-97 шкалаларида қабул қилинган сейсмик интенсивликни баҳолашнинг асосий манбаларини таҳлилий таққослаш ва умумлаштириш амалга оширилган. Натижада, биз EMS-98 да қўлланиладиган зилзилалар интенсивлигини балларда баҳолашда ҳислар, биноларнинг шикастланиши ва бузилишиб кетиши асосида, шакллантиришлардан

фойдаланиш мақсадга мувофиқ афзалроқ деган хулосага келдик.

Зилзила содир бўлган тақдирда мавжуд бинолар мажмуасида биноларнинг хатти-ҳаракатларини баҳолаш учун заифлик таснифидан фойдаланиш алоҳида қизиқиш уйғотади. EMS-98 шкаласи бўйича услубий ёндашувлардан фойдаланган ҳолда Қамаши зилзилалари оқибатларини таҳлил қилиш маълумотлари асосида заифлик синфларини таҳлил қилиш, қайта ишлаш ва баҳолаш шуни кўрсатадики, бу яна битта "-А" заифлик синфини 1-жадвалга жорий қилишни талаб қилади. Бунинг сабаби, мавжуд заифлик синфи "А" мамлакатимизда қўлланиладиган лой материаллардан (Adobe) ясалган биноларни коплаш учун етарли эмас деб таснифланган, чунки EMS-98 бўйича уларнинг заифлигини тавсифлаш учун бу етарли эмас.

Ўтказилган тадқиқотлар миллий макросейсмик шкалани 6-10 баллдан 12 баллга ўтказиш, EMS-98 нинг мослаштирилган услубий ёндашувларини қўллаш бўйича илмий асосланган қоидаларни шакллантиришга имкон берди, бу эса сейсмик заифлик синфларини, биноларнинг шикастланиши даражасини оператив ва ишончли аниқлаш имконини беради. Шкалани янгилаш ҳудудий сейсмик хавфни баҳолаш, рискни прогнозли таҳлил қилиш ва зилзилалар оқибатида юзага келиши мумкин бўлган зарарни камайтириш бўйича халқаро тизимга самарали интеграцияланиш имконини беради.

5-расмда ГИС маълумотлар базасининг ягона электрон платформасида сейсмик хавфларни бошқариш ва эҳтимолий зилзилалар натижасида етказилган зарарни камайтиришнинг ташкилий-услубий схемаси кўрсатилган.



**6-расм. ГИС платформасида сейсмик хавфларни бошқариш ва эҳтимолий зилзилалар натижасида етказилган зарарни камайтиришнинг ташкилий-услубий схемаси**

Бошқарув содир бўлган зилзилалар оқибатларини ҳар томонлама ўрганиш, сейсмик жараёнларни кузатиш ва ҳужжатлаштириш, зилзиланинг

одамларга ва уларнинг сунъий яшаш муҳитига таъсири тўғрисидаги маълумотлар, бинолар ва иншоотларни электрон сертификатлашнинг техник дастлабки маълумотлари асосида хавфларни камайтириш бўйича чора-тадбирларни самарали амалга оширишдан иборат.

### Хулоса

1. Халқаро сейсмик хавфни баҳолаш тизимида самарали интеграцияни таъминлайдиган ягона прогностли хавфларни таҳлил қилиш тизимини ишлаб чиқиш учун асос яратиш мақсадида ушбу тадқиқот замонавий Европа таҳлилий дастурлари, усуллари ва стандартлари ёрдамида мавжуд бинолар мажмуасининг шикастланиш даражасини, сейсмик заифлигини баҳолашнинг илмий асосланган услубий ёндашувларини ишлаб чиқишга бағишланган.

2. Зилзила интенсивлигини аниқлаш бўйича 6-10 балллик миллий шкаланинг РСТ Уз 836-97 қоидаларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, улар кўпчилик халқаро макросейсмик ўн икки балли шкалаларнинг услубий ёндашувларига мос келмайди. Миллий шкалани янгилаш ва ривожлантириш, шунингдек, уни ушбу соҳадаги халқаро ёндашувлар билан уйғунлаштириш учун дунёнинг кўплаб мамлакатларида энг тан олинган ва қўлланиладиган ўн икки балли макросейсмик Европа шкаласи EMS-98 асосий асос сифатида қабул қилинди.

3. Мослашиш учун услубий асос ва дастлабки маълумотларни шакллантириш, EMS-98 услубий қоидаларига мувофиқ мавжуд биноларнинг техник ҳолатини баҳолаш мақсадида Қашқадарё вилоятида 2000, 2001 ва 2004 йиллардаги Қамаш зилзilasидан зарар кўрган ижтимоий объектлар мисолида мустаҳкамлаш ва тиклаш усуллари сейсмик таъсирлар оқибатларини таҳлил қилиш натижалари асосида материаллар ўрганилди ва таҳлил қилинди.

4. EDAC дастури доирасида биноларнинг шикастланиш даражасини, сейсмик заифлигини ва умуман олганда, сейсмик чидамлилигини баҳолаш учун ушбу иш муаллифи иштирокида, айниқса, Қамаш тумани объектлари учун BLM ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилган. BLM дастуридан фойдаланиш сценарий зилзilasида энг заиф ва муаммоли ҳудудларнинг уч ўлчовли ранг-спектрал кўриниши билан бинолар, уларнинг алоҳида тузилмалари ва бирликларининг ишлашининг тўлиқ тавсифини олиш имконини берди.

Аниқланишича, биноларни мустаҳкамлаш ва тиклашда лойиҳалаш жараёнида қабул қилинган антисейсмик чора-тадбирларнинг техник ечимлари сейсмик қаршилиқнинг ҳаддан ташқари оширилган даражалари билан тавсифланади. BLM дастуридан фойдаланиш қўлланиладиган антисейсмик чора-тадбирларни оптималлаштириш, биноларнинг сейсмик хавфсизлигини иқтисодий жиҳатдан мақбул даражасини таъминлаш, моддий ва меҳнат ресурсларини тежаш имконини беради.

5. EMS-98 да қабул қилинган заифлик синфлари ва биноларга етказилган зарарни таснифлаш учун услубий қоидалардан фойдаланиш имконияти асосланди. Бу Қамаш зилзilasидан зарар кўрган мактаб биноларини ўрганиш материалларини таҳлил қилиш ва ҳисоблашда ишлов бериш асосида уларнинг апробацияси натижаларига кўра сейсмик таъсирларнинг интенсивлигини

баҳолаш учун зарур. Натижада миллий шкалани ишлаб чиқиш ва қайта кўриб чиқиш ҳамда уни халқаро амалиёт билан уйғунлаштириш бўйича услубий ёндашувлар шакллантирилди.

6. Зилзила сценарийси таъсирида Қамашининг мавжуд бинолар мажмуаси EMS-98 шкаласи бўйича услубий ёндашувлар бўйича биноларнинг шикастланганлиги ва заифлигини аниқлаш билан экспериментал тарзда ўрганилди. Тадқиқот натижаларидан сейсмик хавф ва зилзилаларнинг ижтимоий-иқтисодий зарарини баҳолаш, шунингдек, республиканинг бошқа ҳудудлари учун биноларни техник электрон сертификатлашдан иборат ягона электрон ГИС платформасини яратишда фойдаланиш мумкин.

