

**МИНЕРАЛ РЕСУРСЛАР ИНСТИТУТИ, ГЕОЛОГИЯ ВА ГЕОФИЗИКА
ИНСТИТУТИ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ ВА ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОЛОГИЯСИ
ИНСТИТУТИ, СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ, ЎЗБЕКИСТОН
МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ВА ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.GM.40.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДА БИР
МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

МИРЗАЕВ МУРОДЖОН АБДУРАХИМДЖАНОВИЧ

**ШАРҚИЙ ЎЗБЕКИСТОННИНГ СЕЙСМИК ХАВФИНИ МИҚДОРИЙ
БАҲОЛАШ**

04.00.06 – Геофизика. Фойдали қазилмаларини қидиришнинг геофизик усуллари

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент-2019

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Мирзаев Муроджон Абдурахимджанович

Шарқий Ўзбекистоннинг сейсмик хавфини миқдорий баҳолаш.....3

Мирзаев Муроджон Абдурахимджанович

Количественные оценки сейсмической опасности Восточного Узбекистана.....19

Mirzaev Murodjon Abdurahimdjanoich

Quantitative value of seismic hazard of East Uzbekistan.....37

Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....40

**МИНЕРАЛ РЕСУРСЛАР ИНСТИТУТИ, ГЕОЛОГИЯ ВА ГЕОФИЗИКА
ИНСТИТУТИ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ ВА ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОЛОГИЯСИ
ИНСТИТУТИ, СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ, ЎЗБЕКИСТОН
МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ВА ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.GM.40.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДА БИР
МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

МИРЗАЕВ МУРОДЖОН АБДУРАХИМДЖАНОВИЧ

**ШАРҚИЙ ЎЗБЕКИСТОННИНГ СЕЙСМИК ХАВФИНИ МИҚДОРИЙ
БАҲОЛАШ**

04.00.06 – Геофизика. Фойдали қазилмаларини қидиришнинг геофизик усуллари

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент-2019

Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.1.PhD/FM321 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Сейсмология институтида бажарилган
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз тилларида резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.gpniimr.uz) ва «Ziyonet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Артиков Турдали Усманиевич физика-математика фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Максудов Собит Хамидович физика-математика фанлари доктори Нуртаев Бахтиер Сайфуллаевич физика-математика фанлари номзоди
Етакчи ташкилот:	Нефть ва газ конлари геологияси ҳамда қидируви институти

Диссертация ҳимояси Минерал ресурслар институти, Геология ва геофизика институти, Гидрогеология ва инженерлик геологияси институти, Сейсмология институти, Ўзбекистон Миллий университети ва Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc 27.06.2017.GM.40.01 рақамли Илмий кенгаш асосида Бир марталик Илмий кенгашининг 2019 йил «28» ноябр соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100060, Тошкент шаҳар, Т. Шевченко кўчаси, 11а-уй. Тел.: (99871) 256-13-49, факс: (99871) 140-08-12, e-mail: info@gpniimr.uz, gpniimr@exat.uz).

Диссертация билан Минерал ресурслар институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (____ рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100060, Тошкент шаҳар, Т. Шевченко кўчаси, 11а-уй. Тел.: (99871) 256-13-49).

Диссертация автореферати 2019 йил «15» ноябр да тарқатилди.
(2019 йил «15» ноябр даги 29 рақамли реестр баённомаси



Р.Ахунджанов
Илмий даражалар берувчи
бир марталик Илмий кенгаш раиси, г.-м.ф.д.
Қ.Р.Мингбоев
Илмий даражалар берувчи
бир марталик Илмий кенгаш
илмий котиби, г.-м.ф.н.
К.Н.Абдуллабеков
Илмий даражалар берувчи
бир марталик Илмий кенгаш қошидаги
бир марталик илмий семинар раиси,
ф.-м.ф.д., академик

КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё миқёсида зилзила ўзининг инсон қурбонлари сони, табиатга келтирадиган талофатлари ва салбий оқибатлари билан табиий офатлар ичида ахамияти бўйича биринчи ҳисобланади. Сейсмоактив ҳудудларда жойлашган мамлакатларда сейсмик ҳавфни эҳтимолий баҳолаш услубиятини такомиллаштириш ва амалиётга тадбиқ этиш давлатнинг барқарор ижтимоий-иқтисодий ривожланишининг муҳим омилидир. Шундан келиб чиққан ҳолда сейсмик ҳавфни баҳолаш ва башоратлашни такомиллаштириш бўйича тадқиқотларни ўтказиш муҳим ахамиятга эга.

Хозирги вақтда дунёда сейсмик ҳавфни турли ўлчовдаги миқдорий баҳолашнинг назарий ва услубий асосларини яратишга йўналтирилган тадқиқотлар олиб борилмоқда (умумий сейсмик районлаштириш, батафсил сейсмик районлаштириш, сейсмик микрорайонлаштириш). Жумладан, АҚШ, Япония, Хитой, Россия каби давлатларда сейсмик ҳавфнинг эҳтимоллик асосида баҳолашнинг услубиятини такомиллаштириш бўйича илмий тадқиқотларга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Зилзилалар таъсирида вужудга келиши мумкин бўлган фавқулодда ҳолатларни янада самарали ва тезкор аниқлаш усуллари ишлаб чиқиш ўта муҳим ҳисобланади.

Мамлакатимизда аҳоли, саноат ва маъмурий объектларнинг сейсмик ҳавфсизлигини таъминлаш бўйича муайян ишлар олиб борилмоқда. Жумладан, бўлиб ўтган зилзилалар ва турли геофизик майдонларда кечадиган жараёнлар ҳақида тўлиқ маълумот бериш имконини берадиган сейсмик кузатув тармоғи ва сейсмик башорат тизими тубдан янгиланди. Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг ҳаракатлар стратегиясида қуйидаги муҳим «Фавқулодда вазиятларни олдини олиш ва бартараф этиш тизимини такомиллаштириш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, сейсмик фаол ҳудудларнинг сейсмик ҳавфини баҳолашнинг самарали тизимини яратиш ва сейсмик районлаштириш хариталарини тузиш муҳим ҳисобланади.

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

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси» ги ПФ-4947-сон фармони

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республиканинг фан ва технологиялари ривожлантиришнинг (VIII. «Ер ҳақидаги фанлар» геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёни қайта ишлаш) устувор йўналишларига мувофиқ равишда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Сейсмик хавф муаммолари ҳал қилишга қаратилган илмий тадқиқот, ўтган асрнинг 60 йилларида жадал ривожланди. Сейсмик хавфни баҳолашнинг асосан икки усули яратилган. Биринчиси, детерминистик усул, Ю.В.Ризниченко ва унинг шогирдлари томонидан ривожлантирилди. Иккинчиси, сейсмик хавфни эҳтимоллик асосида баҳолаш, С. Корнелнинг илмий изланишлари асосида яратилди. Иккала усулнинг натижасида зилзила ўчоғида кечадиган жараёнларни, яқин ва узоқдаги сейсмофаол ҳудудлар таъсирини ҳисобга олиб жуда муҳим натижалар олинган. Шу билан бирга, сейсмик жараённинг баҳолашда фойдаланилган параметрлар хатолигини тасодифий ўзгариши, ўта муҳим объектларнинг сейсмик хавфини аниқлашда детерменистик усулнинг камчиликлари яққол кўзга ташланди. Иккала усул ҳам Ўзбекистонда жадал ривожланган. В.И.Уломов, Т.У.Артиков, К.Н.Абдуллабеков, Р.Н.Ибрагимов, У.О.Нурматов, С.С.Сейдузова, И.Б.Яковлева, Л.М.Плотникова, Л.М.Матасова ва бошқа сейсмологлар детерменистик ва детерменистик-эҳтимолӣ усулни ривожлантиришган ва муҳим натижаларга эришишган. Ўзбекистоннинг баъзи ҳудудлари учун сейсмик хавфни эҳтимолӣ усулда баҳолаш билан Ю.К.Чернов, Т.У.Артиков, Р.С.Ибрагимов, Т.Л.Ибрагимова ва бошқалар шуғулланишган.

Сейсмология соҳасида ва сейсмик хавфни баҳолаш учун долзарб алгоритмларни яратиш, аҳоли ва саноат қурилишини ортиши муҳим объектлар гидротехник иншоотларни лойиҳалаш, индустриал ва меҳнат ресурсларидан оқилона фойдаланиш каби омиллар тўхтовсиз мукаммаллаштиришни талаб қилади.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Сейсмология институти илмий тадқиқот ишлари режасининг Ф8-ФА-0-13038 «Сейсמודинамик районлаштириш назариясининг ривожлантириш мақсадида турли сейсмотектоник шароитларида сейсмик жараён кечишининг фундаментал қонунларини аниқлаш» (2012 – 2016 й.), А14-ФА-0-12949 «Шаҳар, шаҳар кўринишидаги аҳоли яшаш жойлари ва йирик ишлаб чиқариш корхоналарнинг ҳудудларини сейсмомикрорайонлаштиришнинг тежамкор замонавий технологиясини яратиш» (2012 – 2014 й.), ФА-Ф8-007 «Сейсмикликнинг мураккаб структураси ва Ўзбекистон ҳудудининг сейсмик хавфини мукаммал баҳолашга асос бўладиган сейсмик жараёнлар динамикасининг янги қонунларини аниқлаш» (2017 – 2020 й.), ФА-А14-Т042 «Республика муҳим иқтисодиёт объектлари сеймик хавфни мукаммал баҳолаш учун турли

масштабдаги сейсмик районлаштириш усуллари яратиш» (2015 – 2017 й.) каби фундаментал ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмик ҳавфини миқдорий баҳолашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари қуйидагилардан иборат:
сейсмик ҳавфни баҳолайдиган ахборот-таҳлил тизимини яратиш;
сейсмик ҳавфни баҳолашда фойдаланилган параметрлар ноаниқлигини турли таъсирини баҳолаш;

Шарқий Ўзбекистон ҳудуди учун янги сейсмик манбааларни яратиш ва уларни сейсмологик параметрлаш;

сейсмик ҳавфни баҳолашнинг такомиллаштирилган усулини яратиш;

Шарқий Ўзбекистоннинг сейсмик ҳавфини миқдорий баҳолаш ва янги сейсмик районлаштириш ҳариталарини тузиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмиклиги танланган.

Тадқиқотнинг предмети Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмик режим параметрларининг ўзгариши ва кучли zilzilалардан сейсмик таъсирнинг намоён бўлишини макросейсмик балларда ва грунт силкинишининг тезланишларида баҳолаш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида тасодифий миқдорларнинг статистик таҳлили усули, вақт қаторларининг таҳлили ва замонавий ГИС технологияси асосида сейсмикликнинг макон бўйича ўзгаришини таҳлил қилиш усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

илк бор турли сейсмик манбаалар асосида Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмик ҳавфи миқдорий аниқланган;

илк бор Шарқий Ўзбекистон ҳудуди сейсмик ҳавфини аниқлаш учун бошланғич параметрларининг ноаниқлик омиллари баҳоланган;

бошланғич параметрлар ноаниқлик омиллари асосида Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмик ҳавфи миқдорий баҳоланган;

Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг янги сейсмик районлаштириш ҳариталари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

сейсмик ҳавфнинг миқдорий баҳоси сейсмик жараён ва сейсмик таъсирнинг минтақавий қонуният асосида аниқлаштирилган;

Шарқий Ўзбекистоннинг макросейсмик балларда ва грунт тебранишининг максимал тезланишларидаги эхтимолликлар асосида янги сейсмик районлаштириш ҳариталар мажмуаси тузилган;

бўлиб ўтган zilzilаларнинг ўз вақтида координатасини аниқлаш ва Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмик ҳавфини баҳолашга қаратилган вазифаларни бажаришда фойдаланилган турли zilzilалар учун масофа бўйича сейсмик таъсирини сўниши қонуниятини қўллаган ҳолда сейсмометрик кузатув тизими такомиллаштирилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги илмий тадқиқот давомида олинган натижалар сейсмиклигини таҳлил этишда статистик усуллари

тадбиқ этиш, ҳудуднинг геологик ва сейсмотектоник тузилиши билан натижаларни таққослаш орқали таъминланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти республиканинг сейсмофаол ҳудудларида қурилиш учун бугунги кунда асосий меъёрий ҳужжат бўлган Ўзбекистон ҳудудининг умумий сейсмик районлаштириш ҳаритасининг (УСР-2017) бўлаги ҳисобланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг шаҳар ва аҳоли яшаш пунктларининг сейсмик микрорайонлаштиришда миқдорий баҳолашда фойдаланилган шунингдек республика иқтисодиётининг муҳим объектларида кенг жорий этилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий этилиши. Шарқий Ўзбекистоннинг сейсмик хавфини миқдорий баҳолаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

сейсмик жараён ва сейсмик таъсирнинг аниқланган минтақавий қонуниятлари Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги фаолиятига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2019 йил 4 октябрдаги №2/4/24-2600-сон маълумотномаси). Натижада Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг миқдорий сейсмик хавфини аниқлаштириш имконини берган;

Шарқий Ўзбекистоннинг макросейсмик балларда ва грунт тебранишининг максимал тезланишларидаги янги сейсмик районлаштириш ҳариталар мажмуаси Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги фаолиятига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2019 йил 4 октябрдаги №2/4/24-2600-сон маълумотномаси). Натижада Шарқий Ўзбекистон ҳудудини макросейсмик балларда ва грунтнинг тебраниш тезланишларида баҳолаш имконини берган;

зилзилалар учун сейсмик таъсирининг масофа бўйича сўниши қонуниятлари Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги фаолиятига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2019 йил 4 октябрдаги №2/4/24-2600-сон маълумотномаси). Натижада бўлиб ўтган зилзила координатасини аниқлашга ва Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмик хавфини баҳолаш муаммоларини ечишга хизмат қилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 7 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг нашр қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 24 та илмий мақола чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясини диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола, жумладан 6 таси Республика ва 1 таси хорижий журналларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўрт боб, ҳулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига боғлиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижалар илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётда қўлланилиши, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши келтирилган.

