

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

---

**СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ШУКУРОВ ЗУХРИДДИН ФАЗЛИДДИНОВИЧ**

**КАРЖАНТАУ ЕР ЁРИҒИ СЕЙСМИК ҲОЛАТИГА МОС ЗАМОНАВИЙ  
ҲАРАКАТЛАРНИ ГИС ТЕХНОЛОГИЯСИ АСОСИДА  
МОДЕЛЛАШТИРИШ**

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

**ГЕОЛОГИЯ-МИНЕРАЛОГИЯ 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)**

**Шукуров Зухриддин Фазлиддинович**

Каржантау ер ёриғи сейсмик ҳолатига мос замонавий ҳаракатларни ГИС технологияси асосида моделлаштириш.....3

**Шукуров Зухриддин Фазлиддинович**

Моделирование современных движений, соответствующих сейсмическому состоянию Каржантауского разлома, на базе ГИС технологий.....21

**Shukurov Zukhriddin Fazliddinovich**

Modeling of modern movements of the respective seismic condition of Karjantau fault on the basis of GIS technologies .....39

**Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works .....42

**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**

---

**СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**ШУКУРОВ ЗУХРИДДИН ФАЗЛИДДИНОВИЧ**

**КАРЖАНТАУ ЕР ЁРИҒИ СЕЙСМИК ҲОЛАТИГА МОС ЗАМОНАВИЙ  
ҲАРАКАТЛАРНИ ГИС ТЕХНОЛОГИЯСИ АСОСИДА  
МОДЕЛЛАШТИРИШ**

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

**ГЕОЛОГИЯ-МИНЕРАЛОГИЯ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент-2019**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.2.PhD/GM13 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Сейсмология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.gpniimr.uz](http://www.gpniimr.uz)) ва «Ziynet» ахборот-таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:** **Хамидов Лутфулла Абдуллаевич**  
физика-математика фанлари доктори

**Расмий оппонентлар:** **Максудов Сабитжан Хамидович**  
физика-математика фанлари доктори

**Атабаев Дилшод Хусайнбаевич**  
геология-минералогия фанлари номзоди

**Етакчи ташкилот:** **«Ўзбекгидрогеология» ДУК**

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 илмий даражалар берувчи DSc.27.06.2017.GM.40.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2019 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100060, Тошкент шаҳри, Т.Шевченко кўчаси, 11а-уй. Тел.: (99871) 256-13-49, факс: (99871) 140-08-12, e-mail: [info@gpniimr.uz](mailto:info@gpniimr.uz), [gpniimr@exat.uz](mailto:gpniimr@exat.uz)).

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

Диссертация автореферати 2019 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ да тарқатилди.  
(2019 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

**М.М.Пирназаров**

Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, г.-м.ф.д.

**К.Р.Мингбоев**

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

**Қ.Н.Абдуллабеков**

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳон амалиётида табиий ва техноген турдаги офатлардан ҳимояланиш, жумладан, аҳоли ва ҳудудларни сейсмик хавфини баҳолаш бугунги кунда муҳим аҳамият касб этади. Дунёнинг ривожланган давлатларида эндоген геологик жараёнлар мониторингини олиб боришда глобал навигацион йўлдошлар тизимлари (GNSS) маълумотларини қайта ишлаш ва таҳлил қилиш, унинг моделларини тузиш билан бевосита географик ахборот тизимларини (ГИС) қўллаш ишлари асосий восита сифатида хизмат қилмоқда. Бу борада ер қаърининг ҳолатини баҳолаш бўйича эндоген геологик жараёнлар мониторинг тизимига замонавий услубларни қўллаш тадқиқотлари давлатларни ижтимоий-иқтисодий, барқарор ривожлантиришга хизмат қилади.

Бугунги кунда жаҳонда зилзилаларни прогноз қилиш масаласи бўйича эндоген геологик жараёнларни баҳолаш, геологик муҳитнинг кучланганлик-деформацион ҳолатини аниқлаш, ер қобиғининг замонавий ҳаракатлари моделларини ишлаб чиқиш бўйича қатор илмий изланишлар олиб борилмоқда. Хусусан, АҚШ, Германия, Франция, Япония, Жанубий Корея, Хитой ва Россия каби давлатларда ер қобиғининг деформацион ҳолатини моделлаштиришда халқаро космогеодезик ўлчов тизимидаги нуқталардан узлуксиз олинаётган ҳаракатлар тўғрисидаги маълумотларни қўллашга алоҳида аҳамият берилмоқда. Бундай илмий ёндашув GNSS маълумотларини замонавий ГИС технологияси асосида қайта ишлаш, таҳлил қилиш ва зилзилаларни прогнозлаш услубиятини такомиллаштириш имкониятини беради.

Мамлакатимизда аҳоли ва ҳудудларнинг сейсмик хавфини баҳолаш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Жумладан, стратегик аҳамиятга эга объектлар жойлашган ҳудудларда ер қобиғининг вертикал ҳаракатлари аниқланган. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясида «...одамларнинг экологик хавфсиз муҳитда яшашини таъминлаш...»<sup>1</sup> вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, Тошкентолди ва унинг атрофидаги ҳудудларни қамраб оловчи Каржантау ер ёриғи сейсмик ҳолатига мос замонавий ҳаракатларни ГИС технологияси асосида моделлаштириш бўйича илмий тадқиқотларни олиб бориш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сон Фармони, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2014 йил 12 майдаги «Ўзбекистон Республикасининг ер қаъри мониторингини олиб бориш тартиби тўғрисидаги низомни тасдиқлаш ҳақида»ги 119-сон Қарори, 2017 йил 1 июндаги