7. Биноларнинг сейсмик хавфсизлигини иқтисодий жиҳатдан мақбул даражасини таъминлаш ва цементни 15 фоизгача, пўлатни эса 9-12 фоизгача тежаш имконини берувчи антисейсмик чора-тадбирларни оптималлаштириш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари “ToshuyjoyLIT” АЖ томонидан ШНК 2.01.22-21 “Мавжуд қурилиш бинолари ва иншоотларини тиклаш ва антисейсмик мустаҳкамлаш” шаҳарсозлик стандартлари лойиҳасини ишлаб чиқишда фойдаланилган бўлиб, булар Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигига тасдиқлаш учун тақдим этилган.

Биноларнинг сейсмик заифлиги ва шикастланишини баҳолаш, шунингдек, миллий шкалани такомиллаштириш ва ривожлантириш бўйича EMS-98 нинг мослаштирилган услубий қоидаларидан фойдаланиш бўйича таклифлар Ўз 836-97 РСТ ни қайта ишлашда фойдаланиш учун “ToshuyjoyLIT” АЖга ва ЎзР Қурилиш вазирлиги қабул қилди.

ГИС платформасида сейсмик хавфларни бошқариш ва эҳтимолий зилзилалардан етказилган зарарни камайтириш бўйича ташкилий-услубий схема Фавкулудда вазиятлар вазирлиги ва унинг Академияси ўз фаолиятида фойдаланиш учун қабул қилдилар.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 26/30.12.2019.Т. 11. 01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ТУРИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ В  
г. ТАШКЕНТЕ  
ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**ТУЛАГАНОВ БАХРОМ АБДУКАБИЛОВИЧ**

**ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ И ПОВРЕЖДАЕМОСТИ  
ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ**

**05.09.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим  
наукам**

Ташкент-2022

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2019.3.PhD/T1363.

Диссертация выполнена в Туринском политехническом университете в г. Ташкенте и Ташкентском архитектурно-строительном институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

Научные руководитель: **Ходжаев Саидаглам Аглоевич**  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Аскарлов Бахтиер Аскарлович**  
доктор технических наук, профессор

**Ибрагимов Бахром Тошмуратович**  
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация: **ОАО «UZOGIRSAN OAT LOYIHA»**

Защита диссертации состоится «03» февраля 2022 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc. 26/30.12.2019.Т. 11. 01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте. (Адрес: 100011, город Ташкент, улица А. Кадыри, дом 7В. Архитектурный факультет, зал заседаний. Тел.: (+99871) 241-10-84, факс: (+99871) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирован за № 72). (Адрес: 100084, г. Ташкент, улица Малая кольцевая дорога, дом №7. Тел.: (+99871) 235-43-40, факс: (+99871) 234-15-11, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz)).

Автореферат диссертации разослан 14 февраля 2022 года.  
(реестр протокола рассылки № 9 от 14 февраля 2022 года.)



**Х.А. Акромов**

Член научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

**А.Т. Хатамов**

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых  
степеней, д.т.н., доцент

**Б.А. Аскарлов**

Председатель научного семинара при научном совете по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** К настоящему времени мировое развитие теории и практики сейсмостойкого строительства достигло высокого уровня. Об этом свидетельствуют результаты инженерного анализа последствий многих землетрясений, при которых здания и сооружения, построенные в соответствии с действующими нормами по сейсмостойкому строительству, удовлетворительно переносят сейсмические воздействия. Вместе с тем катастрофические последствия ряда землетрясений в разных странах, при которых наблюдались массовые обрушения зданий различных сроков постройки, выявили ряд проблем, требующих безотлагательного решения. С учетом масштабов разрушений и жертв, обеспечение сейсмобезопасности зданий и сооружений в сейсмоактивных районах, в том числе и в Узбекистане, а также экономически целесообразного расходования материальных и трудовых ресурсов на их антисейсмическое усиление приобретает особую актуальность и значимость.

Для эффективной интеграции в международную систему оценки территориальной сейсмоопасности в мире проводятся исследования прогнозного анализа рисков, снижения потенциального ущерба, наносимого землетрясениями. При этом уделяется большое внимание совершенствованию и развитию строительных норм и стандартов, в особенности, в области определения интенсивности сейсмических воздействий и антисейсмического усиления зданий.

В нашей стране уделяется большое внимание реализации мер по коренному совершенствованию системы обеспечения сейсмической безопасности населения и территорий. В то же время, для реализации этих мер, научно-техническая политика в стране ориентирована на гармонизацию национальных нормативных документов на основе изучения и анализа международных норм, правил и стандартов в области строительства. Одним из важных вопросов при реализации этих задач является обеспечение сейсмостойкости существующих зданий в городах, разработка необходимых мер по снижению сейсмического риска.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан №УП-5963 от 13 марта 2020 года «О дополнительных мерах по углублению реформ в строительной отрасли Республики Узбекистан», Постановлениями Президента Республики Узбекистан №ПП-3190 от 9 августа 2017 года «О мерах по совершенствованию проведения научных исследований в области сейсмологии, сейсмостойкого строительства и сейсмической безопасности населения и территории Республике Узбекистан» и №ПП-4794 от 30 июля 2020 года «О мерах по коренному совершенствованию система обеспечения сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан».

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан: II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

**Степень изученности проблемы.** Научными исследованиями в области сейсмологии, сейсмостойкого строительства и обеспечения сейсмобезопасности зданий и сооружений занималась целая плеяда зарубежных и отечественных исследователей - К.Н. Абдуллабеков, К.С. Абдурашидов, Я.М. Айзенберг, Т.У. Артыков, Х.А. Асамов, М.У. Ашимбаев, Т.Ж. Жунусов, К.С. Завриев, А.О. Ишанходжаев, В.К. Кабулов, Б.К. Карапетян, Л.В. Конторович, И.Л. Корчинский, Г.А. Мавлянов, Р.К. Мамажанов, А.И. Мартемьянов, С.В. Медведев, М.М. Мирсаидов, С.В. Поляков, Т.Р. Рашидов, В.Т. Рассказовский, С.Ж. Раззаков, Х.З. Расулов, В.А. Ржевский, Х. Сагдиев, С. Саидий, К.С. Султанов, М.Т. Уразбаев, М.Н. Убайдуллоев, С.Т. Узлов, Г.Х. Ходжиметов, Ш.А. Хакимов, С.А. Ходжаев, И.Ф. Цепенюк, А.С. Johnston, A. Micheline, A. Taubaev, Ch. Golbs, Ch. Kaufmann, D.H. Lang, F. Anić, G.M. Atkinson, G Grünthal, H. Maiwald, H. Schroeder, J. Schwarz, J. Zschau, J.J. Becker, J. Villagran De Leon, L. Abrahamczik, L. Faenza, M. Leipold, M. Sh. Siddique, R.M.W Musson, R. Raschke, S. Beinersdorf, S. Marzban, Shi. Peijun, T. Maqsood, T. Langhammer, T. Swain, V. Vilceanu и многие другие исследователи, которые внесли весомый вклад в теорию и практику в данной области.

Анализ ранее выполненных исследований показал, что минимизация риска и ущерба от сейсмических воздействий достигается развитием методов расчета зданий на сейсмические воздействия, совершенствованием строительных норм, применением рациональных объемно-планировочных и конструктивных решений, эффективных материалов и конструкций; применением конструктивных мероприятий по усилению зданий существующей застройки, обладающей определенным дефицитом сейсмостойкости и многими другими мерами.