Диссертациянинг «**Сейсмик ҳавфни баҳолашнинг ахборот таҳлил тизими**» деб номланган биринчи бобида ахборот таҳлил тизимлари бўйича ҳорижий ва маҳаллий адабиётлар таҳлили келтирилган. Ҳар бир ахборот тизими ҳар бир объект учун алоҳида тузилади ва ўзида сақлаш, узатиш, ахборотларни таҳлил қилиш каби тизимни ўз ичига олади. Тадқиқот давомида яратилган ахборот таҳлил тизими – илмий тадқиқотларни автоматлаштирилган тизим сирасига кириб, қуйидаги вазифаларни бажаради:

жарёнларни бошқариш ва олиб борилган тадқиқот ишларини натижасини қайта ишлаш;

қийин сейсмик жараёнларни моделлаштириш;

натижалар олиш ва қайта ишлаш;

ҳисоботлар тайёрлаш ва уларни таҳлил этиш;

маълумотлар базасини яратиш ва мунтазам тўлдириб бориш;

ахборот таҳлил натижаларни сода ва тушунарли тилда тайёрлаш.

Қўйилган алоҳида вазифага қараб келтирилган вазифалар ўзгариши мумкин ва тизим қуйидаги бўлимларга эга (1-расм).

Ахборот-таҳлил тизими Ўзбекистон Республикасининг сейсмафаол ҳудудларининг сейсмик ҳавфини баҳолашда ва сейсмик районлаштириш масалаларини ечишга мўлжалланган сейсмологик ва сейсмотектоник ва бошқа маълумотларни ўзида жамлаган маълумотлар базасига эга.

Диссертациянинг «**Шарқий Ўзбекистон сейсмик режимининг асосий параметрлари**» деб номланган иккинчи бобида сейсмик режимнинг асосий параметрлари таҳлил қилинган. Яратилган ахборот таҳлил тизими ёрдамида сейсмик режимнинг асосий параметрлари – сейсмик фаоллик, сейсмик синиқлик ва сейсмик потенциал (M_{\max}) таҳлил қилинди. Доимий аниқлик ва доимий синчковлик усуллари билан таҳлил қилинган фаоллик хариталари экспериментал маълумотлар кўплиги учун ўзаро мос келади.

Сейсмик фаолликнинг (A_{10}) майдон бўйича тарқалиши бир текис эмас. Шу билан бирга, бу хариталар зилзилаларнинг башорат қилиш имконини бермайди, чунки юқори қийматли ҳудудлар бўлиб ўтган зилзилалар натижасидир. Доимий аниқлик усули ёрдамида олинган сейсмик фаоллик харитаси доимий синчковлик усули билан олинган харитадан қиймати юқорироқ.



1-расм. Сейсмик хавф бўйича ахборот таҳлил тизими

Шарқий Ўзбекистонда Фарғона водийси сейсмик фаоллиги $A_{10}=0,3$ тенг, шунингдек Андижон шаҳрининг шимолий-ғарбий ҳудуди $A_{10}=0,5$ тенг. Бу ҳудуд Шарқий-Фарғона ер ёриғига хос келади. Доимий синчковлик йиғинди усулидаги сейсмик фаоллик қийматлари бошқа хариталарга қараганда бир мунча текис тарқалган. Шу билан бирга Шарқий Ўзбекистонда жойлашган сейсмотектоник ҳудудлар ўз аксини топган.

Шимолий Фарғона ва Жанубий Фарғона ер ёриқлари $A_{10}=0,2$ қиймати билан яққол кўзга ташланади. Тошкент олди ҳудуди $A_{10}=0,1$ қиймати билан, Назарбек зилзила ўчоғи $A_{10}=0,2$ қиймати билан ўз аксини топган. 1984 йил $M=5,6$ бўлган Поп зилзиласи ўчоғи, 1992 йил $M=5,9$ бўлган Исбоскан зилзиласи ўчоғи ҳудудилари юқори қийматлар билан кўринади.

Жанубий Фарғона сейсмик фаол ҳудуд бўлиб, 1977 йилдаги $M=6,4$ Исфара-Баткент зилзиласи, 1982 йилда бўлиб ўтган $M=5,6$ Чимион зилзиласи ва уларнинг афторшоклари ўз аксини топмаган. Бу ҳудудиларнинг сейсмик фаоллик қиймати ҳудуд бўйича узоқ вақт ўзгармас ўртача вақт қийматда бўлмоқда. Тошкент олди ҳудуди 1966 йилги $M=5,2$ Назарбек зилзила ўчоғи ўрни сейсмик фаолликнинг барча хариталарида яққол кўзга ташланади.

Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмик синиклик харитаси келтирилган бўлиб, майдон бўйича ўзгармас эканлиги аниқланди. Сейсмик синикликликни меъёрдан ортиқ қийматидаги орогендан платформага ўтиш жойларида кузатилди, платформа ҳудудларида сейсмик хавфни ҳисоблашда одатий бўлган қиймати 0,45-0,55 орасида эканлиги намоён бўлди. Сейсмик фаоллик юқори бўлган синиклик қиймати паст эканлиги исботланди.

Ўрганилаётган ҳудудда бўлиши мумкин бўлган зилзила қийматини ҳисоблаш бошқа параметрларга қараганда қийин ва мунозаралидир. M_{\max}

қийматини ҳисоблаш ва хариталаш 2 босқичда амалга оширилди. Биринчи босқичда узоқ сейсмиклиги ёрдамида M_{\max} нинг сейсмологик хариталари тузилди. Иккинчи босқичда сейсмологик ва геолого-тектоник параметрлар бўйича M_{\max} нинг комплекс харитаси яратилди ва бу сейсмик силкиниш хариталарига асос бўлиб хизмат қилди. M_{\max} максимал қиймати Андижон шаҳри атрофида ($M_{\max}=7,5$) кузатилди, Тошкент шаҳри $M_{\max}=6,5$ ҳудудда жойлашган, Фарғона водийси M_{\max} қиймати ($M_{\max}=5-6$) нисбатан паст, унинг тоғли ҳудуди эса ($M_{\max}=7$) юқори қийматга эга.

Диссертациянинг «**Шарқий Ўзбекистон мисолида замонавий сейсмик районлаштириш хариталари**» аниқлигини баҳолаш» бобида сейсмик ҳавфни баҳолашда фойдаланилган параметрлар ноаниқлигини таҳлили натижалари келтирилган.

Сейсмофаол ҳудудларнинг сейсмик ҳавфи маълум вақт давомида бўлиб зилзилалар намоён бўлишининг интеграл эффекти сейсмик ҳавфни сейсмик фаоллик (A_{10}), сейсмик синиқлик (γ), сейсмик потенциал (M_{\max}) каби сейсмик режимнинг микдорий характеристикалари орқали баҳолаш учун сейсмик ҳодисалар оқими бир томондан сейсмик ва сейсмотектоник маълумотлар тўлиқ эмаслиги бошқа тарафдан сейсмик жараёнлар моделининг мукаммал эмаслиги таҳлил қилинди. Зилзила ўчоғи чуқурлиги, зилзила ўчоғининг ҳаракат тури, муайян ҳудуд зилзила интенсивлигини масофа бўйича сўниш ўзига хос хусусиятлари каби сейсмик таъсир ноаниқликлари билан боғлиқ ва бошқа турли омиллар сезиларли даражада ўзгариши мумкин.

Сейсмик районлаштириш хариталар ишончлилиги фойдаланилган параметрлар орқали аниқланади. Сейсмик ҳавфни баҳолашда фойдаланиладиган ҳар бир параметр ноаниқлик хиссаси саволига жавоб сифатида, сейсмик районлаштириш хариталарининг ишончлилиқ даражасини аниқлаб бериши, ҳамда энг хавфли кечиши мумкин бўлган сейсмик жараён вақтидаги сейсмик ҳавф баҳосини олиш имконияти ўта муҳим объектларни сейсмик ҳавфни баҳолашда катта аҳамиятга эга деб ҳисоблаймиз. Сейсмик ҳавфини ҳар бир фактор таъсирини баҳолаш учун Шарқий Ўзбекистон ҳудуди танланди. Жанубий, айниқса Ғарбий Ўзбекистон ҳудудида маълумотлардаги юқори хатолик ўз навбатида сейсмик ҳавфни ҳар томонлама баҳолаш имконини бермайди. Асосий тажриба сифатида келтирилган сейсмик интенсивликнинг 50 йил давомида $P=0,95$ ва $P=0,90$ эҳтимоллик билан макросейсмик баллардаги иккита сейсмик районлаштириш харитаси танланди. Асосий хариталар учун қуйидагилар асос қилиб олинди:

Шарқий Ўзбекистон зилзилалар манбааси сифатида сейсмоген ҳудудлар олинди;

бу ҳудуд сейсмик потенциали сейсмотектоник ва сейсмологик усуллар биргаликдаги тақсимоотида ҳисобланди;

ҳар бир сейсмофаол ҳудудлар учун зилзила қайтарилиш параметрлари энергетик синфлар бўйича Гутенберг-Рихтер қонунияти орқали баҳоланган. Бунда ϕ параметри бир хил ($\phi=0,48$) қабул қилинди. Сейсмик фаоллик (A_{10}) ўзгарувчан.

сейсмик хавф зилзилаларнинг ўчоқдаги ҳаракати взброс типига ҳисобланган, чунки ўрганилаётган ҳудудда асосан шундай зилзилалар бўлиб ўтади.

масофа бўйича сейсмик таъсир силкинишнинг сўниш қонуни Тошкент олди ва Фарғона водийси учун алоҳида ҳисобланган қонуни ишлатилди.

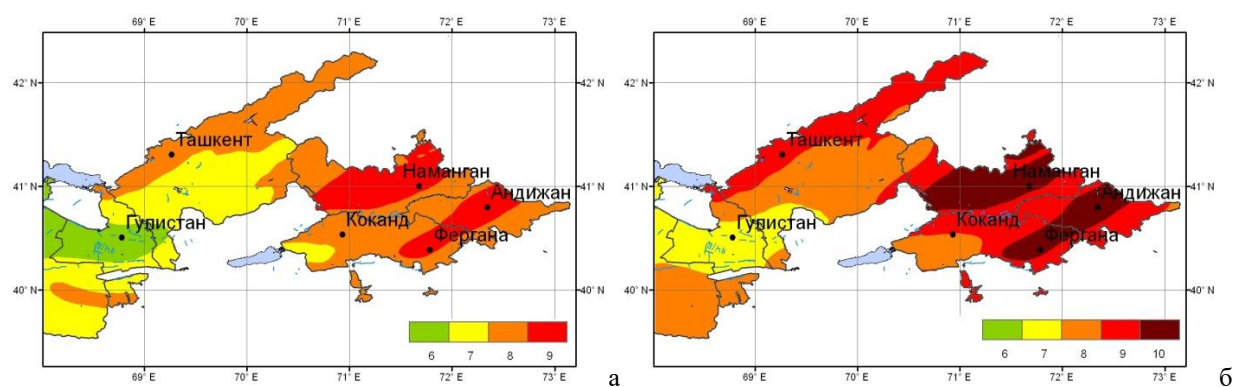
Сейсмик фаоллик икки баробар оширилиш кўрсаткичида ҳисобланган (0,05; 0,1; 0,2 ва ҳоказолар), сейсмик районлаштириш харитаси сейсмик фаолликни 50% оширганда ва камайтирилганда қандай ўзгариши ҳисобланди. Натижада бутун Шарқий Ўзбекистон ҳудуди учун сейсмик фаоллик ўзгариши $P=0,99$ эҳтимолликда $\Delta I=0,25$, $P=0,9$ эҳтимолликда $\Delta I=0,28$ га ўзгариши аниқланди. Сейсмик районлаштириш харитаси γ нинг 0,48 дан 0,4 га ўзгартириш $\Delta I=0,7$ га ўзгаради. Ҳудуднинг сейсмик районлаштириш харитасига максимал бўлиши мумкин бўлган зилзила етарли таъсир ўтказди, чунки Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг сейсмофаол ҳудудлари, сейсмик потенциали сейсмологик методлар ва сейсмотектоник усуллар билан олинган M_{\max} қиймати 0,5 магнитудага фарқ қилади. $P=0,99$ эҳтимоллиги хариталар учун $\Delta M=+0,5$ га ўзгаришда сейсмик силкиниш фарқи $\Delta I=0,84$ баллга, $\Delta M=-0,5$ да эса $\Delta I=-0,68$ баллгача ўзгариши аниқланди.