---

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

«Фавқулудда вазиятларнинг олдини олиш ва уларни бартараф этиш тизими самарадорлигини тубдан ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5066-сон Фармони, 2017 йил 9 августдаги «Ўзбекистон Республикаси ҳудуди ва аҳолисининг сейсмик хавфсизлиги, сейсмик мустаҳкам қурилиш ва сейсмология соҳасида илмий тадқиқотлар ўтказишни янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-3190-сон Қарорида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда, ушбу диссертация иши натижалари муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ер қобиғининг замонавий ҳаракатларини ўрганиш дунёнинг жуда кўп мамлакатлари машҳур илмий марказлари ва етакчи олий таълим муассасалари илмий ходимларининг илмий ишларида ўз аксини топган, жумладан хорижлик олимлар: Н.Ф.Рид, Ч.Ф.Рихтер, Т.Рикитаке, К.Моги, Molnar P., В.Н.Нэгер, Ч.Рейгер, Р.Рейлингер, Р.Бендик, З.-К.Шен, Б.Дж.Миди, Б.Х.Хагер, Т.А.Нерринг, С.Метцер, М.А.Флойд; МДХ миқёсидаги олимлар: Г.А.Гамбурцев, Ю.А.Мещеряков, В.И.Уломов, В.К.Кучай, Н.А.Корешков, Т.В.Гусева, А.К.Певнев, В.Г.Трифонов, В.И.Макаров, Ю.А.Трапезников, К.Е.Абдурахматов, А.В.Зубович, С.И.Кузиков, А.В.Виляев, А.Н.Мансуров; Ўзбекистоннинг таниқли олимлари: Қ.Н.Абдуллабеков, Д.Х.Якубов, М.А.Ахмаджонов, А.Р.Ярмухамедов, Е.Я.Ранцман, Р.Н.Ибрагимов, Ш.Х.Абдуллаев, М.Х.Бакиев, С.А.Ирушкин, У.А.Нурматов, Ф.Д.Нормирзаев, Л.А.Хамидов, Р.С.Ибрагимов, Ш.С.Раджабов, Д.Ш.Фазилова, И.М.Эргешов, И.М.Алимухамедов ва бошқалар томонидан тадқиқотлар олиб борилган.

Ўтган давр мобайнида геодинамик полигонлар ва техноген объектларда ўтказилган ер қобиғининг замонавий ҳаракатларини тадқиқ этиш ишлари охиригача умумлаштирилмаган. Олиб борилган тадқиқотларда асосан сифатни яхшилашга эътибор қаратилган, миқдорий жиҳатдан комплекс ҳолатда етарлича ўрганилмаган. Ўз навбатида, тадқиқот ишларида GNSS ва ГИС технологияларидан фойдаланиш орқали комплекс равишда геологик-геофизик, геодезик маълумотларни рақамли ҳолатга келтириш, тизимлаштириш ва таҳлил қилиш мутлақо янги имкониятларни очиб беради.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Сейсмология институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг ФА-Ф8-Т-062 «Ер қобиғининг деформацияланиши ва техноген объектларда зилзилалар ҳосил бўлиш механизмларининг миқдорий моделларини ишлаб чиқиш» (2012-2016 йй.), ЁА14-ФА-Т-007 «Каржантау чуқур ер ёриғи сейсмик

фаоллигини геологик-геофизик усуллар мажмуаси билан баҳолаш ва ArcGIS технологияси ёрдамида микдорий моделларини яратиш» (2016-2017 йй.) мавзусидаги фундаментал ва амалий лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Каржантау ер ёриғи ҳудудида ер қобиғининг сейсмиклик билан боғлиқ замонавий ҳаракатларини ГИС технологияси асосида моделлаштиришдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Каржантау ер ёриғи ва унга ёндош ҳудудларнинг геологик-тектоник тузилиши, сейсмиклиги, геофизик майдонлари, чуқур қатламларининг тузилиши, геодинамик кўрсаткичларининг сўнгги даврдаги вариацияларини тадқиқ этиш;

Каржантау ва Товоқсой ер ёриқлари кесишган ҳудуд ва унинг атрофидаги ҳудудлар ер қобиғининг вертикал ҳаракатларини тадқиқ этиш;

Шарқий Ўзбекистон ва унинг атрофидаги ҳудудларнинг ҳозирги замон ҳаракатларини GPS маълумотлари асосида ўрганиш;

эмпирик ифодалар ёрдамида Каржантау ер ёриғи ва унга ёндош ҳудудларнинг сейсмик ҳолат билан боғлиқ бўлган нисбий деформацияларини аниқлаш;

ГИС технологияси асосида Каржантау ер ёриғи ҳудуди ер қобиғининг сейсмиклик билан боғлиқ замонавий ҳаракатлари моделларини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Каржантау ер ёриғи ва унга ёндош блоклар танланган.

**Тадқиқотнинг предмети** ер қобиғининг замонавий ҳаракатлари, деформацион ҳолати ва унинг моделлари, вектор катталиқда баҳоланадиган силжишлар ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Ер қобиғи замонавий ҳаракатларининг зилзилалар ва бошқа геодинамик жараёнлар билан боғлиқ равишда ўзгариши ҳақида маълумотларни ўз ичига олувчи ўтказилган илмий тадқиқот ишлари натижаларини таҳлил қилиш, барча услубий қўлланмаларга мувофиқ ҳолда Каржантау ер ёриғи ҳудудида ўтказилган кўп йиллик геофизик ва геодезик кузатув ишларини олиб бориш, шунингдек олинган ўлчаш натижалари асосида ер қобиғи замонавий ҳаракатларининг геодинамик жараёнлар билан боғлиқлигини баҳолаш усуллари орқали тадқиқ этилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

Каржантау ва Товоқсой ер ёриқлари ҳудудларининг 36 йиллик (1979-2016 йй.) ўртача вертикал ҳаракатлари адвектив структуралар ривожланиши қонунияти асосида рўй бериши аниқланган;

илк бор глобал навигацион йўлдошлар тизимлари (GNSS) маълумотларини қайта ишлаш ва таҳлил қилиш дастури асосида Шарқий Ўзбекистон ҳамда унинг атрофидаги ҳудудлар ер қобиғининг йиллик ўртача горизонтал ва вертикал ҳаракат тезликлари аниқланган;

содир бўлган зилзилалар натижасида ер юзасида пайдо бўлган силжишларни эмпирик ифодалар орқали ҳисоблаб топиш мумкинлиги аниқланган;

ер ёриқлари билан чегараланган блокларнинг Мохоровичич чегарасигача бўлган қалинликлари ва бошқа физик параметрларини баҳолаш кўрсаткичлари ишлаб чиқилган;

Шарқий Ўзбекистон ва унга ёндош ҳудудлар ер қобиғи замонавий ҳаракатларининг моделлари яратилган.