Вместе с тем вопросам обеспечения готовности органов местной власти и служб спасения к оперативной ликвидации последствий землетрясений, созданию информационно-аналитической базы о техническом состоянии и сейсмоуязвимости существующей застройки, сформированной в течении десятков и сотни лет и поэтому обладающей различным уровнем сейсмонадежности, уделяется недостаточное внимание. Положение усугубляется тем, что научно-технический уровень национальной шкалы для определения интенсивности землетрясений в пределах от 6 до 10 баллов (РСТ Уз 836-97) не соответствует современным общепризнанным международным методическим подходам. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34511-2018, отличающийся усложненностью методики оценки по сравнению с методическими подходами международных шкал, разработан без учета наших условий. Поэтому проведение исследований и обновление национальной шкалы, её гармонизация с международным, в особенности европейским, опытом разработки и применения макросейсмических шкал имеет важное



значение.

**Связь диссертационного исследования с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения**, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено: по международной программе «ERASMUS+» в рамках сотрудничества между Веймарским Университетом – Баухаус, Туринским политехническим университетом в городе Ташкенте и Ташкентским архитектурно – строительным институтом по теме: «Разработка современных методов оценки сейсмических рисков, сейсмоуязвимости здания и сооружений существующей застройки и снижение ущерба от землетрясений» (2018 – 2020 гг.); по прикладному проекту БВ – Атех - 2018 – 28 «Конструктивные системы энергоэффективных сейсмостойких жилищно-гражданских зданий с энергосберегающими ограждающими конструкциями на основе местных материалов и совершенствование нормативно-методологической базы их проектирования и строительства» (2018 – 2020 гг.).

**Целью исследования** является развитие и совершенствование методов оценки сейсмоуязвимости и степени повреждаемости зданий и разработка предложений по обновлению национальной макросейсмической шкалы с использованием методических подходов EMS-98, а также по организационно-методологическим подходам к управлению сейсмическим риском и снижением ущерба от вероятных землетрясений.

**Задачи исследования:**

изучение современных методов оценки степени повреждения и сейсмоуязвимости зданий;

анализ и обработка материалов обследования технического состояния и антисейсмического усиления зданий, пострадавших от землетрясений в 2001, 2003 и 2004 годах в Камашинском районе Кашкадарьинской области;

систематизация и паспортизация школьных зданий, усиленных и восстановленных после Камашинских землетрясений, сопоставительный анализ конструктивных решений с использованием расчетной программы для оценки конструкций из глины и камня (BLM);

оценка сейсмоуязвимости и степени повреждений конструктивных элементов школьных зданий от сейсмических воздействий с использованием методических подходов европейской макросейсмической шкалы EMS-98;

разработка научно обоснованных предложений по совершенствованию и развитию национальной макросейсмической шкалы с учетом её гармонизации с международными шкалами;

оптимизация методов антисейсмического усиления конструкций зданий и разработка предложений для внесения в строительные нормы по проектированию восстановления и антисейсмического усиления существующей застройки;

разработка карт с точной геолокацией объектов застройки по типам конструктивных систем, по степени повреждаемости и классам сейсмоуязвимости зданий для использования в организационно-методических мероприятиях по снижению сейсмического риска и ущерба от вероятных

землетрясений.

**Объектом исследования** являются сейсмобезопасность, снижение сейсмического риска в существующей застройке, оценка степени повреждения и классов сейсмоуязвимости зданий и сооружений, уменьшение ущерба от вероятных землетрясений.

**Предметом исследования** являются развитие методов оценки степени повреждения и сейсмоуязвимости зданий на основе анализа последствий землетрясений, с использованием методологических подходов EMS-98, повышение эффективности антисейсмических мероприятий.

**Методы исследования.** Использование материалов обследования технического состояния зданий, пострадавших от Камашинских землетрясений, выполненных с использованием стандартных методов; аналитическое сопоставление известных научных и технических результатов; компьютерные программы по расчету зданий на сейсмические воздействия, используемые в зарубежной и отечественной практике; методы расчетно-графического моделирования поведения зданий при сейсмических воздействиях.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

оценка степени повреждения и сейсмоуязвимости конструктивных элементов зданий различных конструктивных систем и материалов, пострадавших от Камашинского землетрясения с использованием методических подходов EMS-98;

обосновано, что принятые при проектировании технические решения антисейсмических мероприятий при усилении и восстановлении зданий характеризуются завышенным экономически нецелесообразным уровням сейсмостойкости, что привело к не оправданному перерасходу цемента и стали;

результаты расчетного анализа по программе BLM, позволившие оценить работу зданий, их конструкций и узлов при разных уровнях сейсмической нагрузки с трехмерным цветоспектральным представлением наиболее уязвимых участков, оптимизированы технические решения антисейсмического усиления конструкций;

сформулированы научно обоснованные предложения по обновлению и развитию национальной макросейсмической шкалы с использованием методических подходов EMS-98 по установлению классов уязвимости и степени повреждения зданий и сооружений;

составлены карты существующей застройки с учетом конструктивных типов зданий с возможными классами их уязвимости и степени повреждаемости при вероятном землетрясении.

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

адаптированная к местным условиям расчетная программы BLM, применяемая в европейской практике проектирования сейсмостойких зданий и сооружений;

методы оценки последствий землетрясений, эффективности (оптимальности) применяемых антисейсмических мероприятий,

обеспечивающие экономически целесообразный уровень сейсмобезопасности с использованием расчетной программы BLM;

предложения по переработке и развитию национальной макросейсмической шкалы с учетом её гармонизации с EMS-98, а также для внесения в проект строительных норм по восстановлению и антисейсмическому усилению зданий существующей застройки;

карты существующей застройки с учетом конструктивных типов зданий с возможными классами их уязвимости и степени повреждаемости при вероятном землетрясении, используемые при прогнозировании сейсмических рисков и возможного ущерба;

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность результатов определяется проведением исследований с использованием современной апробированной в международной практике методикой расчета зданий на сейсмические воздействия по программе BLM с сопоставлением с широко применяемой в странах СНГ программой ЛИРА; методами расчетно-графического моделирования повреждений и уязвимости конструктивных элементов зданий; сопоставлением результатов исследований с данными других исследователей.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования обусловлена разработкой научно обоснованных положений по совершенствованию и развитию национальной макросейсмической шкалы РСТ Уз 836-97 и её гармонизации с EMS-98, позволяющих достоверно устанавливать классы сейсмоуязвимости, степени повреждения зданий и обеспечить эффективную интеграцию в международную систему оценки территориальной сейсмоопасности, прогнозного анализа рисков, снижения потенциального ущерба, наносимого землетрясением.

Практическая значимость результатов исследования обусловлена предложенными оперативными методами оценки последствий землетрясений, расчетными программами по оптимизации применяемых антисейсмических мероприятий, обеспечивающих экономически целесообразный уровень сейсмобезопасности и экономию материальных и трудовых ресурсов; созданием организационно-методологической схемы управления сейсмическим риском и снижением ущерба от вероятных землетрясений на платформе ГИС, предназначенных для обеспечения готовности местных органов власти и служб спасения к оперативной ликвидации последствий землетрясений.

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных научных результатов по оценке сейсмической уязвимости и повреждаемости зданий с использованием методологических подходов европейской макросейсмической шкалы внедрены:

предложения по обновлению и гармонизации национальной макросейсмической шкалы с международными и переводу её с 6-10 балльной на 12 балльную, а также положения по её совершенствованию и развитию с использованием методологических подходов по установлению классов

сейсмоустойчивости и степени повреждаемости зданий и сооружений по EMS-98 приняты АО «ToshuyjoyLITI» (справка АО «ToshuyjoyLITI» № НН/01-843 от 29 ноября 2021года, справка Министерства строительства Республики Узбекистан № 03-06/13834 от 6 декабря 2021года). В результате достигнута возможность оперативной и достоверной оценки последствий землетрясений.