Шарқий Ўзбекистоннинг сейсмик районлаштириш харитасидаги сейсмик хавфнинг қийматига зилзила ўчоғининг чуқурлиги таъсири тўлиқ ўрганилди. Зилзила ўчоғининг чуқурлиги ($H=10$ км, $H=30$ км ва ўртача статистик чуқурлик $H=f(M)$) сейсмик интенсивликни ўзгаришига энг кўп таъсир этувчи фактор эканлиги аниқланади. Улардан $H=10$ км даги қиймат ўрта статистик чуқурлик қийматига $\Delta I=+1.54$, $H=30$ км га нисбатан $\Delta I=-1.06$ эканлигини кўрсатади. Шарқий Ўзбекистон ҳудудида бўлиб ўтган кучли зилзилаларнинг ўчоқдаги ҳаракат тури кўпчилиги взброс кўринишида бўлади, жуда камдан-кам ҳолатда сдвиг ёки сброс кўринишидаги зилзилалардир. Зилзиланинг ўчоқдаги ҳаракат тури сейсмик таъсирнинг силкинишига $\Delta I=-0,34$ баллга таъсир қилиши тасдиқланди. Сейсмик районлаштириш хариталарга турли сўниш қонуниятлари (Н.И.Шебалиннинг Марказий Осиё қонунияти ва Фарғона водийси қонунияти) $P=0,99$ учун $\Delta I=0,22$ га $P=0,9$ учун $\Delta I=0,26$ баллга ўзгаради. Шу билан бирга Н.В.Шебалин қонунияти асосида тузилган харита хафлироқ экани маълум бўлди.

Кўп сейсмологлар детерминистик усулдаги сейсмик районлаштириш харитасини хавфлироқ деб ўйлайдилар, чунки бу усулда вақтни ҳисобга олмасдан сейсмик таъсир максимал ҳисобланади, эҳтимоллик усулида эса сейсмик силкиниш қайтарилиш даври $T=5000$ йилгача ҳисобланади. Зилзила қайтарилиш даври M_{\max} бўлганда $T=5000$ йилдан ҳам ошиқ эканлиги исботланган. Сейсмик хавф харитасига вақтдан ташқари сейсмик режим ва сейсмик таъсир параметрларнинг ўртача қийматлари каби бошқа кўплаб параметрлар таъсир қилади, бошқа параметрлар эса олинган маълумотларнинг тўлиқ эмаслиги оқибатида сейсмик режим параметрларини аниқлашдаги статистик хатоликларга боғлиқ.

Шарқий Ўзбекистоннинг сейсмик районлаштириш харитасининг ҳар бир нуктасидаги I қийматининг максимал бўлиши мумкин бўлган зилзила энг кам чуқурликда, A_{10} , ϕ , M_{\max} ва бошқа параметрларни аниқлашдаги хатоликлар ҳисобга олиниб энг катта қиймати танланди. Сўнг Шарқий Ўзбекистон учун сейсмик режим ва сейсмик таъсир параметрларининг барча бўлиши мумкин бўлган ноаниқлик факторларини ҳисобга олиб сейсмик районлаштириш харитаси тузилди (2-расм). Бу харита параметрларнинг ўртача статистик қийматларига қурилган хариталардан кескин фарқ қилади. Бу хариталарда баъзи ҳудудлар сейсмик таъсир балл қийматлари 9 баллдан юқори эканлиги аниқланди.

Сейсмик режим параметрлари ва сейсмик таъсирнинг ўртача қийматидан ўта оғиш ҳолатлари кам учраши эҳтимolini ҳисобга олиб, бу хариталарни нихоятда муҳим объектлар лойиҳалашда фойдаланиш мумкин деб ҳисоблаймиз.



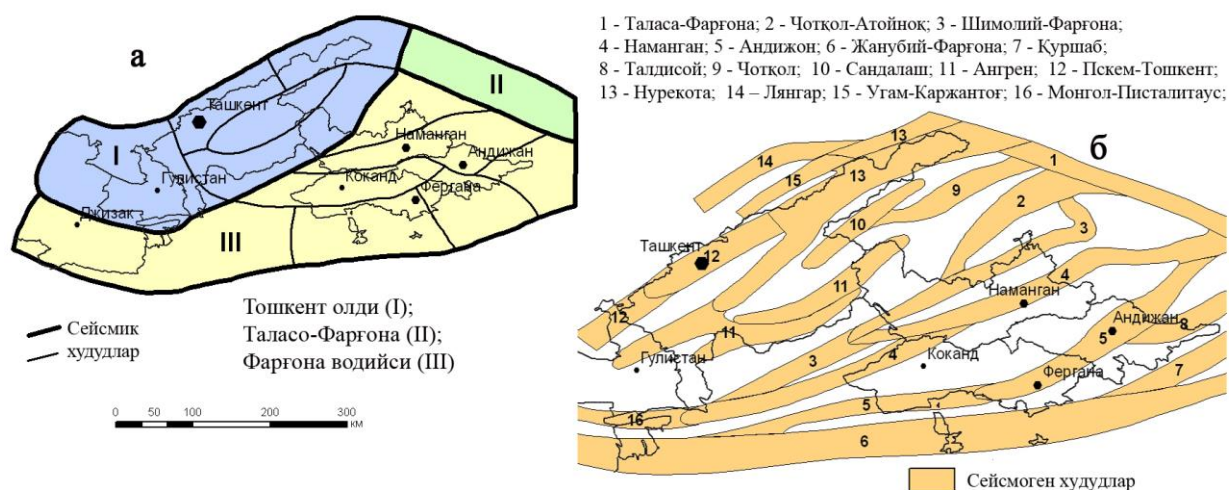
2-расм. Шарқий Ўзбекистон ҳудудининг энг хавфли сейсмик районлаштириш харитаси (а – $P=90\%$, б – $P=99\%$).

Диссертациянинг «Шарқий Ўзбекистоннинг сейсмик районлаштириш ва сейсмик хавфни баҳолаш» деб номланган тўртинчи бобида Шарқий Ўзбекистон учун сейсмик хавфни турли ўлчовларда умумий сейсмик районлаштириш харитасини тузишнинг янги усули келтирилган.

Икки хил сейсмик манбаалар – «майдонли» манбаа ва сейсмоген ҳудудлар (Ибрагимов Р.Н. ва бошқалар, 2002) таҳлил қилинди, ҳамда уларнинг афзалликлари ва камчилиги баҳоланди (3-расм).

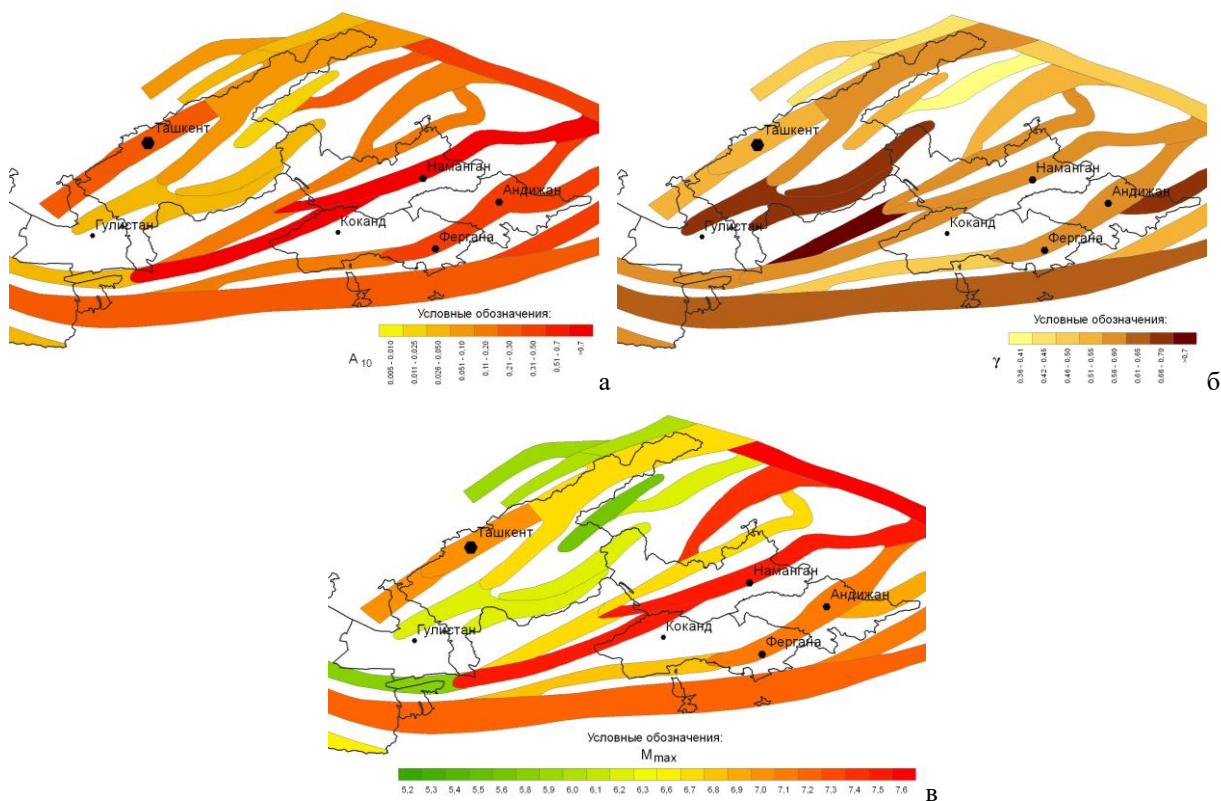
Сейсмотектоник ва сейсмологик шароитга кўра Шарқий Ўзбекистон ҳудуди 3 та катта майдонли манбаага ажратилди – Тошкент олди, Талас-Фарғона ва Фарғона водийси, бу ҳолда сейсмик потенциал қиймати, зилзила қайтарилиш графигининг оғиш бурчаги, зилзила ўчоғи ҳаракати, масофа бўйича сейсмик таъсир интенсивлиги сўниш қонунияти ўзгармас деб қабул қилинди.

Сейсмоген ҳудудларнинг сейсмик фаоллик, зилзила қайтарилиш графигининг оғиш бурчаги (γ) ва сейсмик потенциал қийматлари аниқланди (4-расм).



3-расм. Сейсмик манбалар: а) майдонли манбаалар; б) сейсмоген хуудлар (Ибрагимов Р.Н. ва бошқалар маълумотига асосан, 2002).

Ажратилган хуудларда сейсмик режим параметрларини ҳисоблашда асосий омил бўлган турли зилзилалар кузатуви ишончилилик даври баҳоланди. Зилзилаларнинг ишончли кузатув даври бўйича кучсиз зилзилалар ($K=9-13$), кучли зилзилалар ($K=12-17$) ва бутун каталог бўйича



4-расм. Сейсмоген хуудларнинг сейсмологик ўлчовлари: а) сейсмик фаоллик; б) зилзила қайтарилиши графигининг оғиш бурчаги; в) сейсмик потенциал.

($K=9-17$) зилзилалар қайтарилиш графиклари тузилди. Ҳар бир майдонли манбаа ва уларнинг бўлинмалари учун шу каби қайтарилиш графиклари тузилди: ϕ нинг кичик қийматлари фақат кучли зилзилалар каталогида

аниқланди, катта қийматлари кучсиз зилзилаларда кузатилди; A_{10} ва ϕ нинг қийматлари одатда майдонли манбаалар бўлинмалари учун статистик нуқтали назариядан имконсиз. Ҳар бир бўлинманинг сейсмик фаоллик A_{10} қиймати йиғинди ва тақсимот усулларида ҳисобланди.

Сейсмик фаолликни иккала усулда ҳисоблашда ва ҳар бир бўлинманинг қайси майдонли ҳудудга тегишлигини ҳисобга олиб ўз қийматидан фойдаланиб ҳисобланди. Майдонли манбалар усул – ҳудудлар учун сейсмик фаолликни 4 хил ҳаритаси ҳисобланди, кейинчалик сейсмик ҳавф ҳисоблашдаги таъсири инобатга олинди.

Ҳар бир майдонли ҳудуднинг сейсмик потенциалини ҳисоблашда 2 та омилга таянилди – ўрганилаётган майдонли ҳудудга тегишли сейсмоген ҳудудларнинг сейсмотектоник ва сейсмологик маълумотлар асосида сейсмик потенциалини ҳисоблаш; - майдонли манбалар ҳудудда бўлиб ўтган энг кучли зилзила магнитудаси M_{\max} қиймати юқорида кўрилган қийматларнинг максимал қиймати олинди, майдонли ҳудудда жойлашган сейсмоген ҳудудлар сейсмопотенциал қиймати сейсмотектоник маълумотларга асосан баҳоланди.