#### **Тадқиқотнинг амалий натижалари:**

Каржантау ер ёриғи ва унга ёндош блоклар ҳудудларида сўнгги 100 йилда содир бўлган зилзилалар таҳлили натижасида ер юзасида пайдо бўлган силжишлар харитаси тузилган;

ГИС технологияси базасида Шарқий Ўзбекистон ер қобиғининг Мохоровичич чегарасигача бўлган қалинлик харитаси тузилган;

ГИС технологияси асосида олинган маълумотлар таҳлили натижасида тадқиқот ҳудуди блокларининг деформациясини миқдорий жиҳатдан баҳолашда жамланма модели тузилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Илмий тадқиқотнинг асосий натижалари ер қобиғининг горизонтал ва вертикал ҳаракатлари ўзгаришлари махсус геодинамик полигонларда, юқори аниқликка эга бўлган замонавий тахеометрлар ва GNSS станцияларида ўлчаш ёрдамида олинган. Олинган натижалар хатоликнинг нормал тақсимланиш қонуни билан солиштирилган. Хулосалар умумий миқдорда 691200 та GNSS маълумотлари, 17 та циклда бажарилган нивелирлаш ва тахеометрик кузатув маълумотлари, 1920-2018 йиллар мобайнида содир бўлган 582 та зилзилалар таҳлиллари натижаларига таянган. Тадқиқотнинг ишончлилиги ер усти ва космогеодезик ишларни ўтказишда амалдаги норматив-ҳуқуқий ҳужжатларга мувофиқлиги замонавий ГИС технологияларини қўллаш орқали таъминланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти геологик тузилиши ва геофизик жараёнлари мураккаб бўлган Ўрта Тяншаннинг Чотқол-Қурама тоғ тизмалари тузилмаси таркибидаги Каржантау ер ёриғи ва унинг атрофидаги ҳудудлар ер қобиғининг замонавий ҳаракатларини тадқиқ этиш, геологик муҳитда келгусида зилзилага олиб келиши мумкин бўлган геофизик жараёнларни моделлаштириш, зилзилаларни деформометрик даракчиларини олдиндан аниқлаш технологияларини такомиллаштириш, шунингдек региондаги сейсмик ҳолатга мос геодинамик жараёнларини назорат қилиш имкониятлари асосланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти эндоген геологик жараёнлар мониторинги, сейсмик фаол зоналарда тоғ жинсларини кескин деформацияга учрашига оид ўзгаришларини тезкор баҳолаш ишлари аҳоли ва ҳудудларни хавфли табиий офатлардан муҳофаза қилишда муҳим аҳамиятга эга бўлиб, Республика пойтахти Тошкент шаҳри ва унинг атрофидаги ҳудудларнинг сейсмик хавфини баҳолашга муайян даражада хизмат қилади.



**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Ўзбекистоннинг сейсмик фаол ҳудудларида ер қобиғининг замонавий ҳаракатларини аниқлаш ва ГИС технологияси асосида моделларини яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Каржантау ва Товоқсой ер ёриқлари кесишган ҳудудда аниқланган 36 йиллик ўртача вертикал ҳаракатлар Фавқулодда вазиятлар вазирлиги амалиётига жорий этилган (Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2019 йил 30 октябрдаги 2/4/24-2852-сон маълумотномаси). Натижада Тошкентолди ҳудуди ер қобиғининг кучланганлик деформацион ҳолатини сейсмологик, геофизик ва геодезик кузатувлар мажмуаси мониторингини доимий олиб бориш заруратини асослашга хизмат қилган;

тадқиқот ҳудудининг сўнгги 100 йилда содир бўлган zilzilalar оқибатида юзага келган силжишларни акс эттирувчи силжишлар харитаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги амалиётига жорий этилган (Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2019 йил 30 октябрдаги 2/4/24-2852-сон маълумотномаси). Натижада фавқулодда геодинамик хатарли ҳудудларни ажратиш ва ер қобиғининг хавфли деформацияланаётган жойларини баҳолашга имкон берган;

ер ёриғи ҳудуди блокларининг деформация модели Фавқулодда вазиятлар вазирлиги амалиётига жорий этилган (Фавқулодда вазиятлар вазирлигининг 2019 йил 30 октябрдаги 2/4/24-2852-сон маълумотномаси). Натижада Каржантау ҳудудининг эндоген геологик жараёнлар мониторинги ҳамда сейсмик фаол зоналарнинг тоғ жинслари кескин деформацияга учрашини тезкор баҳолаш имконини яратган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот 2 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 20 та илмий мақола чоп этилган. Шулардан 12 таси тезис, 8 таси илмий мақола бўлиб, улар Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда, шу жумладан, 7 таси республикада ва 1 таси хорижий илмий журналларда.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, учта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг умумий ҳажми 121 бетни ташкил этади.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш қисмида,** ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқ келиши кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, уларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини

амалиётга жорий қилиниши, нашр этилган ишлар бўйича маълумотлар ва диссертация тузилиши келтирилган.

Диссертациянинг **«Каржантау ер ёриғи ҳудудида ўтказилган геологик-геофизик ва геодезик тадқиқотлар таҳлили»** деб номланган биринчи бобида Каржантау ер ёриғи ҳудудининг геологик-тектоник тузилиши, тарихий ва замонавий сейсмик фаоллиги, ер қобиғининг ҳозирги замон ҳаракатлари, чуқур ер ёриқлари, Республиканинг умумий сейсмик районлаштириш, сейсмоген зоналари, GPS усуллари ёрдамида замонавий геодинамик ҳолатни баҳолаш, мониторинг ишларини ташкил қилиш имкониятлари ҳақида батафсил маълумотлар берилган.

Бугунги кунда Ўзбекистон ҳудудида жойлашган 10 та GPS станциялари маълумотлари ва яна Марказий Осиё ҳудудида жойлашган 20 га яқин GPS станциялари маълумотлари узлуксиз равишда Сейсмология институти серверига ёзиб борилмоқда. GNSS маълумотларини сақлаш ва ундан илмий тадқиқот ишларида фойдаланиш учун рақамли маълумотлар базаси яратилди. Бу маълумотлар базасидан фойдаланиш орқали келажақда GNSS маълумотларини автоматик тарзда қайта ишлашни йўлга қўйиш, умуман геодинамик ҳолатни тизимли мониторинг қилиш ишларини ташкиллаштириш, бу ишларга кетадиган меҳнатни енгиллаштириш имкониятларини излаш белгиланди. Натижада геологик тузилиши ва геофизик жараёнлари муракаб бўлган Ўрта Тяншаннинг Чотқол-Қурама тоғ тизмалари тузилмаси таркибидаги Каржантау ер ёриғи ва унинг атрофидаги ҳудудлар ер қобиғининг кучланганлик-деформацион ҳолатини миқдорий баҳолаш механизмларини ярим автоматлаштириш орқали эндоген геологик жараёнларнинг мониторингини ташкил қилишнинг илмий асосларини яратиш маълум даражада ҳал қилинди.