требования к одноэтажным зданиям со стенами из битой глины (пахса), сырцового кирпича, сырцовой высушенной глины типа «гуаляк» без каркаса (п.п. 5.19 и 5.20); данные о степени повреждения кирпичных зданий (п.7.1.16 и таблица 7.2 «Параметры и степень повреждения кирпичных зданий»); данные по жилым домам из местных малопрочных материалов (без антисейсмических мероприятий), одноэтажным бескаркасным глиняным стенам типа «гуаляк» и «пахса», 1-2-этажным бескаркасным стенам из кирпича с деревянным перекрытием, а также со сборными железобетонными перекрытиями (приложение В «Классификация конструктивных типов зданий по степени их уязвимости и повреждаемости при землетрясениях»), результаты оптимизации антисейсмических мероприятий использованы АО «ToshuyjoyLITI» при разработке проекта ШНК 2.01.22-21 «Восстановление и антисейсмическое усиление зданий и сооружений существующей застройки» (справка АО «ToshuyjoyLITI» № НН/01-839 от 26 ноября 2021года, справка Министерства строительства Республики Узбекистан № 03-06/13834 от 6 декабря 2021года). В результате создана возможность обеспечения экономически целесообразного уровня сейсмической безопасности зданий и экономии цемента до 15%, а стали до 9-12%;

результаты исследований внедрены в учебный процесс Академии МЧС РУз (акт внедрения Академии МЧС РУз № 36/3-2549 от 4 декабря 2021 года);

организационно-методологическая схема управления сейсмическим риском и снижением ущерба от вероятных землетрясений на платформе ГИС принята МЧС РУз для использования в своей деятельности (справка МЧС РУз № 2/4/32-3036 от 10 октября 2021 года). В результате обеспеченность органов местной власти и служб спасения к оперативной ликвидации последствий землетрясений.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 7-ти международных и 2-х республиканских научно-технических и научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 14 научных работ. В их числе 6 статей, 1 из которых напечатаны в зарубежном и 5 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций. Опубликованы одна монография, 6 статей в материалах международных и республиканских конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений, включает 120 страниц текста.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность диссертационного исследования, определены цели и задачи, объект и предмет исследования, а также сформулировано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагается научная новизна исследований и научно практическая значимость полученных результатов, внедрение результатов исследований в нормативные документы, приводятся сведения об апробации результатов исследований и опубликованных научных трудах по теме диссертационной работы, а также сведения о структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние методов оценки интенсивности сейсмических воздействий и уязвимости зданий, сейсмического риска и снижения ущерба от землетрясений»** приводится аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций по вопросам повышения сейсмобезопасности зданий. Анализируются современные методы оценки интенсивности сейсмических воздействий и действующие в различных странах макросейсмические шкалы. Оценивается состояние отечественной научно – методической базы по определению интенсивности сейсмических воздействий и ущерба от вероятных землетрясений. На основании выполненного литературного обзора определены цели и задачи исследований.

Во второй главе **«Методологические подходы к оценке степени повреждения зданий существующей застройки, основанные на анализе последствий реальных землетрясений»** как базовая основа для обновления национальной шкалы рассматривается макросейсмическая европейская шкала EMS-98 с учетом отдельных положений российской шкалы ШСИ-17 и ГОСТ 34511-2018 .

Для оценки технического состояния зданий, пострадавших от землетрясения и после их усиления, с целью формирования исходных данных для адаптирования EMS-98 были изучены и обработаны материалы обследования технического состояния зданий по результатам анализа последствий сейсмических воздействий, методов усиления и восстановления на примере социальных объектов, пострадавших от Камашинских землетрясений 2000, 2001 и 2004 годов. Указанные материалы были предоставлены специалистами АО «УзЛИТТИ» (б. ТашЗНИИЭП, ныне АО «ToshujoyLITI»). Анализ, каталогизация повреждений и составление электронных технических паспортов позволили систематизировать и произвести типизацию объектов по этажности, конструкции и применяемым материалам, что обеспечило системность и существенно повысило эффективность работы с материалами по последствиям землетрясений.

Для оценки напряженно-деформированного состояния изучаемых зданий, их конструкций и узлов, в рамках программы EDAC была разработана (при участии автора настоящей работы) специально для Камашинского района

расчетная программа BLM. Она была использована для расчётной оценки степени повреждения, сейсмической уязвимости и в целом сейсмостойкости зданий с созданием графических схем здания с цветоспектральным представлением наиболее проблемных участков при определенном уровне сейсмического воздействия.

В третьей главе диссертации **«Оценка сейсмической уязвимости и степени повреждения зданий на примере школ, пострадавших от Камашинского землетрясения с использованием международных методик и стандартов»**, основываясь на вышеизложенных методических положениях, ставится задача обоснования возможности использования для определения классов уязвимости и классификаций повреждений зданий методических подходов, принятых в EMS-98. Методические подходы EMS-98 используются для оценки интенсивности сейсмического воздействия по результатам анализа, в том числе с использованием расчетных программ, материалов обследования технического состояния школьных зданий, пострадавших от Камашинского землетрясения.

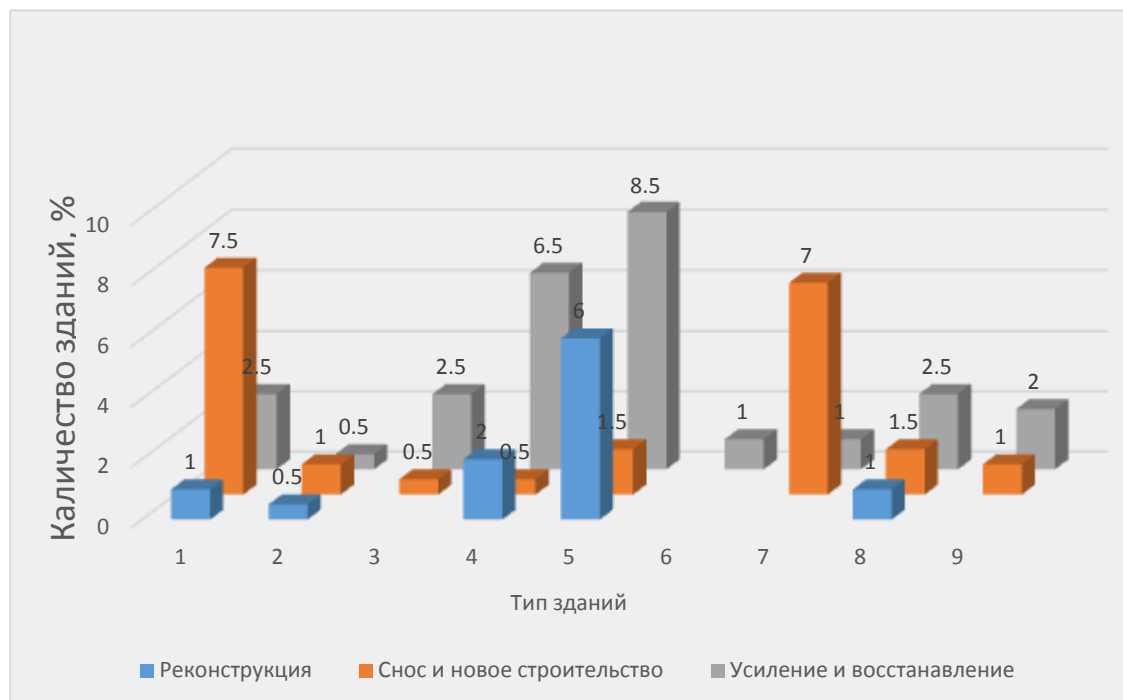
Из общего количества объектов, пострадавших от землетрясения в Камашинском районе, 58 школ были включены как наиболее характерные в программу исследований. На рисунке 1 представлены систематизированные данные по количеству зданий, подлежащих сносу или усилению (восстановлению), реконструкции, а также по новому строительству взамен снесенным. На основе тщательной обработки и анализа имеющихся исходных данных по техническому состоянию различных объектов по состоянию после сейсмического воздействия, а также по состоянию после усиления и восстановления была произведена оценка их классов уязвимости по EMS-98.