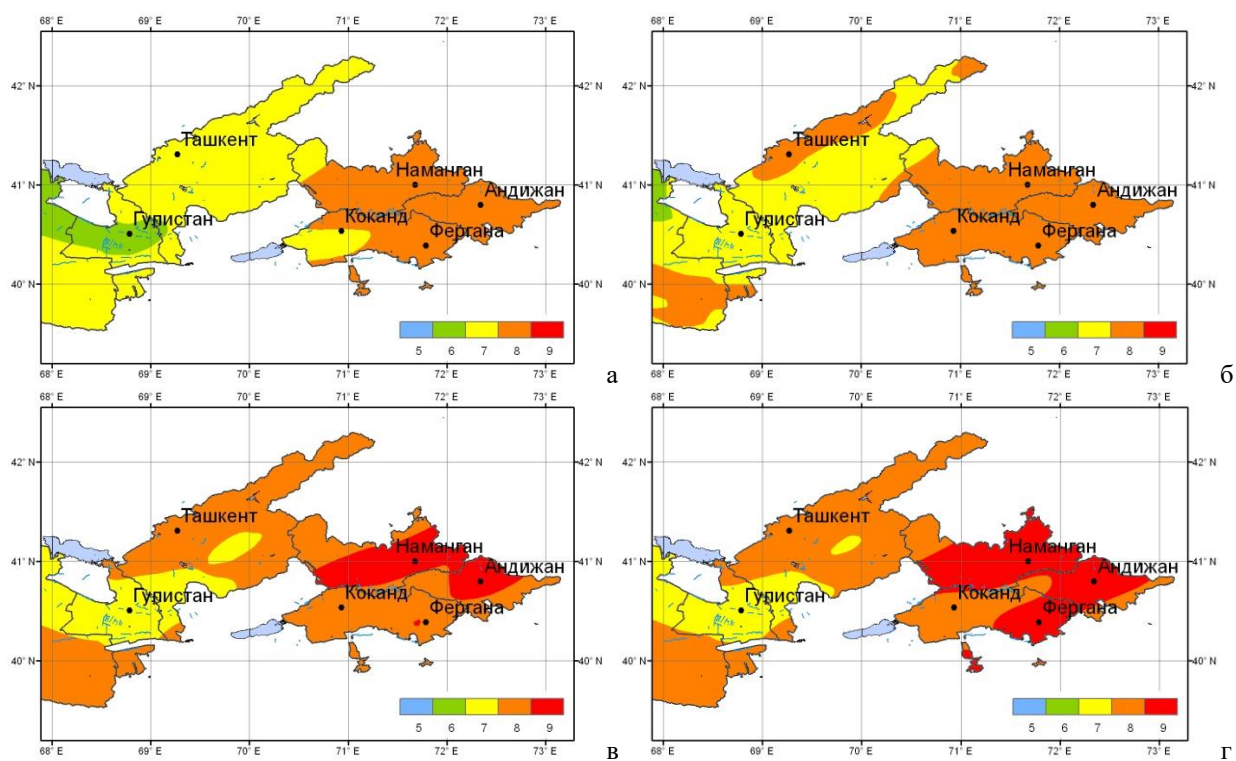
$M_{\max}=6,5$, сейсмологик маълумотларга асосан $M_{\max}=6,8$, ҳамда энг кучли кузатилган зилзила магнитудаси $M=6,7$, демак бу ҳудуд учун сейсмик ҳавф ҳисоблашда $M_{\max}=6,8$ сифатида баҳоланди.

Барча зилзилалар учун умумий ($N=15$ одатда) зилзила чуқурлигини ҳисоблаш сезиларли хатоликларга олиб келади, шунинг учун сейсмик ҳавфни ҳисоблаётганда зилзила чуқурлиги учун $N=N(K)$ кўринишидаги қонуниятдан фойдаланилди, бу ерда K – зилзила энергетик қиймати кичик квадрат усули ёрдамида қонуният аниқланди. Зилзиланинг энергетик синфи ортган сари унинг чуқурлиги ортиши исботланди, кейинчалик ҳисоблашда шу қонуниятдан фойдаланилди.

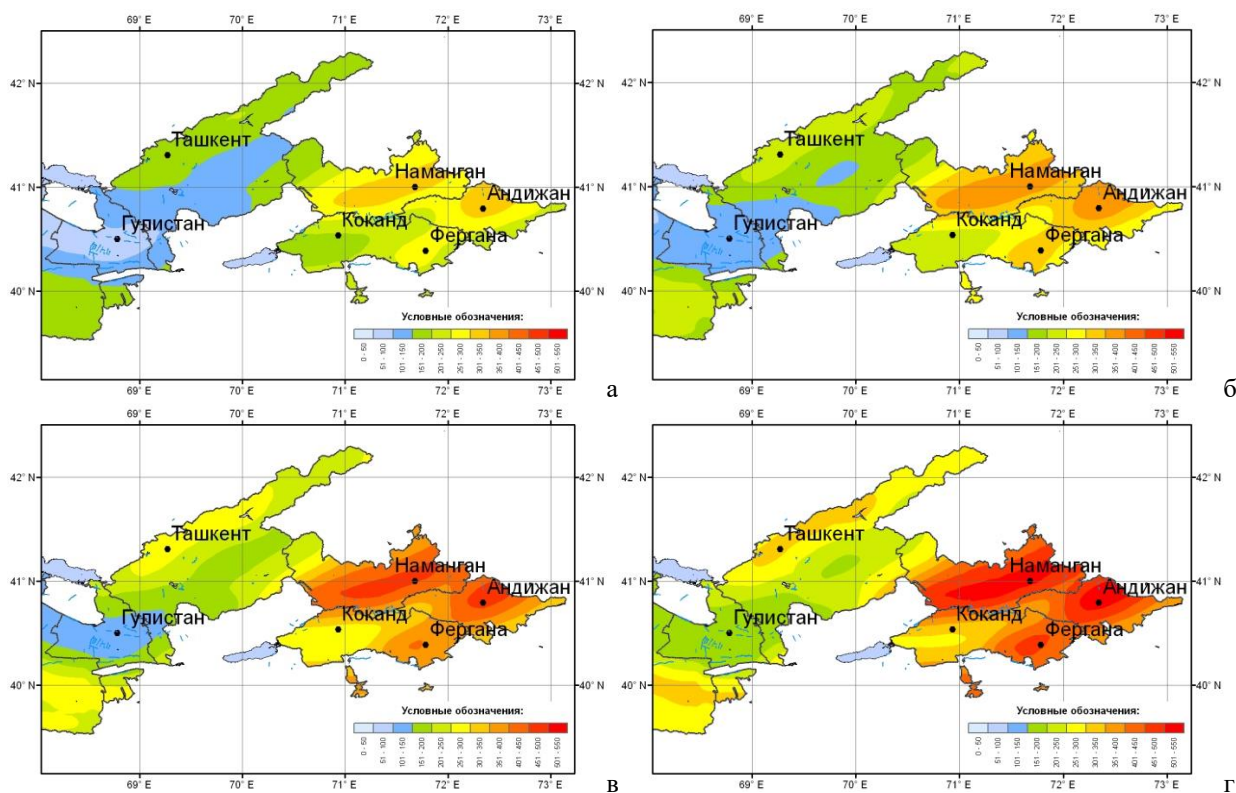
Шарқий Ўзбекистон ҳудуди учун майдонли ҳудудлар ва сейсмоген ҳудудларни сейсмик таъсир зоналари сифатида қаралган 50 йил давомида кўрсатилган кўрсаткичдан ошмаслиги $P=0,9$; $P=0,95$; $P=0,98$ ва $P=0,99$ эҳтимоли билан макросейсмик балларда (5. расм) ва грунт тебраниш тезланишидаги (6. расм) ҳариталари қурилди.

Сейсмик районлаштириш ҳаритасини тузишда киритилувчи параметрлар ноаниқлигини мантиқий дарахт кўринишининг эверистик тузиш нуқтаси назаридан бажарилди. Тенг миқдорлар билан сейсмик майдонлар ва сейсмоген зоналар сейсмик манбаа сифатида ҳисобланди. 78 йиллик умумий сейсмик районлаштириш ҳаритаси билан солиштирилди. Фарғона водийси ва Тошкент олди ҳудуди етарлича дифференциал келтирилган 9 баллик ҳудудлар сейсмик потенциали жуда юқори бўлган Андижон, Наманган ва Шимолий Фарғона сейсмофаол ҳудудлар йўналишига мос келади. Тошкент олди ҳудуди Коржантау тизими ва Ангрен ёриқлар тизимидан ташқари ҳудудларда 7 баллик зоналар пайдо бўлди.

Шарқий Ўзбекистон ҳудуди учун тузилган янги ҳариталар комплекси ўзида сейсмик ҳавфни мукаммал акс эттириб қолмай, ер қобиғининг структурасини ва сейсмафаол зоналарнинг сейсмик фаоллиги билан дифференциалланганлигини кўрсатади.



3-расм. Шарқий Ўзбекистоннинг худудининг макросейсмик баллардаги сейсмик районлаштириш харитаси (а – $P=90\%$, б – $P=95\%$, в – $P=98\%$, г – $P=98\%$).



4-расм. Шарқий Ўзбекистоннинг худудининг грунт тебраниш тезланишлардаги (см/сек²) сейсмик районлаштириш харитаси (а – $P=90\%$, б – $P=95\%$, в – $P=98\%$, г – $P=98\%$).

Ишлаб чиқилган хариталар сейсmobардош бунёдкорлик ишларини олиб боришга қаратилган.

ХУЛОСА

Ўтказилган илмий-тадқиқот ишлари асосида қуйидаги илмий натижалар олинган:

1. Сейсmobаол худудларнинг сейсмик хавфининг миқдорий тезкор баҳолашнинг турли масалаларини тезкор хал қилишга мўлжалланган, ўзида сейсмологик, сейсмотектоник ва бошқа маълумотлар базасига турли дастурлар комплекси муҷамсамлантирган ахборот-таҳлил системаси тавсия этилган.

2. Сейсмик хавф баҳосига таъсир қилувчи сейсмик параметрлар ноаниқликларини таъсири текширилди. Сейсмик хавф хариталарига сейсмик режим ва сейсмик таъсир параметрлари тақсимотининг ўртача қиймати аномал қиймати билан солиштирганда энг кичкина чуқурликда бўлган кучли зилзила ($\Delta I = 1,5$ балл), турли зилзилалар қайтарилиш графигини оғиш бурчагини γ аниқлашдаги статистик хато ($\Delta I = 0,96$ балл) ва максимал бўлиши мумкин бўлган M_{max} зилзила қиймати ($\Delta I = 0,84$ балл) катта фарқ қилиш исботланди. Сейсмик фаолликни (A_{10}) аниқлашдаги хатолик, зилзила ўчоғидаги силжиш турини аниқлашдаги хатолик, сейсмик таъсирнинг интенсивлигини масофа бўйича ўзгариш тақсимоти учун умумий қонуниятдан фойдаланиш мос равишда $\Delta I = 0,24$; $\Delta I = 0,34$ ва $\Delta I = 0,22$ баллга фарқ қилиши кўрсатилган.

3. Биринчи марта Шарқий Ўзбекистон учун сеймик режим ва сейсмик таъсир параметрларининг барча ноаниқлик факторларини ҳисобга олган ҳолда $T = 500$ ва $T = 5000$ йилда ўртача бир марта қайтарилиш даври билан сейсмик районлаштириш харитасининг энг хавфли варианты тузилди. Бу хариталар сейсмик режим параметрларининг ўртача статистик қийматлари асосида қурилган хариталардан кескин фарқ қилади. $T = 5000$ йилда ўртача бир марта қайтарилиш даври хаританинг баъзи худудлари 9 баллдан юқори. Сейсмик режим ва сейсмик таъсир тақсимотининг ўртача қийматларидан ҳаддан ташқари фарқланадиган қийматлари бўлиш эҳтимоли жуда кичкина бўлишини ҳисобга олиб, бу харита маъсулияти жуда юқори бўлган иншоотларда фойдаланиш мақсадга мувофиқлиги кўрсатилган.

4. Сейсмик жараён ва сейсмик таъсирнинг аниқланган янги регионал қонунияти асосида сейсмик хавф баҳоланди ва Шарқий Ўзбекистон худудининг сейсмик районлаштириш хариталар комплекси яратилди. Сейсмик хавф 50 йил давомида кўрсатилган қийматидан ошмаслик ($P = 0.9$, $P = 0.95$, $P = 0.98$ ва $P = 0.99$) эҳтимоллик билан макросейсмик балларда ва грунт тебраниш тезланишларда ифодалаш таклиф қилинган.

5. Яратилган сейсмик районлаштириш хариталар комплексида турли сейсмик манбаалардан фойдаланган ва киритилаётган параметрларнинг сейсмологик ва сейсмотектоник маълумотлар, сейсмик жараён ва сейсмик

таъсир маълумотларнинг тўлиқ эмаслиги билан боғлиқ бир қатор ноаниқлиги ҳисобга олинган. Янги яратилган сейсмик районлаштириш хариталар комплекси жаҳон сейсмология фанининг сейсмик хавфни баҳолаш ва хариталаш соҳасидаги охириги ютуқларини ҳисобга олган ҳолда яратилган бўлиб, ҳудуднинг реал сейсмик ҳолатини мукаммал ўзида мужассамлаштиради, ер қобиғининг структурасини ва сейсмафаол зоналарини дифференциаллашганлиги сейсмик фаоллик даражасида ифодаланганлигини ўзида акс эттирган. Яратилган сейсмик районлаштириш хариталари сейсмобардош бунёдкорлик ишларини бажаришда, биринчи навбатда, сеймобардош қурилишларда фойдаланиш тавсия қилинган.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
DSc.27.06.2017.GM.40.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ИНСТИТУТЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ, ИНСТИТУТЕ
ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ, ИНСТИТУТЕ ГИДРОГЕОЛОГИИ И
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ИНСТИТУТЕ СЕЙСМОЛОГИИ,
НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА И
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

ИНСТИТУТ СЕЙСМОЛОГИИ

МИРЗАЕВ МУРОДЖОН АБДУРАХИМДЖАНОВИЧ

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ
ВОСТОЧНОГО УЗБЕКИСТАНА**

04.00.06 – Геофизика. Геофизические методы поиска полезных ископаемых

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ ПО (PhD)
ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент-2019

Тема диссертации доктора философии зарегистрирована под номером B2019.1.PhD/FM321 Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Институте сейсмологии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский-резюме) размещен на веб-странице Научного совета (www.gpniimr.uz) и на Информационно-образовательном портале (www.ziyounet.uz).