Диссертациянинг **«Каржантау ер ёриғи ҳудуди геодинамик кўрсаткичларининг сўнгги даврдаги вариациялари»** деб номланган иккинчи бобида тахеометрик ва GNSS тасвирлаш усуллари орқали ер қобиғининг замонавий вертикал ва горизонтал ҳаракатларини аниқлаш услуги, Каржантау ва Товоқсой ер ёриқлари кесишган ҳудуд ер қобиғининг замонавий вертикал ҳаракатларининг ўлчов натижалари, Шарқий Ўзбекистон ва унинг атрофидаги ҳудудларнинг сўнгги йиллардаги GNSS ўлчов натижаларини GAMIT-GLOBK муҳитида қайта ишлаш ва таҳлил қилиш натижалари келтирилган.

Ўрта Тяншаннинг Чотқол-Қурама тоғ тизмалари тузилмаси таркибидаги Каржантау ер ёриғи ва унинг атрофидаги ҳудудларнинг ер қобиғидаги вертикал ҳаракатларни тадқиқ этиш учун 2016-2017 йилларда Товоқсой геодинамик полигонида 7 циклда тахеометрик тасвирлаш ишлари олиб борилди. 2016 йилнинг боши, 1-циклда ўлчанган вертикал ҳаракатлар ушбу геологик муҳитнинг ҳаракат динамикасини баҳолашда бошланғич асос қилиб олинди. Уч ой оралиқ билан кейинги ўлчанган 2-цикл натижалари 1-цикл натижалари билан таққосланиб, қайта ишланди ва шу тариқа ўлчовлар босқичма-босқич давом эттирилди. Товоқсой геодинамик полигонида

Ўтказилган тахеометрик тасвирлаш ишлари «махаллий» координата тизими асосида олиб борилган. Ўлчов ишлари учун таянч нуқта қилиб биз шартли номлаган Каржантау ер ёриғи жанубида жойлашган «Астропункт» олинди, «Астропункт» ва биз шартли номлаган «Ферма» нуқталари ўлчов ишлари учун базис этиб белгиланди. Қолган нуқталар: «Новый», «Кладбище», «Скала», «Высота» Каржантау ер ёриғининг икки тарафида жойлашган бўлиб, ушбу ёриқ йўналишига перпендикуляр қилиб биз белгиланган базис чизиғига нисбатан ҳисобланди ва юқоридаги ўлчов нуқталарининг геодезик аниқ жойлашиши келиб чиқди. Ўлчов нуқталари Каржантау ер ёриғи икки қирғоғидаги палеозой тоғ жинсларига ўрнатилган.

2016-2017 йиллардаги тахеометрик дала кузатув ишларида олинган 1-цикл нисбий вертикал ҳаракат натижалари 1979-1980 йиллардаги нивелирлаш ишларида олинган 0-цикл нисбий вертикал ҳаракат натижалари билан қайта ишланди ва таққосланди, бунда уларнинг фарқлари 543,739 м ни ташкил қилди. Шундан келиб чиқиб 1979 йилга нисбатан вертикал ҳаракат қийматлари 543,739 м бўлганини кўрсатди ва бу нисбий ўлчанган миқдорлар битта реал тизимга келтирилди (1-жадвал).

1-жадвал

#### Реперларнинг 2016-1979 йиллардаги вертикал ҳаракат фарқлари

Реперлар номи	1979, м	2016, м	Фарқи, м	1979, м	2016, м	2016-1979, м
Астропункт	156,261	700,000	543,739	700,000	700,000	0,000
Новый	123,422	668,443		667,161	668,443	1,282
Кладбище	149,902	694,902		693,641	694,902	1,261
Ферма	153,733	698,776		697,472	698,776	1,304
Скала	176,892	721,880		720,631	721,880	1,249
Высота	203,982	748,912		747,721	748,912	1,191

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, нисбий баландликларнинг 1979 йилги нивелирлаш натижалари ва 2016 йиллардаги тахеометрик тасвирлаш натижалари фарқларидан тахеометр ўрнатилган жой ва геодезик марка оралиқлари (Геодезия ва картография бош бошқармаси конструкцияси баландлиги), яъни 1,25 метрни айириб ташласак, реперларнинг 36 йиллик вертикал ҳаракатлари келиб чиқади (2-жадвал).

2016-2017 йилларда олиб борилган геодезик тадқиқот натижалари асосида ер қобиғининг вертикал ҳаракатлари таҳлил қилинди ва шунга асосан реперларнинг 36 йиллик вертикал ҳаракатлари аниқланди. Каржантау ер ёриғи шимолида жойлашган «Скала» ва «Высота» нуқталарида -1 мм ва -59 мм га чўкиш ҳолати кузатилди. Жанубий қисмида жойлашган «Новый», «Кладбище» ва «Ферма» геодезик кузатув нуқталарида 32 мм, 11 мм, 54 мм га кўтарилиш ҳолати кузатилди. Айниқса, «Ферма» ва «Высота» нуқталарида вертикал ҳаракатлар қолган жойларга нисбатан кўпроқ ўзгаргани аниқланди.

Бундай фикр юритилишига сабаб, юқорида келтирилган нуқталар Каржантау ер ёриғига яқин ҳудудларда, яъни ер ёриғи ҳудудида жойлашганлиги натижасидадир.