Особое внимание в работе было уделено проведению анализа применяемых антисейсмических мероприятий, используемых при усилении и восстановлении зданий. В результате выявлено 18 типов амплификаций (усилений). Критически изучены методы и выявлены не рациональные технические решения, примененные при проектировании антисейсмических мероприятий. Все эти факторы прямо или косвенно в определенной степени влияли на уровень сейсмостойкости зданий и их сейсмоуязвимость после их усиления и восстановления, а также на экономическую целесообразность применяемых решений.

В процессе исследований были составлены электронные технические паспорта объектов по результатам аналитической обработки имеющихся данных с использованием EMS-98 для последующего сравнения с расчетными данными, полученными с использованием программы BLM.

В качестве объекта детального исследования была принята школа №20 им. Сафарова, расположенная в горном кишлаке Гумбулак в Дехканабадском районе. Выбор данного объекта обусловлен наличием наиболее полных данных о применённых материалах и конструкциях, графических материалов о характере повреждений в виде различных трещин, позволяющих провести сравнение со степенями повреждений, определенными с использованием расчетной программы BLM. Здание было построено в 1980 году по

требованиям союзных сейсмических норм СНиП II-A.12-69\*. На момент строительства объекта этот регион относился к 7-ми бальной зоне. Землетрясения 20 апреля 2000 года и 18 января 2001 года с интенсивностью 6-7 баллов вызвали достаточно большие деформации несущих конструкций здания школы.



**Рис. 1. Количественная характеристика по типам зданий, подлежащих сносу или усилению (восстановлению), новому строительству в Камаше**

По данным обследования и анализа принятых технических решений был проведен сравнительный расчетный анализ технического состояния зданий при их идентификации по EMS-98 и выводам, полученным по состоянию до и после землетрясения, а также их технического состояния после усиления (восстановления). В результате была осуществлена дифференциация конструкций (зданий), пострадавших от Камашинского землетрясения, по классам уязвимости по EMS-98 (табл. 1).

Для адаптирования методических положений EMS-98 по аналитической программе VLM было произведено расчетное определение поведения зданий при сейсмических воздействиях, аналогичных по характеристикам (ускорение, скорость и сдвиг грунта) реальному землетрясению с учетом свойств материалов и данных обследования зданий по их техническому состоянию после сейсмических воздействий, а также после осуществления усиления и восстановления. В процессе расчета была обеспечена пошаговая загрузка здания сейсмической нагрузкой по осям. Степень повреждения от 0 до SG5 (по EMS-98) определялась по уровню ускорений и спектра деформаций. Это позволило определить уровень допустимой (предельной) величины сейсмической нагрузки для исследуемых объектов. В результате была

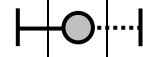
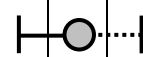







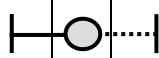





получена полная характеристика работы здания, его отдельных конструкций и узлов при различных уровнях сейсмической нагрузки, включая трехмерное цветоспектральное представление наиболее уязвимых и проблемных областей

Таблица 1

**Разграничение зданий, пострадавших от Камашинского землетрясения, по классам уязвимости по EMS-98**

Сравнительный анализ по EMS-98									
Типы	Конструктивные особенности объекта	Состояния зданий по отношению к сейсмическому воздействию	Класс уязвимости						
			-A	A	B	C	D	E	F
1	Одноэтажные из одного прямоугольного блока, со стенами из пахсы, перекрытия деревянные	По состоянию до сейсмического воздействия		○					
		По состоянию после сейсмического воздействия	┌---○						
		По состоянию после усиления			●				
2	То же, со стенами из натурального камня, перекрытия	По состоянию до сейсмического воздействия		○					
		По состоянию после сейсмического воздействия		○---┌					
		По состоянию после усиления		┌●---┌					
3	То же, со стенами из обожженного кирпича	По состоянию до сейсмического воздействия			┌○---┌				
		По состоянию после сейсмического воздействия		┌○-----┌					
		По состоянию после усиления			┌●---┌				
4	То же, со стенами из обожженного кирпича, перекрытия из железобетонных плит	По состоянию до сейсмического воздействия			┌○---┌				
		По состоянию после сейсмического воздействия			┌○---┌				
		По состоянию после усиления					┌●---┌		



		восстановления							
5	Двухэтажные из одного прямоугольного блока, со стенами из обожженного кирпича, перекрытия из железобетонных плит	По состоянию до сейсмического воздействия							
		По состоянию после сейсмического воздействия							
		По состоянию после усиления							
6	Одноэтажные с «П» или «Г» - образной формой в плане, со стенами из обожженного кирпича, перекрытия из железобетонных плит	По состоянию до сейсмического воздействия							
		По состоянию после сейсмического воздействия							
		По состоянию после усиления							
7	То же со стенами из пахсы, перекрытия деревянные	По состоянию до сейсмического воздействия							
		По состоянию после сейсмического воздействия							
		По состоянию после усиления							
8	То же, со стенами из обожженного кирпича, перекрытия из железобетонных плит	По состоянию до сейсмического воздействия							
		По состоянию после сейсмического воздействия							
		По состоянию после усиления							
9	Двухэтажные с «П» - образной формой в плане, со стенами из пахсы, перекрытия из железобетонных плит	По состоянию до сейсмического воздействия							
		По состоянию после сейсмического воздействия							
		По состоянию после усиления							

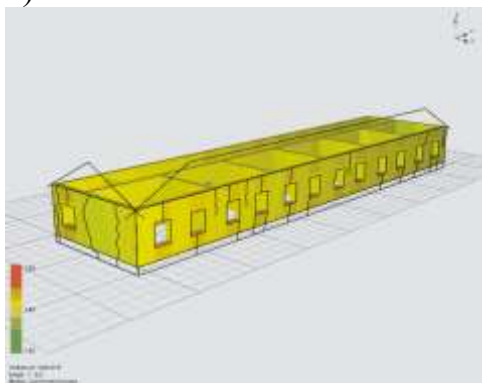
В результате, в частности для здания школы им. Сафарова, установлено, что глубина фундаментов, ширина простенков между проемами и жесткость стен для всех четырех блоков оказались критическими. В некоторых местах абсолютно неприемлемыми для данного уровня сейсмической нагрузки. В то же время в данной конструктивной схеме высота проемов, их процентное соотношение в стенах и распределение центров масс признаны вполне приемлемыми. Расчеты также показали степень повреждения зданий в

зависимости от величины расчетного ускорения грунта  $a_g$  в продольном и поперечном направлениях. Так, степень повреждения 2-го блока здания школы им. Сафарова под действием сейсмической нагрузки вдоль оси X (поперечное направление), как и ожидалось, была больше, чем вдоль оси Y. Значительное повреждение, соответствующее степени 3, здание получает в поперечном направлении уже при значении  $a_g = 0,53 \text{ м/с}^2$ , а в продольном направлении при  $a_g = 1,16 \text{ м/с}^2$ . Значение расчетного ускорения грунта при полном разрушении блока (степень повреждения 5) в продольном направлении вдвое выше, чем в поперечном ( $a_g = 1,67 \text{ м/с}^2$  и  $a_g = 0,83 \text{ м/с}^2$ , соответственно).