Научный консультант:	Артиков Турдали Усманиевич доктор физико-математических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Максудов Собит Хамидович доктор физико-математических наук Нуртаев Бахтиер Сайфуллаевич кандидат физико-математических наук
Ведущая организация:	Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений

Защита диссертации состоится «28» ноября 2019 года в «10⁰⁰» часов на заседании разового Научного совета на основе Научного Совета DSc.27.06.2017.GM.40.01. при Институте минеральных ресурсов, Институте геологии и геофизики, Институте гидрогеологии и инженерной геологии, Институте сейсмологии, Национальном университете Узбекистана и Ташкентском государственном техническом университете по адресу: 100060, г. Ташкент, ул. Т.Шевченко, 11а. Тел.: (99871) 256-13-49, факс: (99871) 140-08-12; e-mail: info@gpniimr.uz, gpniimr@exat.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института минеральных ресурсов (регистрационный номер №___). (Адрес: 100060, г. Ташкент, ул. Т.Шевченко, 11а. Тел.: (99871) 256-13-49)

Автореферат диссертации разослан «15» ноября 2019 года
(реестр протокола рассылки №28 от 15.11 2019 года)



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

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

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировом масштабе землетрясения по числу человеческих жертв, разрушениям и деструктивным воздействиям на окружающую среду по значимости занимает первое место среди природных катастроф. Во многих странах, расположенных в сейсмоактивных зонах, совершенствование методологий вероятностной оценки сейсмической опасности и внедрение в практику является важным фактором обеспечения устойчивого социально-экономического развития страны. В этой связи имеет важное значение совершенствование исследований количественной оценки сейсмической опасности.

В настоящее время в мире проводятся целенаправленные исследования по разработке теоретических и методических основ количественной оценки сейсмической опасности на различных масштабных уровнях (общее сейсмическое районирование, детальное сейсмическое районирование, сейсмическое микрорайонирование). Ведущих странах мира, таких как США, Япония, Китай, Россия проводятся научные исследования по совершенствованию методологий вероятностной оценки сейсмической опасности. Разработка методов эффективного и оперативного определения чрезвычайных ситуаций при землетрясении является весьма важной.

В нашей стране по обеспечению сейсмической безопасности населения, промышленных и гражданских объектов ведутся определенные работы. В частности, проведена коренная модернизация сети сейсмометрических наблюдений и системы прогностического мониторинга, позволившая получать прецизионные данные о происходящих землетрясениях и предваряющих их процессах в различных геофизических полях. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены важные задачи «Совершенствование системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»¹. Исходя из этого, одной из важным является разработка технологий адекватной оценки сейсмической опасности сейсмоактивных территорий и составление разномасштабных карт сейсмического районирования.

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

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

нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистана. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии республики (Программа VIII – «Науки о Земле» – геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья).

Степень изученности проблемы. Подходы, направленные на решение проблемы оценки сейсмической опасности, начали особо развиваться с конца 60-х годов прошлого столетия. Наибольшее развитие при этом получили два подхода. Первый, развиваемый в основном советской школой сейсмологов Ю.В.Ризниченко и его многочисленными последователями, детерминистический подход вылился в теорию сейсмической сотрясаемости. Второй – связан с оценкой сейсмической опасности исключительно на вероятностной основе, началом которому послужили работы С.Корнелла. В рамках обоих подходов получены удачные практические решения с максимальным использованием очаговых факторов и особенностей характера излучения ближней и дальней зон. Вместе с тем, с годами обнаружились слабости детерминистического подхода, не позволяющие в полной мере учитывать при оценке сейсмической опасности особо ответственных объектов всего спектра неопределенностей, связанных как со случайным характером сейсмических воздействий, так и с многообразием факторов неопределенности входных параметров, необходимых для расчета сейсмической опасности.

Каждое из названных выше направлений хорошо представлено в Узбекистане. Наиболее плодотворно в духе детерминистического и вероятностно-детерминистического подходов работали В.И.Уломов, Т.У.Артиков, К.Н.Абдуллабеков, Р.Н.Ибрагимов, У.О.Нурматов, С.С.Сейдузова, И.Б.Яковлева, Л.М.Плотникова, Л.М.Матасова и другие сейсмологи. С вероятностных позиций оценкой сейсмической опасности для ряда областей Узбекистана занимался Ю.К.Чернов, Т.У.Артиков, Р.С.Ибрагимов, Т.Л.Ибрагимова и другие ученые.

Возрастающие темпы промышленного и гражданского строительства, освоение природных недр, проектирование сложных, в том числе и уникальных объектов, гидротехнических сооружений, потребности в рациональном распределении и планировании индустриальных и трудовых ресурсов выдвигают требования к постоянному совершенствованию сейсмологических знаний и разработке на их основе эффективных расчетных алгоритмов, касающихся прогноза сейсмической опасности.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами организации, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ Института сейсмологии, в том числе: Ф8-ФА-0-13038 «Выявление закономерностей протекания сейсмического процесса в различных сеймотектонических условиях в целях развития теории сейсמודинамического районирования» (2012 – 2016 гг.), А14-ФА-0-12949

«Разработка оптимальной технологии сейсмомикрорайонирования территории городов, городских поселков и промышленных объектов» (2012 – 2014 гг.), ФА-Ф8-007 «Исследование тонкой структуры сейсмичности и динамики сейсмического процесса для оценки сейсмической опасности территории Узбекистана» (2017 – 2020 гг.), ФА-А14-Т042 «Разработка методов разномасштабного сейсмического районирования для оценки сейсмической опасности объектов экономики республики» (2015 – 2017 гг.).

Целью исследования является количественная оценка сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана.

Задачи исследования:

создание информационно-аналитической системы по оценке сейсмической опасности;

исследование влияния различных факторов неопределенности входных параметров на результирующие оценки сейсмической опасности;

разработка сейсмических источников для территории Восточного Узбекистана и их сейсмологическая параметризация;

создание модифицированного метода оценки сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана;

получение количественных оценок сейсмической опасности и составление новых карт сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана.

Объектом исследования выбрана сейсмичность территории Восточного Узбекистана.

Предметом исследования являются изменения параметров сейсмического режима исследуемой территории и проявление сейсмических воздействий от сильных землетрясений выраженные в баллах макросейсмической шкалы и ускорениях колебаний грунта.

Методы исследований. В диссертационной работе использованы методы статистического анализа случайных величин, методы анализа временных рядов и пространственных изменений показателей сейсмичности, ориентированные на современные ГИС технологии.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые определены количественные оценки сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана на основе различных сейсмических источников;

впервые оценено влияние факторов неопределенности входных параметров для определения сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана;

количественно оценена сейсмическая опасность территории Восточного Узбекистана на основе факторов неопределенности входных параметров;

разработана новая карта сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

уточнены количественные оценки сейсмической опасности по выявленным региональным закономерности сейсмического процесса и

сейсмических воздействий;

построен новый комплекс карт сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана в баллах макросейсмической шкалы и в ускорениях колебаний грунта на вероятностной основе;

оптимизирована сеть сейсмометрических наблюдений с использованием установленных новых региональных закономерностей затухания интенсивности сейсмических воздействий с расстоянием землетрясений различного энергетического уровня для эффективного решения задач, связанных с оперативным определением координат происходящих землетрясений и оценкой сейсмической опасности территории Узбекистана.

Достоверность результатов исследования обеспечивалась корректным применением статистических методов анализа сейсмичности, сопоставлением полученных результатов с геологическим строением и сейсмотектоникой изучаемого района.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования является составной частью новой карты общего сейсмического районирования территории Узбекистана ОСР-2017, которая на сегодняшний момент времени является основным нормативным документом при строительстве в сейсмоактивных районах Республики.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что количественные характеристики сейсмической опасности использовались при сейсмическом микрорайонировании городов и населенных пунктов территории Восточного Узбекистана, а также будут широко внедрены в ответственных объектах экономики республики.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов количественной оценки сейсмической опасности Восточного Узбекистана:

выявленные региональные закономерности сейсмического процесса и сейсмических воздействий внедрены в деятельности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан (Справка №2/4/24-2600 от 4 октября 2019 г. Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан). Результаты позволили уточнить количественные оценки сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана.

новый комплекс карт сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана в баллах макросейсмической шкалы и в ускорениях колебаний грунта на вероятностной основе внедрен в деятельности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан (Справка №2/4/24-2600 от 4 октября 2019 г. Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан). Результаты позволили оценить сейсмическую опасность территории Восточного Узбекистана в баллах макросейсмической шкалы и ускорениях колебаний грунта.

новые региональные закономерности затухания интенсивности сейсмических воздействий с расстоянием для землетрясений различного энергетического уровня внедрены в деятельности Министерства по

чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан (Справка №2/4/24-2600 от 4 октября 2019 г. Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан). Результаты позволили оптимизировать сеть сейсмометрических наблюдений для оперативного определения координат происходящих землетрясений и оценки сейсмической опасности территории Узбекистана.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 5 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликованы 24 научные работы, из них 7 научных статей, в том числе 1 в зарубежных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Общий объем диссертации составляет 121 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации **«Информационно-аналитическая система оценки сейсмической опасности»** приведены результаты анализа литературных данных зарубежных и республиканских исследователей, по информационно-аналитическим системам. Каждая информационная система создается для конкретного объекта и представляет собой систему по сбору, хранению, передаче, переработке информации об объекте снабжающую работников различного ранга информацией для реализации функции управления.

Научные исследование по существенной функциональной разницей информационные технологии могут быть использоваться для решения следующих задач:

управление процессами и обработка результатов проведения натурных измерений;

моделирование сложных сейсмических процессов;

проведение и обработка экспертизы;

подготовка отчетов и документации как компоненты встроенной конторской подсистемы;

поддержка базы данных;

техническое средство при построении информационно-поисковых, библиографических и экспертных систем.

Соотношение указанных компонентов может различаться в зависимости от конкретно решаемых задач и содержит следующие блоки (рис.1).



Рис.1. Структура информационно аналитической системы по оценке сейсмической опасности.

Информационное содержание баз данных информационно-аналитической системы включает базы сейсмологических, сеймотектонических и др. данных, необходимых для решения задач, связанных с оценкой сейсмической опасности и сейсмического районирования сейсмоактивных территорий Республики Узбекистан.

Во второй главе диссертации «**Основные параметры сейсмического режима Восточного Узбекистана**» анализированы основные параметры сейсмического режима. На базе разработанной информационно-аналитической системы проведен анализ основных параметров сейсмического режима – сейсмической активности, дробности и максимального возможного землетрясения (M_{\max}).

Карты сейсмической активности, построенные методами суммирования и распределения при сохранении постоянной точности и с постоянной детальностью, в целом, хорошо согласуются между собой, ввиду наличия значительного экспериментального материала, использованного для их построения. Распределение величины A_{10} по площади крайне не равномерное. Вместе с тем, эти карты лишены элементов прогноза, поскольку пятна повышенной сейсмической активности являются следами уже происшедших землетрясений и совершенно не факт, что именно эти области, а не те, в которых сейсмическая энергия запасалась, будут

активными и в дальнейшем. Показано, что методы картирования данного параметра с постоянной точностью дают большие значения сейсмической активности, чем методы его расчета с постоянной детальностью.

В Восточном Узбекистане, горное обрамление Ферганской впадины характеризуется значением активности $A_{10}=0.3$, а область, находящаяся к северо-западу от города Андижана значением $A_{10}=0.5$. Местоположение этой области соответствует простирацию Восточно-Ферганского разлома. Карта сейсмической активности, построенная методом суммирования с постоянной детальностью, характеризуется наименьшей загруженностью изолиний по сравнению с остальными картами активности. И все же отдельные элементы тектонического строения в Восточном Узбекистане на ней просматриваются. Достаточно отчетливо выделяются зоны Северо-Ферганского и Южно-Ферганского разломов со значениями $A_{10}=0.2$. Приташкентский район характеризуется значениями $A_{10}=0.1$, а к северо-западу в очаговой зоне Назарбекского землетрясения значением $A_{10}=0.2$. Пятна повышенной активности также отмечаются в очаговых зонах Папского землетрясения 1984-го года с $M=5.6$ и Избаскентского землетрясения 1992-го года с $M=5.9$. Интересно и то, что области возникновения соизмеримых по энергии с двумя последними из названных землетрясений - Исфара-Баткентского 1977-го года с $M=6.4$ и Чимионского землетрясения 1982-го года с $M=5.6$, происшедших в пределах Южно-Ферганской сейсмоактивной зоны и сопровождавшихся интенсивной афтершоковой деятельностью на карте активности, практически не выделяются. Сейсмическая активность в этих областях за достаточно длительный срок выровнена со средней активностью по зоне. В Приташкентском районе на всех картах присутствует пятно повышенной активности в очаговой зоне Ташкентского землетрясения 1966-го года с $M=5.3$ и Назарбекского землетрясения 1980-го года с $M=5.2$.

Проведено картирование сейсмической дробности территории Восточного Узбекистана и показано, что данный параметр характеризуется значительной площадной вариабельностью. Области аномально высоких значений γ располагаются в зоне перехода от орогена к платформе и в платформенных областях, в пределах которых значения γ превосходят величины 0,45 - 0,55, традиционно используемой при расчете сейсмической опасности. Выявлено что, области высокой активности характеризуются пониженными значениями сейсмической дробности.