2-жадвал

Реперларнинг реал тизимдаги 36 йиллик вертикал ҳаракатлари

Реперлар номи	1979, м	2016, м	2016-1979, м	Конструкция баландлиги, м	36 йиллик вертикал ҳаракат, м
Астропункт	700,000	700,000	0,000	0,000	0,000
Новый	667,161	668,443	1,282	1,250	0,032
Кладбище	693,641	694,902	1,261	1,250	0,011
Ферма	697,472	698,776	1,304	1,250	0,054
Скала	720,631	721,880	1,249	1,250	-0,001
Высота	747,721	748,912	1,191	1,250	-0,059

GPS маълумотларини қайта ишлаш жараёни Linux/Unix операцион тизимида ишлайдиган АҚШ нинг Массачусетс технология институти олимлари томонидан яратилган GAMIT/GLOBK дастури асосида бажарилган. Дастурнинг афзаллиги, уни ярим автоматик ҳолатда ишлашидадир. GPS маълумотларининг аниқлиги бир-неча турдаги хатоликлар билан боғлиқ. Ҳозиргача амалиётда GNSS базасида олинган координаталар жуда аниқ ва хатосиз деб ҳисобланади. Лекин доим ҳам ундай бўлавермайди, чунки GNSS базасида интерактив олинадиган координатларнинг аниқлигини ўзгартирадиган бир нечта ҳолатлар мавжуд. Бу ҳолат манбалари: 1. Электромагнит тўлқинларни ионосфера ва атмосферадан ўтишидаги тугилишлар; 2. Сунъий йўлдош ва қабул қилувчи қурилманинг вақт хатоликлари; 3. Электромагнит тўлқинларни қайта акслантиручи манбалар; 4. Сунъий йўлдошларнинг геометрик жойлашуви; 5. Танланган чекка ҳадлар (S/A); 6. Кодли маълумотларни шифрлаш – Anti Spoofing (A-S).

GPS маълумотларини бугунги кунгача тўла-тўқис қайта ишланмаганлигига сабаб, айнан юқорида келтирилган ҳолатлар қайта ишлаш жараёнидан чиқариб ташланмаганлиги билан боғлиқ. Биз олиб борган тадқиқотларимизда GPS маълумотларини аниқлигини пасайтирувчи ҳолатлар ҳисобга олинди ва улар GAMIT/GLOBK дастури асосида қайта ишлаш жараёнида чиқариб ташланган.

Олиб борилган тадқиқотларда илк бор Ўзбекистон шароитида GAMIT-GLOBK дастури асосида Шарқий Ўзбекистон ва унинг атрофидаги ҳудудлар ер қобиғининг сўнгги даврдаги GNSS ўлчов натижалари қайта тадқиқ этилди ҳамда Тошкент, Фарғона, Китоб ва қўшимча яна 11 та GPS станцияларининг замонавий ҳаракатлари аниқланди (3-жадвал).

Ўзбекистон ва унинг атрофидаги ҳудудлар GNSS станцияларининг сўнгги даврдаги горизонтал ҳаракат тезликлари (Евроосиё плитасига нисбатан)

Координаталар		Тезлик, мм·йил <sup>-1</sup>		Баландлик, мм·йил <sup>-1</sup>	Станция
Узоқлик	Кенглик	Шарқ	Шимол		
115,89	39,61	4,33	-2,04	-0,28	BJFS*
104,31624	52,21902	-2,07	-0,58	1,05	IRKM*
96,83397	-12,18834	25,15	69,27	5,92	COCO
91,10403	29,65733	15,97	20,70	1,01	LHAZ*
82,90949	55,03050	-2,57	0,78	-3,51	NOVM*
77,57038	13,02117	18,96	37,83	0,90	IISC*
74,75110	42,99850	-1,60	0,73	-4,62	CHUM*
74,69427	42,67977	-0,88	3,16	-1,34	POL2*
72,77749	40,52993	-1,31	6,74	-1,27	OSHK
71,78410	40,37440	-0,76	6,80	-0,34	FGNA
69,29557	41,32805	-4,59	-0,08	-2,95	TASH
66,88545	39,13477	0,10	0,69	0,29	KIT3*
58,56046	56,42982	-0,11	-0,51	4,32	ARTU*
33,39645	35,14099	-6,36	4,32	-1,60	NICO*

Натижада бу бевосита ер усти ва масофавий геодезик усулларини қўллаган ҳолда Каржантау ер ёриғи икки қанотидаги палеозой тоғ жинслари ётқизиқларига геологик-тектоник жараёнлар таъсирида ер юзасида ҳосил бўладиган вертикал ва горизонтал ҳаракатларнинг вариацияларини таҳлил қилиш ҳамда сўнгги даврдаги геодинамик жараёнларни микдорий жиҳатдан аниқлаш имконини берди.

Диссертациянинг «**Каржантау ер ёриғи ҳудуди сейсмик ҳолатига мос ер қобиғининг замонавий ҳаракатларини ГИС технологияси асосидаги моделлари**» деб номланган учинчи бобида эмпирик ифодалар ёрдамида аниқланган ер қобиғининг замонавий горизонтал ҳаракатларининг ГИС тизимидаги модели, GNSS ўлчовлари асосида аниқланган ер қобиғининг замонавий горизонтал ҳаракатлар тезлиги векторининг GLOBK ва Matlab моделлари, ГИС тизимида аниқланган Каржантау ер ёриғи ҳудуди ер қобиғининг замонавий деформация модели, яратилган деформация моделини сейсмологик маълумотлар билан ГИС муҳитида солиштириш асосида тадқиқот ҳудудининг бир хил микёсдаги жамланма модели тузилган.

Геологик ва геофизик талқинларга асосан Ўзбекистон полигонларидаги қиёсий маълумотлар бу ҳудудларда ер қобиғи турли хил хусусиятдаги фаолликни намоен этаётганини кўрсатди. Масалан, Тошкентолди ҳудудини текислик қисмидаги силжиш тезлиги 15 мм/йил, тоғ этак қисмида 10-15 мм/йил, тоғларда 60 мм/йилгача, ер ёриғи зоналарида 30 мм/йилгача, сейсмик ҳодисалар билан боғлиқ ҳаракатлар вақтида 40 мм/йилдан ортиқ бўлганини кўрсатди. Маълумки, зилзила ўчоғида геологик муҳитнинг деформацияланиш