После получения расчётных результатов они сравнивались с фактическими данными, полученными для обследованных зданий. Аналогичный анализ был сделан для каждого из четырех блоков школы им. Сафарова, который показал, что расчетное спектральное отображение наиболее уязвимых и проблемных участков здания при землетрясении достаточно близко совпадает с его реальными повреждениями. Так, например, красный цвет спектра над оконными блоками (рис.2) совпал с самыми крупными трещинами в этом месте при одном и том же уровне сейсмической нагрузки.

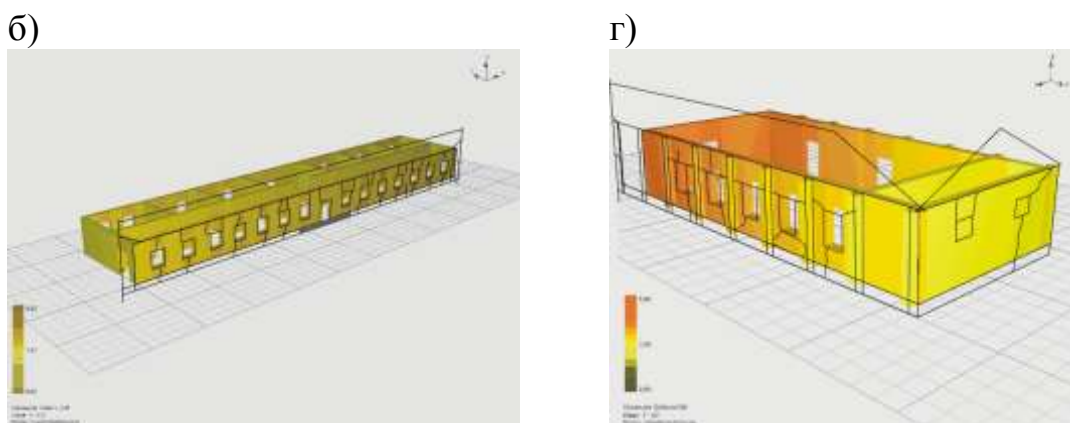
В крупных городах наиболее остро стоит проблема уязвимости населения, зданий и сооружений при чрезвычайных ситуациях, в частности землетрясений. В то же время вопросам обеспечения готовности населения, органов местной власти и служб спасения к землетрясениям, созданию информационно-аналитической базы - геоинформационной системы (ГИС) о техническом состоянии и степени сейсмоуязвимости существующей застройки, сформированной различными конструктивными системами зданий и обладающей различным уровнем сейсмонадежности, уделяется недостаточное внимание.

а)



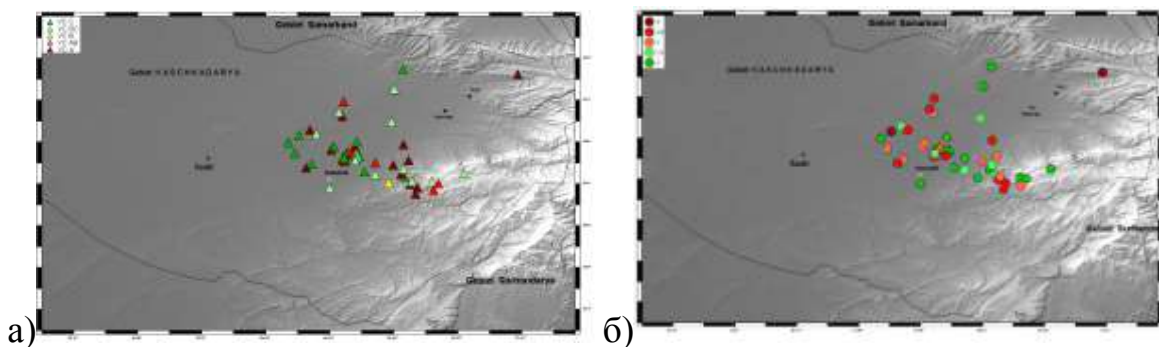
в)





**Рис.2 Графические изображения повреждений (фактическое) блоков школы №20 и цветоспектральные изображения наиболее проблемных участков (расчетное) при уровне повреждений SG 3: а – блок 1; б – блок 2; в – блок 3; г – блок 4**

В настоящей работе предпринимается попытка методической отработки аналогичных задач на примере Камашы, пострадавшего от землетрясений, с последующим использованием методического подхода для более крупных населенных мест. В результате была составлена карта (рис. 3) с точной геолокацией расположения школ и детских садов, классифицированных по уязвимости и по степени повреждаемости с использованием методических подходов EMS-98. Такая карта необходима для прогнозирования сейсмических рисков и возможного ущерба от вероятных землетрясений



**Рис. 3. Карта расположения школ и детских садов, классифицированных по уязвимости (а) и в по степени повреждаемости (б) в соответствии с EMS-98**

В четвертой главе «Разработка предложений по совершенствованию национальной шкалы, организационно-методологических подходов к управлению сейсмическим риском и ущербом от вероятных землетрясений» проведено аналитическое сравнение и обобщение основных источников для оценки сейсмической интенсивности, принятые в шкалах MSK-64, EMS-98, ШСИ-17, ГОСТ 34511-2018 и РСТ Уз 836-97. В результате пришли к выводу о целесообразности преимущественного использования формулировок, применённых в EMS-98 для оценки интенсивности

землетрясений в баллах по ощущениям, повреждениям, разрушениям зданий, и другим.

Особую заинтересованность вызывает использование классификации уязвимости для оценки поведения зданий существующей застройки при вероятном землетрясении. Как показали анализ, обработка и оценка классов уязвимости по данным материалов анализа последствий Камашинских землетрясений с использованием методических подходов шкалы EMS-98, она требует введения в таблицу 1 еще одного класса уязвимости «-А». Это обусловлено тем, что существующий класс уязвимости «А» был классифицирован как недостаточный для охвата зданий из глиняных материалов (Adobe), применяемых в нашей стране, так как он по EMS-98 недостаточен, чтобы описать их уязвимость.

Проведенные исследования позволили сформулировать научно обоснованные положения по переводу национальной макросейсмической шкалы с 6 - 10 бальной в 12-ти балльную, по использованию адаптированных методических положений EMS-98, позволяющих оперативно и достоверно устанавливать классы сейсмоуязвимости, степень повреждения зданий. Обновление шкалы позволяет обеспечить эффективную интеграцию в международную систему оценки территориальной сейсмоопасности, прогнозного анализа рисков, снижения потенциального ущерба, наносимого землетрясениями.

На рисунке 5 показана организационно-методологическая схема управления сейсмическим риском и снижением ущерба от вероятных землетрясений на единой электронной платформе базы данных ГИС.



**Рис. 6 Организационно-методологическая схема управления**

## **сейсмическим риском и снижением ущерба от вероятных землетрясений на платформе ГИС**

Управление заключается в эффективной реализации мероприятий по снижению риска на основе комплексных исследований последствий произошедших землетрясений, наблюдений и документирования сейсмических процессов, информации о влиянии землетрясения на людей и искусственную среду их обитания, технических исходных данных электронной паспортизации зданий и сооружений.