Проблема объективной оценки величины максимального возможного землетрясения в заданном объеме среды является наиболее сложной и дискуссионной в совокупности параметров, необходимых для определения сейсмической опасности территорий. Расчет и картирование величины M_{\max} осуществляются в два этапа. На первом этапе исключительно на методах, опирающихся на очаговую сейсмичность, был построен сейсмологический вариант карты M_{\max} . На втором этапе этот вариант карты наряду с картой сейсмогенных зон и картой типов эндогенных режимов вошли в комплексную карту M_{\max} по совокупности сейсмологических и геолого-

тектонических параметров, по которой производился расчет сейсмической сотрясаемости. Наибольшими значениями M_{max} ($M_{max}=7,5$) характеризуется область, примыкающая к городу Андижану. Город Ташкент попадает в зону с $M_{max}=6,5$. Ферганская межгорная впадина характеризуется низкими значениями M_{max} ($M_{max}=5-6$), а ее горное обрамление – высокими ($M_{max}=7$).

В третьей главе диссертации **«Оценка точности современных карт сейсмического районирования (на примере Восточного Узбекистана)»** приведены результаты анализа неопределенности входных параметров при расчете сейсмической опасности.

Сейсмическая опасность каждой сейсмоактивной территории отражает интегральный эффект проявления совокупности землетрясений, происходящих в ее пределах в течение определенного промежутка времени. Формализация потока сейсмических событий для расчета сейсмической опасности через количественные характеристики сейсмического режима, такие как сейсмическая активность A_{10} , сейсмическая дробность γ , сейсмический потенциал M_{max} связана, с одной стороны, с неполнотой исходных сейсмических и сеймотектонических данных, с другой, с несовершенством моделей сейсмического процесса. Не меньшие неопределенности связаны с описанием сейсмических воздействий, которые в зависимости от глубины очага, типа подвижки, особенностей затухания в конкретном регионе и ряда других факторов могут существенно меняться.

Надежность карт сейсмического районирования во многом определяется точностью определения входных параметров, необходимых для оценки сейсмической опасности. Ответ на вопрос о том, каков вклад неопределенности каждого входного параметра, использованного для расчета сейсмической опасности, в конечный результат, определяет степень надежности построенных карт сейсмического районирования, а также дает возможность получить оценки сейсмической опасности при наихудшем сценарии развития сейсмического процесса, что, на наш взгляд, чрезвычайно важно для объектов с высокой категорией ответственности. Для количественного учета влияния каждого фактора на конечную оценку сейсмической опасности мы выбрали территорию Восточного Узбекистана, сеймотектоническая и сейсмологическая изученность которого весьма высокая. Есть основания полагать, что для территории Южного и в особенности Западного Узбекистана, вилка разброса погрешностей входных данных, а, как следствие, и количественных характеристик сейсмической опасности, будет существенно шире. В качестве экспериментальных базовых карт, выбрали два варианта карт сейсмического районирования в баллах макросейсмической шкалы для вероятностей $P=0,99$ и $P=0,90$ не превышения уровня сейсмического воздействия в течение 50 лет. Эти карты были построены исходя из следующих положений:

в качестве источников землетрясений взяты сейсмогенные зоны Восточного Узбекистана;

сейсмический потенциал этих зон оценен комплексом сеймотектонических и сейсмологических методов;

параметры повторяемости землетрясений в зависимости Гутенберга-Рихтера распределения сейсмических событий по энергетическим классам определены для каждой сейсмоактивной зоны. При этом параметр γ в первом варианте принят единым ($\gamma = 0,48$), а сейсмическая активность A_{10} меняется от зоны к зоне;

расчеты сейсмической опасности проведены для землетрясений со взбросовым типом подвижки в очаге, поскольку именно он преобладает на исследуемой территории;

использованы законы затухания интенсивности сейсмических воздействий с расстоянием, полученные конкретно для территории Приташкентского района и Ферганской долины.

Сейсмическая активность картирован по шкале с двоичным увеличением (0,05; 0,1; 0,2 и т.д.), произвели расчет как меняться карта сейсмического районирования при увеличении и уменьшении сейсмической активности на 50%. Результаты расчета показали, что максимальные изменения по всей территории Восточного Узбекистана при вариациях сейсмической активности составляют значения $\Delta I = 0,25$ балла для карты $P = 0,99$ и $\Delta I = 0,28$ баллов для карты с $P = 0,90$. При изменении γ со значения 0,48 до 0,4 дает большие изменения в карту сейсмической опасности $\Delta I = 0,7$ балла. Значительное влияние на конечную оценку сейсмической опасности территории оказывают вариации максимального возможного землетрясения. Для большинства сейсмоактивных зон территории Восточного Узбекистана разность между значением M_{max} , определенным по комплексу сейсмологических методов, и значением сейсмического потенциала, полученным на основе сейсмотектонических методов, находится в пределах 0,5 магнитудных единиц. Оказалось, что приращение сейсмической интенсивности при $\Delta M = +0,5$ достигают значений $\Delta I = +0,84$ балла, а при $\Delta M = -0,5$ величина $\Delta I = -0,68$ балла для карт с вероятностью не превышения $P = 0,99$. Карты сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана, построенные для различных глубин землетрясений: $H = 10$ км; $H = 30$ км и переменных значениях H , наиболее вероятных для землетрясений заданного энергетического уровня $H = f(M)$, оказалось что, приращения сейсмической интенсивности при вариации глубин землетрясений наиболее велики из всех рассматриваемых факторов и составляют $\Delta I = +1,54$ балла при уменьшении глубины со средней статистической для заданной магнитуды до практически минимальной $H = 10$ км, и, соответственно, $\Delta I = -1,06$ при увеличении среднестатистической глубины до глубины 30 км. Большинство сильных землетрясений территории Восточного Узбекистана характеризуется взбросовым типом подвижки в очаге, который нами принимался как базовый при картировании сейсмической опасности. Вместе с тем, единичные сильные землетрясения характеризуются сдвиговой подвижкой или же нормальным сбросом. Установлено, что тип подвижки в очаге влияет на интенсивность сейсмических воздействий на $\Delta I = -0,34$ балла. Изменение карт сейсмической опасности при использовании разных законов затухания (Среднеазиатскую зависимость Н.В. Шебалина и зависимость для

Ферганской долины) составило $\Delta I = 0,22$ балла для $P=0,99$ и $\Delta I = 0,26$ балла для $P=0,9$. При этом карты, построенные по зависимости Н.В.Шебалина, более опасные.

Как считает многие сейсмологии - наиболее опасным вариантом карты сейсмической опасности, является детерминистический вариант, поскольку он определяет максимальный уровень сейсмического воздействия без учета фактора времени, в отличие от вероятностных карт, в которых рассматриваются лишь те сотрясения, период повторения которых ограничен $T=5000$ годами, период повторяемости землетрясений с магнитудой равной $M=M_{max}$ превосходит период $T=5000$ лет, кроме фактора времени, существует еще ряд факторов, приводящих к существенному изменению карт сейсмической опасности, построенных по средним долговременным значениям параметров сейсмического режима и сейсмических воздействий другие факторы связаны со статистическими ошибками при определении параметров сейсмического режима и сейсмических воздействий вследствие неполноты исходных данных.

Карты сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана, каждой точки исследуемой территории значение I выбиралось как наибольшее из карт, в них учтены такие крайне редкие, но встречающиеся проявления сейсмического процесса, как появление максимального возможного землетрясения на минимальной глубине, учтена возможность ошибки при определении значений A_{10} , γ , M_{max} и т.д.

Построен наиболее опасный вариант карты сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана, в котором учтены всевозможные факторы неопределенности в параметрах сейсмического режима и сейсмических воздействий (рис.2). Данная карта существенно отличается от карт, построенных на основе среднестатистических значений этих параметров.

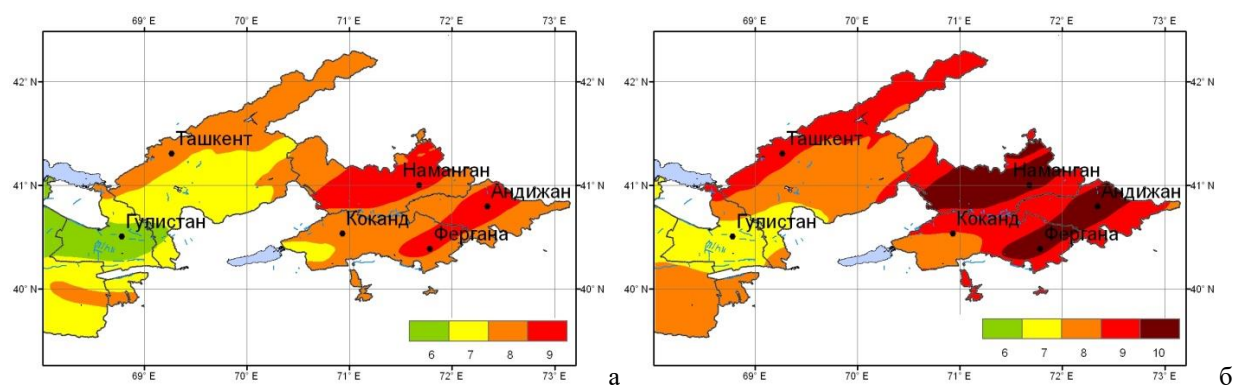


Рис.2. Наиболее опасный вариант карты сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана (а – $P=90\%$, б – $P=99\%$).

На отдельных участках этой карты интенсивность сейсмических воздействий может превосходить 9 баллов. Учитывая очень малую вероятность проявления крайних отклонений в распределении параметров сейсмического режима и сейсмических воздействий от средних значений, данная карта

может быть использована для объектов с очень высокой категорией ответственности.

В четвертой главе диссертации «Оценка сейсмической опасности и сейсмического районирования на территории Восточного Узбекистана» рассмотрены разработанный новый метод составления комплекса карт общего сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана в различных показателях сейсмической опасности.

В качестве модели сейсмических источников в диссертационной работе рассмотрены модели двух типов: квазиоднородные сейсмологические провинции–площадные источники и линейные источники – сейсмогенерирующие зоны (Ибрагимов Р.Н. и др., 2002), представляющие собой области динамического влияния зон активных разломов земной коры (рис.3). Подробно проанализированы преимущества и недостатки этих типов источников.

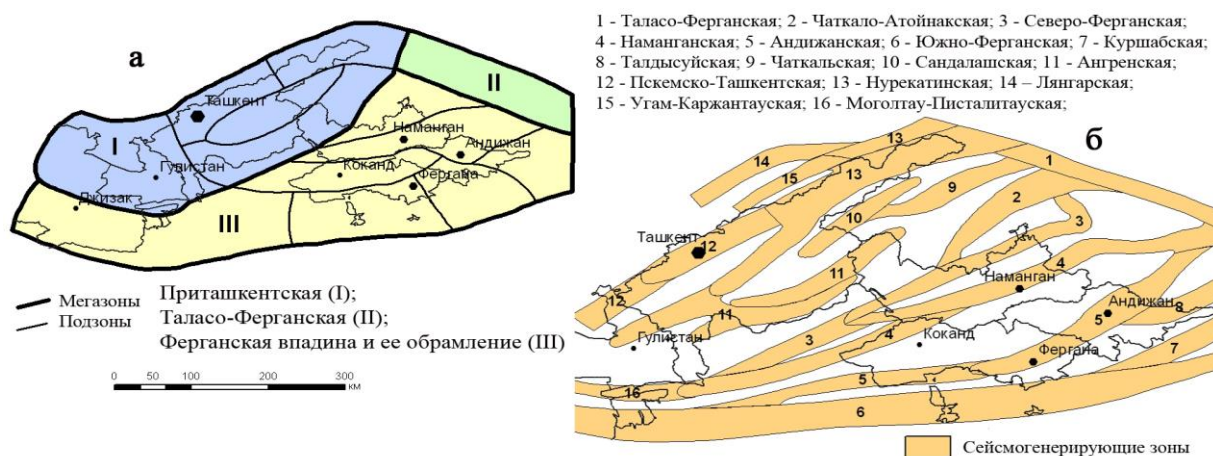


Рис.3. Модели сейсмических источников: а) площадные источники; б) сейсмогенерирующие зоны (по данным Ибрагимова Р.Н. и др., 2002).

В соответствии с сеймотектоническими и сейсмологическими условиями территория Восточного Узбекистана была разбита на три мегазоны – Приташкентская, Таласо-Ферганская и Ферганская впадина и ее горное обрамление в пределах которых величина сейсмического потенциала, угол наклона графики повторяемости, тип подвижки в очаге, закон затухания интенсивности сейсмических воздействий с расстоянием считались постоянным. В свою очередь, сами мегазоны также были поделены на подзоны - участки с различной степенью сейсмической активности.

Для корректной оценки долговременных характеристик сейсмического режима, необходимых для получения количественных оценок сейсмической опасности проведена оценка представительности землетрясений различного энергетического уровня.

Проведена сейсмологическая параметризация сейсмогенных зон – определены их основные долговременные сейсмологические характеристики – сейсмическая активность, угол наклона повторяемости землетрясений различного энергетического уровня и сейсмический потенциал каждой зоны (рис.4).