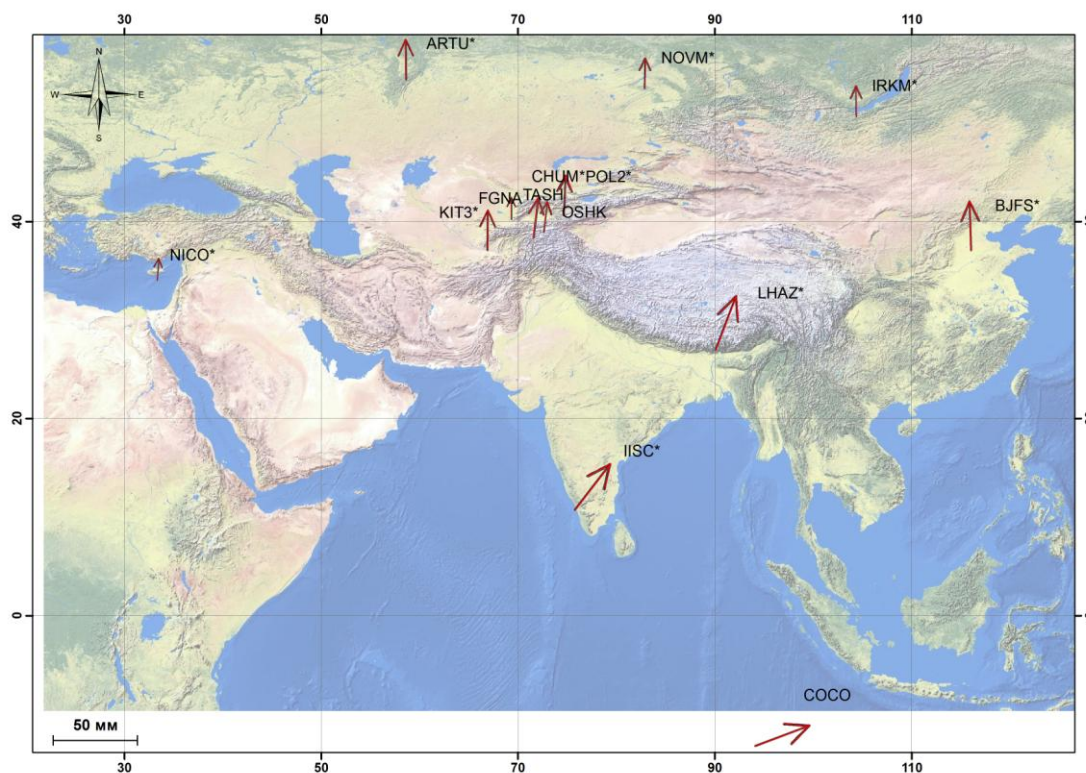
даражаси тахминан 2% ни ташкил этади. Масалан, В.И.Уломов бўйича 1966 йил 26 апрелдаги Тошкент zilzilасида ўчоқ деформацияси  $\varepsilon_0=1,9 \times 10^{-4}$  ни ташкил қилган. Каржантау ер ёригининг ўша даврдаги морфокинетик ҳолатига нисбатан унинг ғарбидаги Тошкентолди структураларида сейсмик максимал силжиш Н.А.Корешков, А.П.Райзманларнинг геодезик маълумотларига кўра  $V_{01}=35$  мм, назарий ҳисобларга кўра  $V_{01}=32$  мм бўлиб, олиб ташланган кучланиш миқдори 6 МПа ни ташкил қилган. Бу Каржантау ер ёриғи ҳудудида турли даврдаги кучли zilzilалардан ҳосил бўладиган ҳаракатлар муқим морфокинетик ҳолатга устама ҳаракатлар бўлиб кўшилиши мумкинлигини яққол кўрсатди.

Таҳлил натижаларига асосан кузатилиши мумкин бўлган деформациялар кўплаб амалий ҳолларда бир вақтнинг ўзида бир неча оддий деформацияларнинг биргаликдаги жамланмаси эканлигини таъкидлаш мумкин. Шундан келиб чиқиб, тадқиқот ҳудудимиздаги ҳар қандай деформацияланиш энг оддий икки шаклда: кенгайиш (ёки сиқилиш) ва сурилиш билан устувор бўлиши эҳтимолга яқин бўлади. Бундай ҳолатлар тадқиқот ҳудудига айнан мос тушган магнитудаси 4 дан ошиқ бўлган 1959 йилги Бручмулла, 1974 йилги Денап, 1977 йилги Товоқсой, 1980 йилги Назарбек ва 2008 йилги Тошкент zilzilалари бўйича Каржантау флексура ёриғи зонаси учун сейсмологик ва режимли геодезик ўлчовлар асосида олинган маълумотларни таҳлил қилиб, ҳаракатларнинг вектор кўринишдаги шакллари аниқланди. Бунда Тошкентдаги 2008 йилги zilzila ( $M=4,8$ ;  $J=6-7$  балл) даври учун, яна Чорвоқ сув омборининг мавсумий эксплуатацияси учун ҳам, Бурчмулла (1959 й.;  $M=6,2$ ;  $J=9$ ) zilzilаси эпицентридан Товоқсой (1977 й.;  $M=5,2$ ;  $J=8$ ) zilzilаси эпицентригача бўлган масофада деформация миқдорлари баҳоланди. Олинган натижаларга асосан Тошкентолди сейсмик фаол ҳудудида кучсиз zilzilалар (магнитудаси 4 дан кичик)  $10^{-6}$  дан паст миқдорлардаги деформацияга мос келиб, кучли zilzilаларда ернинг юзасида ҳосил бўладиган ҳаракатлар устама вертикал ёки горизонтал силжишлар билан бойиб, деформация қийматлари юқори миқдорларга кўтарилиши ( $10^{-5}$  гача чегарада) кузатилганини таъкидлаш мумкин. Бу ҳолда, кучли zilzilалар арафасида аниқланган деформометрик маълумотлар сейсмик аномал кўрсаткичларни ажратиш учун етарли даражада эътиборли бўлади.

Юқорида келтирилган 3-жадвалга асосан GNSS станцияларининг Шарқий ва Шимолий йўналишлар бўйича йиллик ўртача тезликлари натижалари Globk дастури асосида қайта ишланди ва таҳлил қилинди. Шарқий ташкил этувчи, бу Гринвич,  $0^\circ$  меридиандан GNSS станциясигача бўлган масофа, Шимолий ташкил этувчи эса ернинг экватор чизиғидан GNSS станциясигача бўлган масофа. Бу иккита Шарқий ва Шимолий ташкил этувчиларнинг 2011-2013 йиллардаги горизонтал ҳаракатлари асосида Евроосиё плитасига нисбатан GNSS станцияларининг йиллик ўртача горизонтал ҳаракатлари тезликларининг векторли харитаси тузилди (1-расм).

GNSS ўлчовлари асосида аниқланган ер қобиғининг замонавий горизонтал ҳаракатлар тезлиги векторининг GLOBK ва Matlab моделлари

яратилди. GAMIT/GLOBK дастурий тўплами асосида космогеодезик маълумотларни қайта ишлаш жараёнида GPS кузатув нуқталари каталогини олиш, жараёнларни ярим автоматлаштириш ва унга кетадиган меҳнатни камайтиришга эришилди.