## Заключение

1. С целью создания основы для разработки единой системы прогнозного анализа рисков, обеспечивающей эффективную интеграцию в международную систему оценки сейсмической опасности, настоящее исследование посвящено разработке научно обоснованных методических подходов к оценке степени повреждения, сейсмической уязвимости зданий существующей застройки с использованием современных европейских аналитических программ, методик и стандартов.

2. Анализ положений 6 - 10 бальной национальной шкалы определения интенсивности землетрясения РСТ Уз 836-97 показывает, что они не соответствуют методическим подходам большинства международных макросейсмических двенадцати балльных шкал. Для обновления и развития национальной шкалы, а также её гармонизации с международными подходами в этой области, в качестве базовой основы принята наиболее признанная и применяемая во многих странах мира двенадцати бальная макросейсмическая европейская шкала EMS-98.

3. Для формирования методологической основы и исходных данных для адаптирования и оценки технического состояния существующих зданий по методическим положениям EMS-98, были изучены и проанализированы материалы по результатам анализа последствий сейсмических воздействий, методов усиления и восстановления на примере социальных объектов, пострадавших от Камашинского землетрясения 2000, 2001 и 2004 годов в Кашкадаринской области.

4. Для оценки степени повреждения, сейсмической уязвимости и в целом сейсмостойкости зданий в рамках программы EDAC, при участии автора настоящей работы, специально для объектов Камашинского района была разработана расчетная программа VLM. Использование программы VLM позволило получить полную характеристику работы зданий, их отдельных конструкций и узлов с трехмерным цветоспектральным представлением наиболее уязвимых и проблемных областей, при сценарном землетрясении.

Установлено, что принятые при проектировании технические решения антисейсмических мероприятий при усилении и восстановлении зданий характеризуется завышенным уровнем сейсмостойкости. Применение программы VLM позволяет оптимизировать применяемые антисейсмические мероприятия, обеспечить экономически целесообразный уровень сейсмотехнической безопасности зданий и экономию материальных и трудовых ресурсов.

5. Обоснована возможность использования методических положений по определению классов уязвимости и классификации повреждений зданий, принятых в EMS-98, для оценки интенсивности сейсмических воздействия по результатам их апробации на основе анализа, расчётной обработки материалов обследования школьных зданий, пострадавших от Камашинского землетрясения. В результате сформулированы методические подходы по развитию и переработке национальной шкалы и её гармонизации с международной практикой.

6. В опытным порядке рассмотрена существующая застройка Камашинского района

при воздействии сценарного землетрясения с определением повреждаемости и уязвимости зданий по методическим подходам шкалы EMS-98. Результаты исследований могут быть использованы для оценки сейсмического риска и ущерба от землетрясений, а также создания единой электронной платформы ГИС с технической электронной паспортизацией зданий и для других регионов страны.

7. Результаты исследований по оптимизации антисейсмических мероприятий, позволяющие обеспечить экономически целесообразный уровень сейсмобезопасности зданий и экономию цемента до 15%, а стали 9-12%, использованы АО «ToshuyjoyLITI» при разработке проекта градостроительных норм ШНК 2.01.22-21 «Восстановление и антисейсмическое усиление зданий и сооружений существующей застройки», которые переданы в Минстрое РУз для утверждения.

Предложения по использованию адаптированных методических положений EMS-98 по оценке сейсмической уязвимости и повреждаемости зданий, а также по совершенствованию и развитию национальной шкалы приняты АО «ToshuyjoyLITI» и Минстроем РУз для использования при переработке РСТ Уз 836-97.

Организационно-методологическая схема управления сейсмическим риском и снижением ущерба от вероятных землетрясений на платформе ГИС приняты МЧС и его Академией, для использования в своей деятельности.





**SCIENTIFIC COUNCIL DSc. 26/30.12.2019.T.11.01 AT TASHKENT  
INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING ON  
GRADUATION OF DOCTOR OF SCIENCE**

---

**TURIN POLYTECHNIC UNIVERSITY IN TASHKENT  
TASHKENT INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CIVIL  
ENGINEERING**

**TULAGANOV BAKHROM ABDUKABILOVICH**

**ASSESSMENT OF SEISMIC VULNERABILITY AND DAMAGE OF  
BUILDINGS USING THE METHODOLOGICAL APPROACHES OF THE  
EUROPEAN MACROSEISMIC SCALE**

**05.09.05- Building construction. Buildings and Structures**

**ABSTRACT  
of the doctoral (PhD) dissertation on technical sciences**

**Tashkent -2022**

The theme of doctor of philosophy dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan № B2019.3.PhD/T1363.

The dissertation was conducted at the Turin polytechnic university in Tashkent and Tashkent institute of architecture and civil engineering

The abstract of the dissertation is in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) it is web pages at ([www.taqi.uz](http://www.taqi.uz)) and information and educational portal "Ziyonet" ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific advisor:**

**Khojaev Saidaglam Agloevich**  
Doctor of technical sciences, Professor

**Official opponents:**

**Askarov Baxtier Askarovich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Ibragimov Bakhrom Toshmuratovich**  
Doctor of technical Sciences, docent

**Leading organization:**

**"UZOGIRSANOATLOYIHA" OAJ**

The defense of the dissertation will take place on "03" February 2022 at 10<sup>00</sup> at the Scientific Council numbered DSC.27.06.2019.T.11.01 meeting at Tashkent institute of architecture and civil engineering, as the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (+99871) 241-10-84, Fax: (+99871) 241-80-00, e-mail: [devon@taqi.uz](mailto:devon@taqi.uz), [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

The dissertation is registered in Information-Resource Center at Tashkent Institute of Architecture and Construction (registration number № 72). The text of the dissertation is available at the Information Research Center at the following address: 100084, Tashkent, Kichik Xalqa yuli Street, 7. Phone: (+99871) 235-43-40, Fax: (+99871) 234-15-11, e-mail: [taqi\\_atm@edu.uz](mailto:taqi_atm@edu.uz).

The abstract of the dissertation was circulated on 28.01.2022 year  
(mailing report № 9 on 28.01.2022 year)



**Kh.A. Akramov**  
Chairman of the Scientific Council for the award the degree of  
Doctor of Science, Doctor of technical Sciences, Professor

**A.T. Khotamov**  
Scientific Secretary of the Scientific Council for the award of  
doctoral degrees, Doctor of technical Sciences, associate professor

**B.A. Askarov**  
Chairman of scientific seminar at the attachment of the Scientific  
Council for the award the degree of Doctor of technical Science, Doctor  
of technical Science, Professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the study** is to study methods for assessing seismic vulnerability and the degree of damage to buildings and develop proposals for updating the national macroseismic scale using the EMS-98 methodological approaches, as well as organizational and methodological approaches to seismic risk management and reducing damage from probable earthquakes.

**The object of the study** is the seismic safety of existing buildings, methods for assessing the degree of damage and classes of seismic vulnerability of buildings and structures, and reducing damage from probable earthquakes.