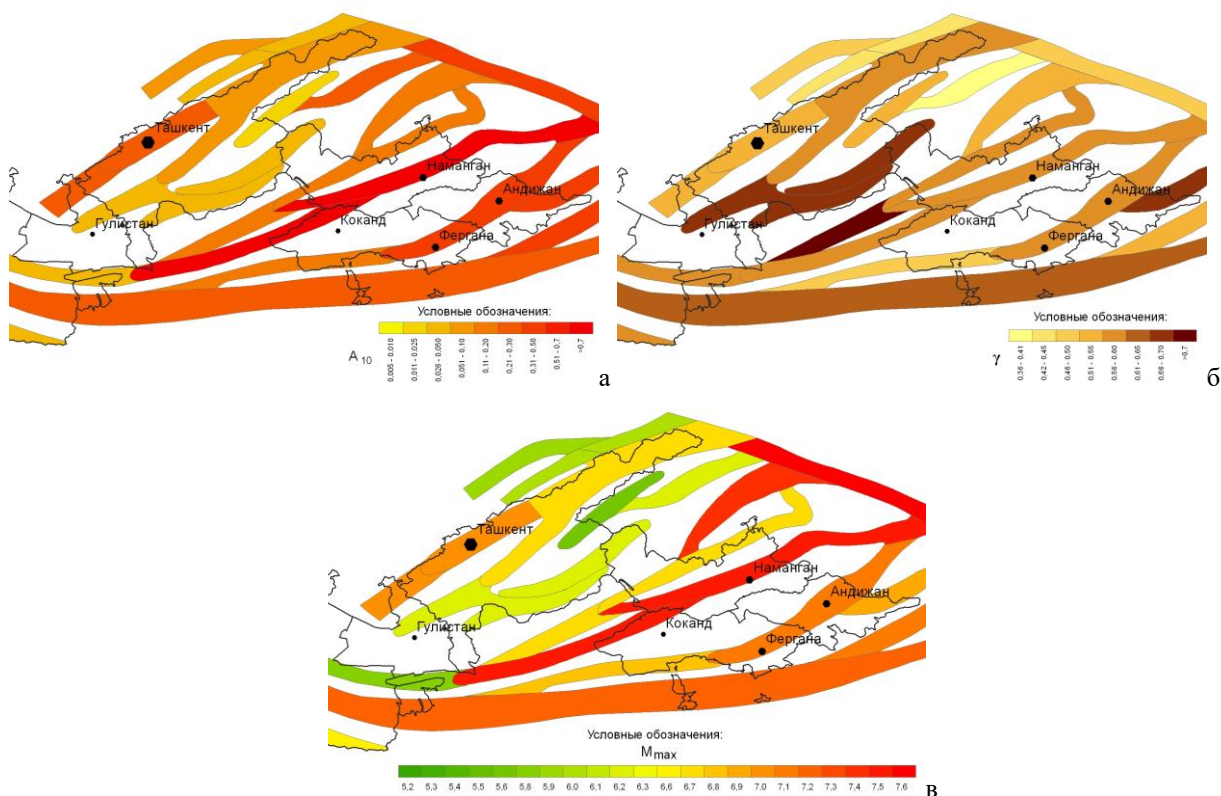


Рис.4. Сейсмологическая параметризация сейсмогенных зон: а) сейсмическая активность; б) угол наклона повторяемости землетрясений; в) сейсмический потенциал.

С учетом сроков представительной регистрации землетрясений, были построены графики повторяемости землетрясений различного энергетического уровня отдельно слабым землетрясениям ($K=9-13$) и умеренным землетрясениям ($K=12-17$) и по всей совокупности землетрясений ($K=9-17$). Аналогичные графики повторяемости землетрясений были построены для каждой мегазон и подзоны. Наименьшие значения сейсмической дробности получаются при использовании сильных землетрясений, а наибольшие значения γ – при использовании слабых землетрясений. Получение оценок значений A_{10} и γ для подзон, входящих в мегазону, непосредственно из графиков повторяемости по статистическим соображениям, как правило, не возможно.

Расчет сейсмической активности A_{10} в каждой из подзон проводился методами суммирования и распределения. При обоих способах расчета сейсмической активности использовалось как региональное значение параметра γ , полученное по всей совокупности землетрясений, так и значение γ , рассчитанное по слабым и умеренным землетрясениям с $K=9-13$, происшедшим непосредственно в той мегазоне, к которой относится исследуемая подзона. Таким образом, было получено четыре варианта распределения сейсмической активности для площадных источников, каждый из которых с учетом своего веса был использован для расчета сейсмической опасности.

При оценке сейсмического потенциала каждой мегазоны мы опирались на два фактора: на сейсмический потенциал, определяемый на основе сеймотектонических и сейсмологических данных, тех сейсмогенных зон, которые попадают в исследуемую мегазону; на магнитуду максимального наблюдаемого землетрясения, происшедшего в мегазоне. Каждой мегазоне приписывалось наибольшее из этих значений M_{max} . Так, например, для Приташкентской мегазоны наибольшее значение сейсмического потенциала сейсмогенных зон, попадающих в мегазону, составляет $M_{max}=6,5$ по сеймотектоническим данным, $M_{max}=6,8$ по сейсмологическим данным, а магнитуда максимального наблюдаемого землетрясения имеет значение $M=6,7$. Поэтому для расчета сейсмической опасности этой зоне мы приписывали значение $M_{max}=6,8$.

В качестве глубин землетрясений при расчете сейсмической опасности рассматривалась найденная в работе зависимость $H=H(K)$, где K - энергетический класс землетрясения, поскольку использование единой для землетрясений различного энергетического уровня глубины (обычно полагают $H=15$ км) может приводить к существенным ошибкам. Доказано с ростом энергетического класса землетрясения наиболее вероятная глубина его возникновения также возрастает и поэтому в дальнейших расчетах использовалась найденная зависимость.

При построении карт сейсмического районирования учет факторов неопределенности входных параметров, необходимых для оценки сейсмической опасности, проводился путем построения логического дерева, веса к различным вариантам подбирались исходя из функции распределения параметров и эвристических соображений.

Построены карты сейсмической опасности территории Восточного Узбекистана в баллах макросейсмической шкалы (рис.5) и ускорениях колебания грунта (рис.6) для вероятностей $P=0,9$, $P=0,95$, $P=0,98$ и $P=0,99$ не превышения уровня сейсмического воздействия в течение 50 лет при выборе в качестве потенциально опасных зон - площадных источников и сейсмогенизирующих зон.

По сравнению с изолиниями карты ОСР-78 на новой карте достаточно дифференцированно представлены Ферганская долина и территория Приташкентского района. Девяти балльные зоны в Восточном Узбекистане направлены вдоль простираения Андижанской, Наманганской и Северо-Ферганской сейсмоактивных зон, характеризующихся очень высоким сейсмическим потенциалом. На территории Приташкентского района, вне зоны активного динамического влияния Каржантауской структуры и системы Ангренских разломов, на новой карте появилась семи балльная область.

Построенная серия карт, достаточно адекватно отражает сейсмическую опасность территории Восточного Узбекистана и, с одной стороны, подчеркивает структурированность земной коры исследуемой территории, с другой, показывает дифференциацию сейсмогенизирующих зон по степени сейсмической активности.

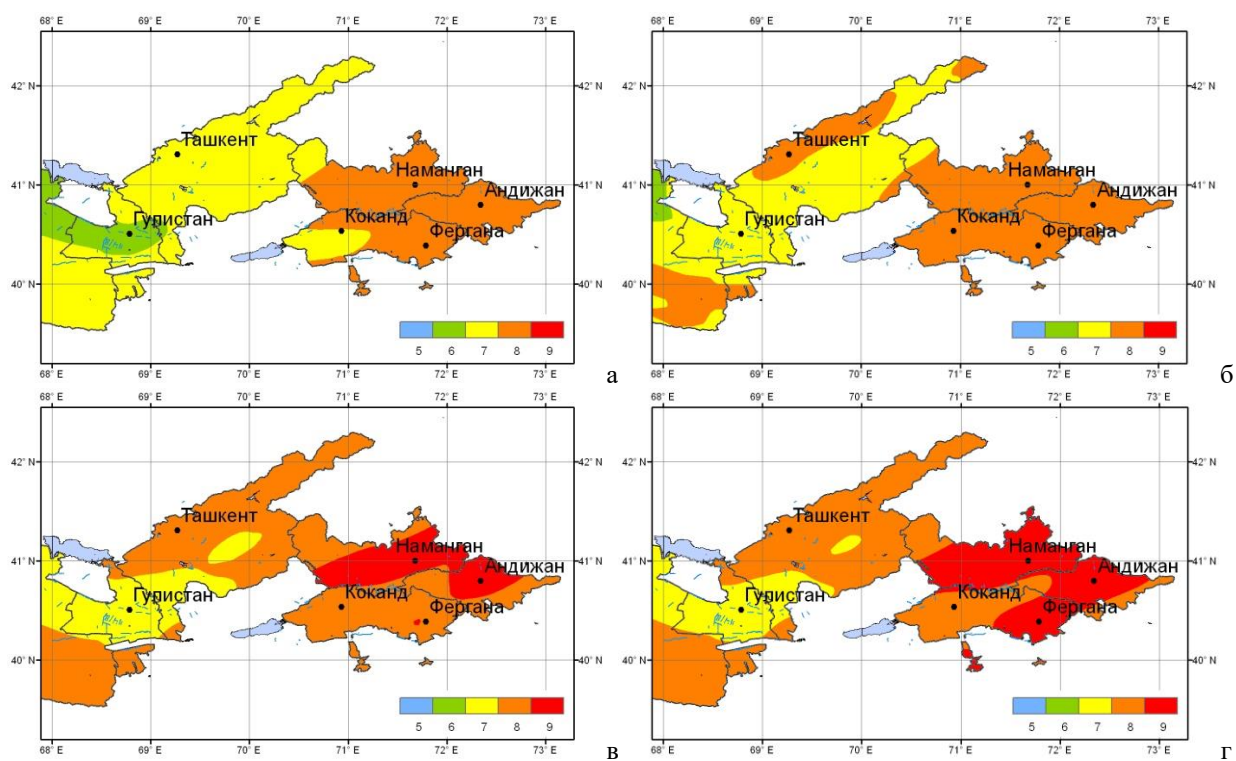


Рис.5. Карта сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана в баллах макросейсмической шкалы (а – $P=90\%$, б – $P=95\%$, в – $P=98\%$, г – $P=98\%$).

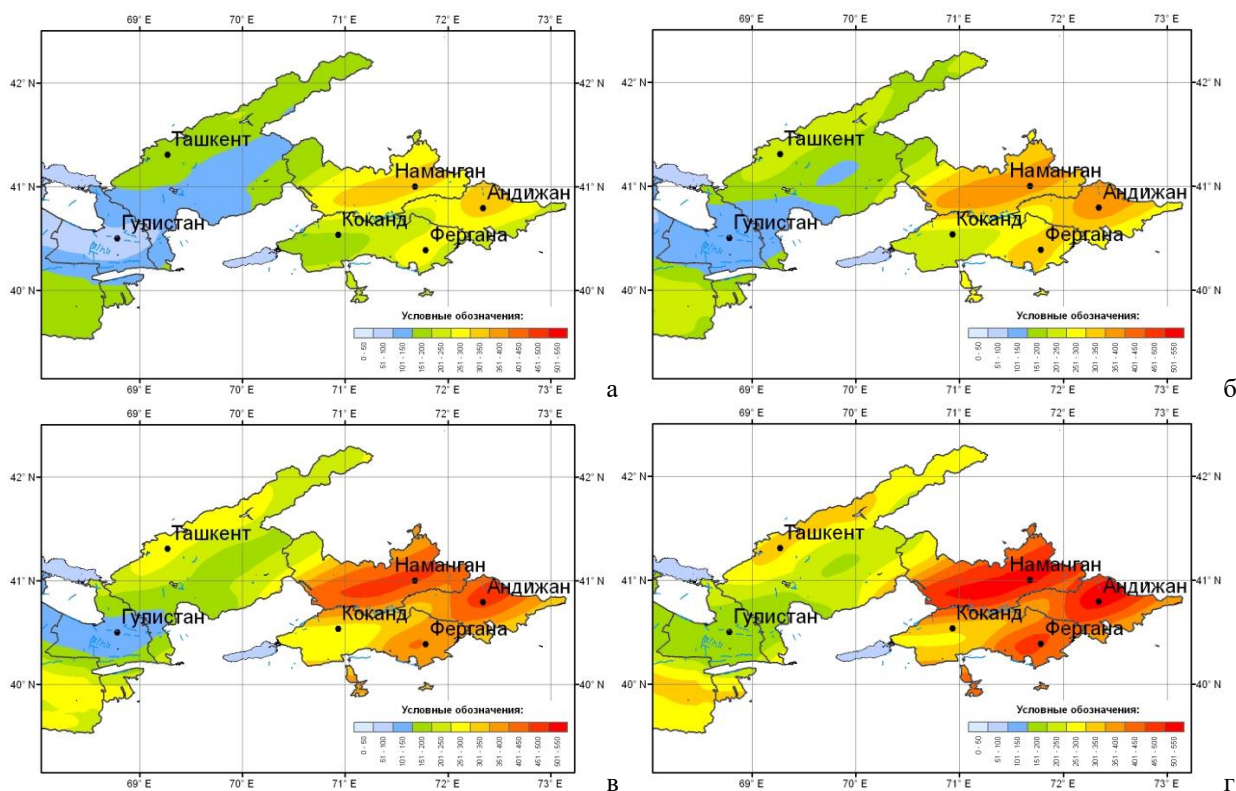


Рис.6. Карта сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана в амплитудах ускорений (в см/сек^2) колебаний грунта (а – $P=90\%$, б – $P=95\%$, в – $P=98\%$, г – $P=98\%$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований в диссертации сделаны следующие выводы.