1-расм. GNSS станциялари ер қобиғининг йиллик ўртача горизонтал ҳаракатлари тезлигининг Globk модели (тузувчи: З.Ф.Шукуров)

Бундан ташқари Тошкент, Фарғона, Китоб GPS станциялари ер қобиғининг горизонтал ҳаракат тезликларини ифодаловчи палеограммалар тузилди. Бу тузилган палеограмма графикларининг тренд чизиғи аниқланди ва шунга асосан Шарқий Ўзбекистон GPS станциялари ер қобиғининг ғарб-шарқ ва жануб-шимол йўналишлари бўйича ўртача йиллик горизонтал ҳаракатларини акс эттирувчи умумий ифода ҳам тузилди:

$$U_{\text{ғш}} = 6,8 \cdot U_{\text{жш}} + 0,2156 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,9634$$

бу ерда:  $U_{\text{ғш}}$  – GPS станцияси ер қобиғининг ғарб-шарқ томонга горизонтал ҳаракат тезлиги,  $U_{\text{жш}}$  – GPS станцияси ер қобиғининг жануб-шимол томонга горизонтал ҳаракат тезлиги,  $R$  – ишончлилик қиймати. Тузилган ифодага асосан ғарб-шарқ томонга йўналган горизонтал ҳаракат тезликлари жануб-шимол томонга йўналган горизонтал ҳаракатлардан 6, 7 марта катта эканлигини, ишончлилик қийматини ҳам 98% эканлигини кўришимиз мумкин.

Марказий Осиёнинг морфоструктуравий районлашувига кўра, Е.Я.Ранцман бўйича худуд Тяншан тоғ ўлкасига киради – биринчи даражали блок, у Шимоли-Шарқда Таласс-Фарғона, Шимоли-Ғарбда Ғарбий Тяншан, Жанубда – Жанубий Тяншан биринчи даражали линеаментлар билан чегараланган. Бу блоклар қуйидаги мегаблокларга бўлинади – иккинчи даражали блоклар: Чотқол мегаблоки биринчи даражали линеамент Ғарбий Тяншан ва иккинчи даражали линеамент Шимолий Фарғона оралиғида жойлашган; Фарғона мегаблоки – Шимолий ва Жанубий Фарғона оралиғида; Олой мегаблоки – иккинчи даражали линеамент Жанубий Фарғона ва биринчи даражали линеамент Жанубий Тяншан оралиғида жойлашган.

Тадқиқот худудини шартли блокларга ажратиб ўрганиш, блокларнинг фаоллиги ва замонавий деформацияни аниқлаш билан бирга унинг моделларини қуриш геодинамик жараёнларни миқдорий жиҳатдан баҳолаш имкониятини берди. Шунга асосан тадқиқот худудининг морфоструктуравий районлашуви ва линеаментлар даражалари ҳисобга олинган. Е.Я.Ранцман, О.М.Борисов, М.А.Ахмаджонов, Д.Х.Якубов А.Р.Ярмухамедов ва В.И.Уломовлар томонидан турли масштабларда шартли ажратилган блоклар геологик жойлашувидан фойдаланилди, яъни юқоридаги олимлар мезонлари асосида тадқиқот худуди регионал ер ёриқлари билан чегараланган 20 та блокларга ажратилди. Бунда Чотқол-Қурама (А) мегаблоки Тошкентолди (А-1) ва Чотқол (А-2) блокларига бўлинган. Ўз навбатида Тошкентолди ва Чотқол блоклари қўйида номлари келтирилган кичик блокчаларга бўлинган. Масалан: Каржантау (А-1-1) блоки В.И.Уломов талқини бўйича Келес блоки деб ҳам аталади. Мохоровичич чегараси 37-39,5 км чуқурликгача боради. Блок шимоли-шарқда Қумбел-Қўқон ер ёриғи билан, ғарбда жанубий Қозоғистон паст текисликлари билан, жануби-ғарбда Тузкон кўлидан ўтиб шимолий Қизилқум ер ёриғи билан, шарқда Тошкент блоки билан чегараланган; Тошкент (А-1-2) блоки ундан Каржантау ер ёриғини ўтиши билан тавсифланади. Каржантау ер ёриғи бутун узунлиги бўйича Чирчиқ дарёсининг ўнг қирғоғида палеозой тоғ жинсларини мезокайнозой тоғ жинслари устига чиқиши билан аниқ ажралади. Мохоровичич чегараси 37-39,5 км чуқурликгача боради. Блок шимоли-шарқда сейсмик чок (шов) зона ҳисобланган Қумбел-Қўқон ер ёриғи билан, ғарбда Каржантау ер ёриғи ва Тошкент флексурали ер ёриғи зоналари билан, жануби-ғарбда Янгийўл орқали ўтиб шимолий Қизилқум ер ёриғи билан, шарқда Ангрэн сейсмик фаол ер ёриғи бўйлаб чегараланган; Олмалиқ (А-1-3) блоки Д.Х.Якубов талқини бўйича Пскент блоки деб ҳам аталади. Мохоровичич чегараси 40-42,5 км чуқурликгача боради. Блок шимоли-шарқда Қумбел-Қўқон ер ёриғи билан, ғарбда Чилтен ер ёриғи билан, жануби-ғарбда шимолий Қизилқум ер ёриғи билан, шарқда Железний ер ёриқлари билан чегараланган; Чотқол (А-2-11) блоки шимоли-шарқда Талас-Фарғона ер ёриғлари тизимига кирувчи Майдонтол-Арис ер ёриғи билан, Жанубий Сандалаш ва Чотқол ер ёриқлари билан чегараланган. Мохоровичич чегараси 48,5-51 км чуқурликгача боради.



Ажратилган ҳар бир блокларнинг физик параметрларини ҳисоблаб топиш учун ҳудуднинг геологик-тектоник тузилиши, морфологияси, чуқур қатламларнинг тузилиши ва бошқа маълумотлардан максимал даражада фойдаланилди. Унга асосан 20 та блокларнинг юзалари, ер қобиғининг Мохоровичич чегарасигача бўлган қалинликлари, ҳажмлари, ўртача зичликлари, массалари, блоклар юзаларига таъсир қилувчи кучлар, силжиш модуллари ва ҳар бир блок учун ўртача деформациялар аниқланди.