**The scientific novelty** of the dissertation research is as follows:

the results of assessing the degree of damage and seismic vulnerability of structural elements of buildings of various structural systems and materials affected by the Kamashi earthquake using the EMS-98 methodological approaches;

it is substantiated that the technical solutions of antiseismic measures adopted during the design during the strengthening and restoration of buildings are characterized by overestimated economically inexpedient levels of seismic resistance, which led to an unjustified overconsumption of cement and steel;

the results of computational analysis using the BLM program, which made it possible to evaluate the operation of buildings, their structures and assemblies at different levels of seismic load with a three-dimensional color-spectral representation of the most vulnerable areas, to optimize technical solutions for anti-seismic reinforcement of structures;

formulated scientifically grounded proposals for updating and developing the national macroseismic scale using EMS-98 methodological approaches to establish vulnerability classes and the degree of damage to buildings and structures;

maps of the existing development were compiled, taking into account the structural types of buildings with possible classes of their vulnerability and the degree of damage during a scenario earthquake.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained on the assessment of seismic vulnerability and damageability of buildings using the methodological approaches of the European macroseismic scale:

proposals for updating and harmonizing the national macroseismic scale with international ones and transferring it from 6-10 points to 12 points, as well as provisions for its improvement and development using methodological approaches to establish vulnerability classes and the degree of damage to buildings and structures according to EMS-98 were adopted by JSC "ToshuyjoyLITI" (certificate of JSC "ToshuyjoyLITI" No. HH / 01-843 dated November 29, 2021, certificate of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekistan No. 03-06 / 13834 dated December 6, 2021);

requirements for one-story buildings with walls made of broken clay (pakhsa), raw brick, raw dried clay of the "gualyak" type without a frame (clauses 5.19 and 5.20); data on the degree of damage to brick buildings (clause 7.1.16 and table 7.2 "Parameters and degree of damage to brick buildings"); data on residential buildings made of local low-strength materials (without anti-seismic measures), one-story

frameless clay walls of the “gualyak” and “pakhsa” type, 1-2-storey frameless brick walls with wooden floors, as well as prefabricated reinforced concrete floors (Appendix B “ Classification of structural types of buildings according to the degree of their vulnerability and damage to earthquakes ”), the results of optimization of antiseismic measures, providing an economically feasible level of seismic safety and saving cement up to 15%, and steel 9-12%, were used by JSC" ToshuyjoyLITI "in the development of the SHNK 2.01.22 project -21 "Restoration and antiseismic strengthening of buildings and structures of the existing development" (certificate of JSC "ToshuyjoyLITI" No. HH / 01-839 dated November 26, 2021, certificate of the Ministry of Construction of the Republic of Uzbekistan No. 03-06 / 13834 dated December 6, 2021);

The organizational and methodological scheme for managing seismic risk and mitigating damage from probable earthquakes on the GIS platform was adopted by the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan for use in its activities to ensure the readiness of local authorities and rescue services to promptly eliminate the consequences of earthquakes (certificate of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan No. 2/4 / 32-3036 of October 10, 2021), the research results were also introduced into the educational process of the Academy of the Ministry of Emergencies of the Republic of Uzbekistan (act of implementation of the Academy of the Ministry of Emergencies of the Republic of Uzbekistan No. 36 / 3-2549 of December 4, 2021).

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusion, references and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.



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

**I бўлим (I часть, I part)**

1. Тулаганов А.А., Шроедер Х., Ахмедов М., Тулаганов Б. Особенности и перспективы применения глиносодержащих композиций в строительстве. Журнал “Архитектура Қурилиш Дизайн “, №1 2014 год, ТАСИ, 18-23 с. (05.00.00 №4).

2. Tulaganov A.A., Akramov E.M., Mukhitdinov A.A., Nizamov T.A., Tulaganov B.A. Binder production in the Republic of Uzbekistan: Present and future. ZKG International. Zeitschrift. № 1-2, 2016. с. 28-33. (2. Web of Science 2016 IF:0.125).

3. Тулаганов А.А., Вахитов М.М., Тожиев И.И., Тулаганов Б.А., Отакулов Б.А. Зилзилабардошликни оширишда қурилиш технологиясининг аҳамияти. ФарПИ Илмий техник журнали, ТЖ НТЖ ФерПИ ( STJ FerPI), 2019, №4 (№.4). 76-83 б. (05.00.00 №20).

4. Тулаганов А.А., Тулаганов Б., Вохитов М.М., Акромов Х.А. Бино ва иншоотлар зилзилабардошлигини оширишда замонавий деворпоб материалларнинг ўрни. Ўзбекистон архитектураси ва қурилиши. Журнал. №4, 2019. 28-33 б. (05.00.00 №29).

5. Вахитов М.М., Тулаганов Б.А. Реконструкция қилинадиган бино ва иншоатлар зилзилабардошлик бўйича кучайтириш ечимлари //Архитектура. Строительство. Дизайн. – 2019. -№3.- 142-149 б. (05.00.00 №4).

6. Ходжаев С.А., Хакимов Ш.А., Ходжаев С.А., Тулаганов Б.А. Современные конструктивные системы жилищно-гражданских зданий, проблемы их сейсмической безопасности и энергоэффективности //Архитектура. Строительство. Дизайн. – 2020. -№1. - 175-179 б. (05.00.00 №4).

**II бўлим (II часть, II part)**

7. Schwarz, J., Kaufmann, Ch., Langhammer, T., Swain, T.M., Khakimov, Sh., Tulaganov, B.: Evaluation and strengthening of public buildings after the Kamashi (Uzbekistan) earthquakes in 2000 and 2001. Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering (WCEE), Vancouver/Canada 2004. Paper No. 222.

8. Abduraschidow K.S., Tulaganow A.A., Pirmanov K., Abduraschidova U., Tulaganov B., Earthen building constructions in earthquake-prone regions of Central Asia -an evaluation and strategies for reducing their earthquake vulnerability, Lehm 2004, 250.

9. Tulaganov A. A., Kamilov H., Kasimova S., Tulaganov B. Housing construction with use of clay materials. First International Conference “Living in Earthen Cities – Kerpic 05 6-7. July 2005, ITU – Istanbul – Turkey. pp. 142-149.

10. Тулаганов А.А., Тулаганов Б.А., Камилов Ш.Х. К вопросу создания инъекционных растворов для реставрации исторических зданий и сооружений.

«Инновацион ғоя, технология ва лойиҳаларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш муаммолари» мавзусидаги II Республика конференцияси. Илмий ишлар тўплами 14-15 май, 2010 йил. с. 203-205.

11. Абдурашидова У., Алиев А., Тулаганов Б., Ходжаев Н. Вяжущие с использованием кремнезем содержащего сырья. Архитектура-курилиш фани ва давр, Тошкент, ТАҚИ, 2010 с. 74-75.

12. Тўлаганов А.А., Вахитов М.М., Фишер Х.Б., Ходжаев С.А., Тўлаганов Б.А. Зилзилабардошлик ва қурилиш материаллари.-Ташкент: Muharrir nashriyoti, 2017.-196 б.

13. Tulaganov B., Khodjaev A.A., Methods for the assessment of the seismic vulnerability of the building stock project, International Seminar of “NIT, Gifu College” and Partner Universities– Environmental Sustainability, Disaster Prevention and Reduction, and Engineering Education – Gifu, Japan, 2018, 13 pages.

14. B.A. Tulaganov, S.A. Khodzhaev, J. Schwarz, L. Abrahamczyk, Assessment of seismic vulnerability of buildings and structures by using European standards. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, Vol.12 No.7(2021), p.323-330.

Авореферат «Архитектура. Курилиш. Дизайн» илмий-амалий журнал  
Тахририятидан ўтказилди ва матнларнинг мослиги текширилди.  
(13.01.2022 й)