1. Разработана информационно-аналитическая система, включающая базы сейсмологических, сеймотектонических данных и комплекс программных средств, позволяющих оперативно решать ряд задач по количественной оценке сейсмической опасности сейсмоактивных территорий.

2. Исследовано влияние факторов неопределенности входных параметров на результаты оценки сейсмической опасности. Установлено, что наибольшие отклонения от карт сейсмической опасности, построенных на основе средних значений в распределении параметров сейсмического режима и сейсмических воздействий, могут возникать вследствие возникновения землетрясений максимальной силы на минимальных глубинах очага ($\Delta I = 1,5$ балла), статистических ошибок в определении угла наклона графика повторяемости землетрясений различного энергетического уровня γ ($\Delta I = 0,96$ балла) и величины максимального возможного землетрясения M_{max} ($\Delta I = 0,84$ балла). Вклад таких факторов неопределенности как неточное определение сейсмической активности A_{10} , неверный выбор преобладающего типа подвижки в очаге, использование не локальных, а региональных законов затухания интенсивности сейсмических воздействий с расстоянием, составляет значения $\Delta I = 0,24$; $\Delta I = 0,34$ и $\Delta I = 0,22$ балла соответственно.

3. Для территории Восточного Узбекистана впервые предложены наиболее «опасные» варианты карт сейсмической опасности со средней повторяемостью один раз в $T = 500$ и $T = 5000$ лет, в которых учтены всевозможные факторы неопределенности в параметрах сейсмического режима и сейсмических воздействий. Данные карты существенно отличаются от карт, построенных на основе среднестатистических значений этих параметров. На отдельных участках карты со средней повторяемостью один раз в $T = 5000$ лет, интенсивность сейсмических воздействий может превосходить 9 баллов. Учитывая очень малую вероятность проявления крайних отклонений в распределении параметров сейсмического режима и сейсмических воздействий от средних значений, эта карта может быть использована для объектов с повышенным уровнем ответственности.

4. На основе выявленных региональных закономерностей сейсмического процесса и сейсмических воздействий предложена оценка сейсмической опасности и построен новый комплекс карт сейсмического районирования территории Восточного Узбекистана. В разработанных картах сейсмического районирования сейсмическая опасность выражена в баллах макросейсмической шкалы и в ускорениях колебаний грунта и характеризуется расчетной интенсивностью сейсмического воздействия, которое на средних грунтах с заданной вероятностью ($P = 0.9$, $P = 0.95$, $P = 0.98$ и $P = 0.99$) не будет превышено в течение 50 лет.

5. Созданный комплекс карт сейсмического районирования использует различные типы сейсмических источников и учитывает ряд неопределенностей входных параметров, связанных как с неполнотой исходной сейсмологической и сеймотектонической информации, так и с вероятностным характером сейсмического процесса и сейсмических воздействий. Новые карты сейсмического районирования построены с учетом мирового опыта оценки и картирования сейсмической опасности и адекватно характеризуют реальную сейсмическую опасность исследуемой территории, отражая в себе структурированность земной коры и дифференциацию сейсмоактивных зон по степени сейсмической активности. Разработанные карты сейсмического районирования предназначены для проведения антисейсмических мероприятий и в первый очередь, для сейсмостойкого строительства.

**SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL ON SCIENTIFIC COUNCIL
DSc.27.06.2017.GM.40.01 ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES
THE INSTITUTE OF MINERAL RESOURCES, INSTITUTE
OF GEOLOGY AND GEOPHYSICS, INSTITUTE OF HYDROGEOLOGY
AND ENGINEERING GEOLOGY, INSTITUTE OF SEISMOLOGY,
NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN AND TASHKENT
STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

INSTITUTE OF SEISMOLOGY

MIRZAEV MURODJON ABDURAHIMDJANOVICH

**QUANTITATIVE VALUE OF SEISMIC HAZARD
OF EAST UZBEKISTAN**

04.00.06 - Geophysics. Geophysical methods of mineral prospecting

**ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES**

Tashkent-2019

The title of the doctor philosophy (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under registration number B2019.1.PhD/FM321.

The dissertation has been prepared at the Institute of Seismology.

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

Scientific consultant: **Artikov Turdali Usmanalievich**
Doctor of physical and mathematical sciences

Official opponents: **Maksudov Sabit Xamidovich**
Doctor of physical and mathematical sciences

Nurtaev Bakhtiyor Saifullaevich
Candidate of physical and mathematical sciences

Leading organization: Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields

The defense will take place «28» november 2019 at 10⁰⁰ at the meeting of the single scientific council based on scientific council No. DSc.27.06.2017.GM.40.01 at Institute of Mineral Resources, Institute of Geology and Geophysics, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Institute of Seismology, National University of Uzbekistan, Tashkent State Technical University (Address: 100060, Tashkent city, T.Shevchenko street, 11A. Ph.: (99871) 256-13-49, fax: (99871) 140-08-12, e-mail: info@gpniimr.uz, gpniimr@exat.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Scientific Research Institute of Mineral Resources (is registered under № ____) (Address: 100060, Tashkent city, T.Shevchenko street, 11A. Ph.: (99871) 256-13-49, fax: (99871) 140-08-12).

The abstract of the dissertation is distributed on «15» XI 2019.

Protocol at the register № 25 «15» XI 2019.



R.Akhundjanov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of geology and mineralogical Sciences

K.R.Mingboyev
Scientific secretary of the scientific council
for awarding the scientific degrees,
doctor of geology and mineralogical sciences (PhD)

K.N.Abdullabekov
The chairman of scientific seminar under
scientific council for awarding the scientific
degrees, doctor of physical-mathematical
sciences, academical

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is a quantitative assessment of seismic hazard of the East Uzbekistan.

The object of the research work is seismicity of East Uzbekistan area.

Scientific novelty of the research work is that:

firstly quantitative assessments of seismic hazard in the area of East Uzbekistan has been done based on various seismic sources;

firstly the influence of uncertainty in input parameters on seismic hazard determination in East Uzbekistan area is assessed;

the seismic hazard of East Uzbekistan is quantitatively estimated based on input uncertainty factors;

a new seismic zoning map of East Uzbekistan has been created.

Implementation of research results. On the basis of the obtained scientific results of the quantitative assessment of seismic hazard of East Uzbekistan the following have been implemented:

the identified regional patterns of the seismic process and seismic impacts were introduced in Ministry of emergency situations of the Republic of Uzbekistan (reference No 2/4/24-2600 October 4, 2019, Ministry of emergency situations of the Republic of Uzbekistan). The results made it possible to clarify the quantitative estimates of seismic hazard in East Uzbekistan;

a new set of seismic zoning maps of East Uzbekistan in points of macroseismic scale and in acceleration of ground motion on a probabilistic basis was introduced in the Ministry of emergency situations of the Republic of Uzbekistan (reference No 2/4/24-2600, October 4, 2019, Ministry of emergency situations of the Republic of Uzbekistan) The results made it possible to assess the seismic hazard of the East Uzbekistan area in terms of a macro-seismic scale and acceleration of ground motion;

new regional patterns of attenuation of the intensity of seismic effects with distance for earthquakes of various energy levels were introduced in Ministry of emergency situations of the Republic of Uzbekistan (Reference No 2/4/24-2600, October 4, 2019 of the Ministry of emergency situations of the Republic of Uzbekistan). The results made it possible to optimize the network of seismometric observations for the operational determination of the position coordinates of the occurring earthquakes and the assessment of the seismic hazard in Uzbekistan.

The structure and volume of the dissertation. The thesis consists of introduction, four chapters, conclusions, and a list of used literature. The volume of the thesis forms 121 pages of the text.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Закономерности проявления последовательных сильных землетрясений в пределах сейсмоактивных зон Узбекистана // Доклады Академии наук РУз. Ташкент, 2015. – №3. – С. 38-40 (04.00.00; №5).

2. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Оценка точности современных карт сейсмического районирования // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2016. – №3. – С. 43-50 (04.00.00; №2).

3. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Учет факторов неопределенности входных параметров при оценке сейсмической опасности // Вестник НУУз. – Ташкент, 2016. – №3/1. – С.123-129 (04.00.00; №7).

4. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Кучкаров К.И., Мирзаев М.А. Количественные характеристики сейсмической опасности территории Узбекистана в максимальных значениях скоростей колебаний грунта и в их спектральных амплитудах // Геодинамика и тектонофизика. – Иркутск, Россия, 2018. – Т.9. №4. – С. 1173–1188. doi:10.5800/GT-2018-9-4-0389 (04.00.00; №8).

5. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Кучкаров К.И., Мирзаев М.А. Региональные закономерности изменения спектрального состава скоростей колебаний грунта при землетрясениях и их использование для оценки сейсмической опасности // Доклады Академии наук РУз. – Ташкент, 2018. – №1. – С. 50-55 (04.00.00; №5).

6. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Кучкаров К.И., Мирзаев М.А. Сейсмическая опасность территории Восточного Узбекистана в спектральных характеристиках скоростей колебаний грунта // Геология и минеральные ресурсы. – Ташкент, 2018. – №2. – С. 47-55 (04.00.00; №2).

7. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Кучкаров К.И., Мирзаев М.А. Количественные характеристики сейсмической опасности территории Узбекистана в максимальных значениях скоростей колебаний грунта и их спектральных амплитудах // Вестник НУУз. – Ташкент, 2018 – 3/1. – С. 325- 330 (04.00.00; №7).

II бўлим (II часть; part II)

8. Мирзаев М.А. Применение современных информационных технологий для оценки сейсмической опасности территорий // Мат. Респ.

науч.-прак. конф. молодых ученых «Научный прогресс и инновационное развитие экономики». – Ташкент, 5 декабрь 2012 г. – С. 145-147.

9. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Закономерности изменения структуры потока сейсмических событий в очаговых зонах сильных землетрясений в период их подготовки // Сб. док. науч.-прак. конф. «Статистика и её применения». – Ташкент, 17-18 октября 2013 г. – С. 225-230.

10. Мирзаев М.А. Локальные эффекты от землетрясений малых глубин // Сб. тез. док. Респ. науч.-прак. конф. молодых учёных. – Ташкент, 22 декабря 2015 г. – С. 341-343.

11. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Некоторые особенности проявления последовательных сильных землетрясений в сейсмоактивных зонах Узбекистана // Проблема сейсмологии. – Ташкент, 2015. – №12. – С. 8-13.

12. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Современные подходы к проблеме оценки сейсмической опасности и их реализация для территории Узбекистана // Проблема сейсмологии. – Ташкент, 2016. – №13 – С. 5-29.

13. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. О точности современных карт общего сейсмического районирования // Проблема сейсмологии. – Ташкент, 2016. – №13 – С. 29-37.

14. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Исследование погрешностей современных карт сейсмического районирования (на примере территории Восточного Узбекистана) // Геориск. – Москва, 2017. – №1. – С. 36-44.

15. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. К учету факторов неопределенности в современных картах сейсмического районирования // Мат. Межд. науч. конф. «Наука, техника и инновационные технологии в эпоху могущества и счастья» – Ашхабад. 12-13 июня 2017 г. – I том, С. 241-242.

16. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Статистические методы изучения взаимосвязи периодов сейсмической активизации в различных сейсмоактивных зонах Центральной Азии // Сб. док. науч.-прак. конф. «Статистика и её применения» – Ташкент, 19-20 октября 2017 г. – С. 275-280.

17. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Методология построения нового комплекса карт общего сейсмического районирования территории Узбекистана ОСР-2017 // Геориск. – Москва, 2018. – №2. – С. 6-24.

18. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Долгосрочный прогноз сильных землетрясений на территории Узбекистана по комплексу прогностических параметров сейсмического режима // Современные проблемы механики. – Бишкек, 2018. – №33(3). – С. 146-157.

19. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Новый комплекс карт общего сейсмического районирования территории Узбекистана ОСР-2017 // Наука, защита, безопасности. – Ташкент, 2018. – №1. – С. 60-72.

20. Мирзаев М.А., Кучкаров К.И. Закономерности изменения спектрального состава скоростей колебаний грунта при землетрясениях и их использование для оценки сейсмической опасности// X Межд. конф. молодых ученых и студентов «Современная техника и технологии в научных исследованиях» – Бишкек, 18-20 апреля 2018 г. – С. 67-73.

21. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. Комплекс новых карт общего сейсмического районирования территории Узбекистана ОСР-2017 // Сб. док. Межд. науч. конф. «Геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии» – Ташкент, 15-16 октября 2018 г. – С. 17-21.

22. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. О связи периодов сейсмической активизации в сейсмоактивных зонах Узбекистана с возникновением сильнейших землетрясений в Центральной Азии // Сб. док. Межд. науч. конф. «Геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии» – Ташкент, 15-16 октября 2018 г. – С. 191-196.

23. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. О новой карте общего сейсмического районирования территории Узбекистана ОСР-2018 // Науч.-прак. конф. «Механика деформируемого твердого тела». – Ташкент, 25 октября 2018 г., – Том I С. 173-177.

24. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Ибрагимова Т.Л., Мирзаев М.А. О комплексе карт общего сейсмического районирования территории Узбекистана ОСР-2017 // Мат. X Межд. науч.-прак. конф. на тему: «Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата» ГЕОРИСК-2018. – Москва, 23-24 октября 2018 г., – Том 1 С.155-159.

Автореферат «Тошкент тиббиёт академияси ахборотномаси» журнали
тахририятида тахрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги
матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи: 3,25. Адади 100. Буюртма № 80.

Гувоҳнома reestr № 10-3719
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.