Кейинги босқичда ер қобиғининг қалинлигини аниқлаш мақсадида Эри мувозанат ҳолатидан фойдаланилди. Эри схемасига кўра ер қобиғининг ҳамма жойи бир хил ўртача  $\sigma_c$  зичликка эга ва унинг остида ётувчи зичлиги ер пўсти зичлигидан каттароқ бўлган ташқи мантия қатлами ўзгармас  $\sigma_m$  зичликка эга. Ер юзасининг нотекис рельефи Эри схемасига тескари равишда ер қобиғининг остида кўтарилиб-тушишлар билан компенсация қилинади. Юзаси океан сатҳига тўғри келадиган ер қобиғининг қалинлиги  $H$  га тенг. Қобикли блок денгиз сатҳидан баландлиги  $h$  масофада, зичлиги  $\sigma_c$  ва қалинлиги  $r$  дан иборат бўлган блокдир. Юқорида келтирилган мувозанат ҳолатини гидростатик мувозанат принципи асосида (Архимед қонуни) ифодалаш орқали тадқиқот ҳудуди ер қобиғининг қалинликлари аниқланди:

$$r = \frac{\sigma_c h}{\sigma_m - \sigma_c} \quad (2)$$

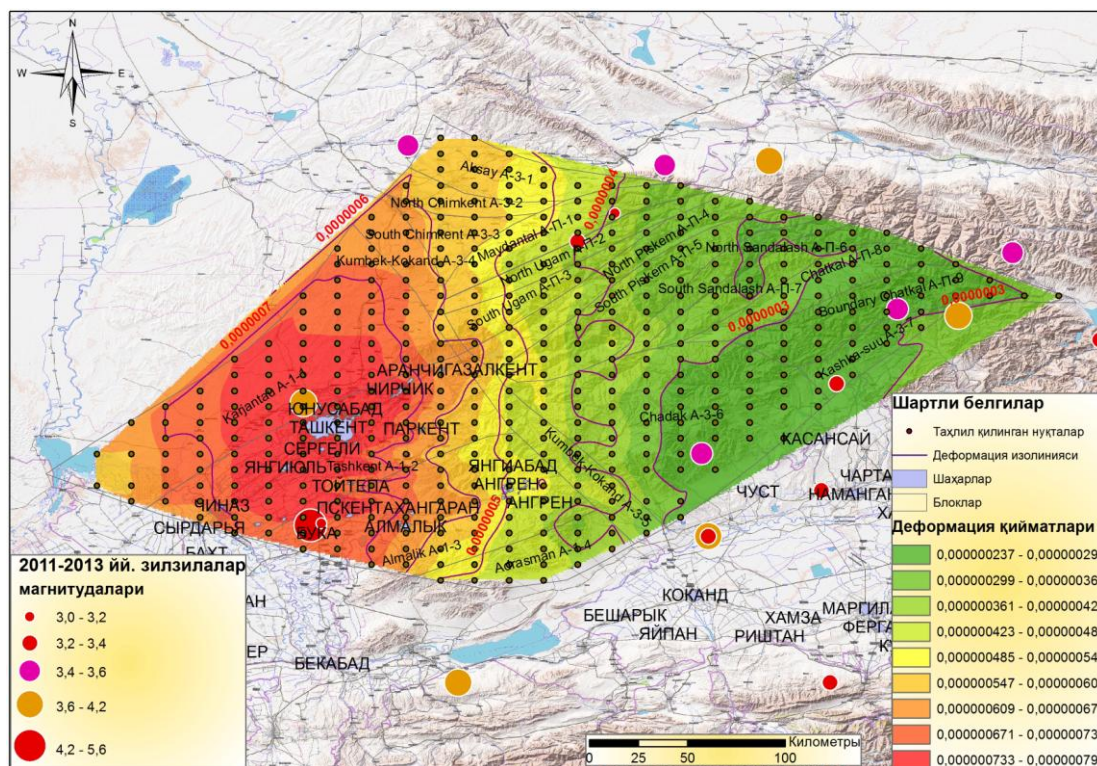
Юқорида келтирилган 2-ифода ва Эри мувозанат ҳолати моделига асосан ер қобиғининг қалинлиги топилади, яъни:

$$R = h + H + r \quad (3)$$

Келтирилган 3-ифода асосида аниқланган натижаларга таяниб, Шарқий Ўзбекистон ҳудуди ер қобиғининг ер юзасидан Мохоровичич чегарасигача бўлган қалинликлари харитаси тузилди.

Деформацияни баҳолаш учун ер қобиғининг ўртача йиллик вертикал ҳаракат қийматлари ва блокларнинг Мохоровичич чегарасигача бўлган қалинликлари қийматлари ArcGIS дастури асосида географик узоқлик ва кенглик координатлари бўйича битта тизимга келтирилди. Ҳар бир нуқта учун ҳисобланган ўртача йиллик вертикал ҳаракат қийматлари мос равишда ҳар бир нуқта учун ҳисобланган ер қобиғининг қалинлик қийматларига бўлинди. Натижада блокларнинг майдон бўйича деформацияланиш ҳолати модели яратилди. Деформация моделини сейсмологик маълумотлар билан таққослаш учун тадқиқот ҳудудида содир бўлган зилзилалар таҳлил қилинди. Тадқиқ қилиш натижаларига асосан Тошкентолди ҳудуди учун кучли зилзилаларни намоён бўлиш даврийлиги Ибрагимов Р.Н., Қ.Н.Абдуллабеков бўйича 40 йилни ташкил этган. Кучли зилзилаларни намоён бўлиш даврийлигини инобатга олган ҳолда сўнгги 100 йилда содир бўлган зилзилалар катологлари турли манбаълардан ажратиб олиниб, тадқиқот ҳудуди бўйича ГИС тизимида бир ўлчамга келтирилиб, рақамли базаланди.

Бунда 2011-2013 йилларда содир бўлган зилзилалар эпицентрлари бўйича ГИС дастурига алоҳида жойланди ва олинган геологик, тартибланган сейсмик, тузилган геодезик, ҳамда ҳисобланган деформацион миқдорлар базалари умумлаштирилиб, Каржантау ер ёриғи ҳудуди блокларининг майдон бўйича деформация модели ва зилзила эпицентрлари харитаси тузилди (2-расм).



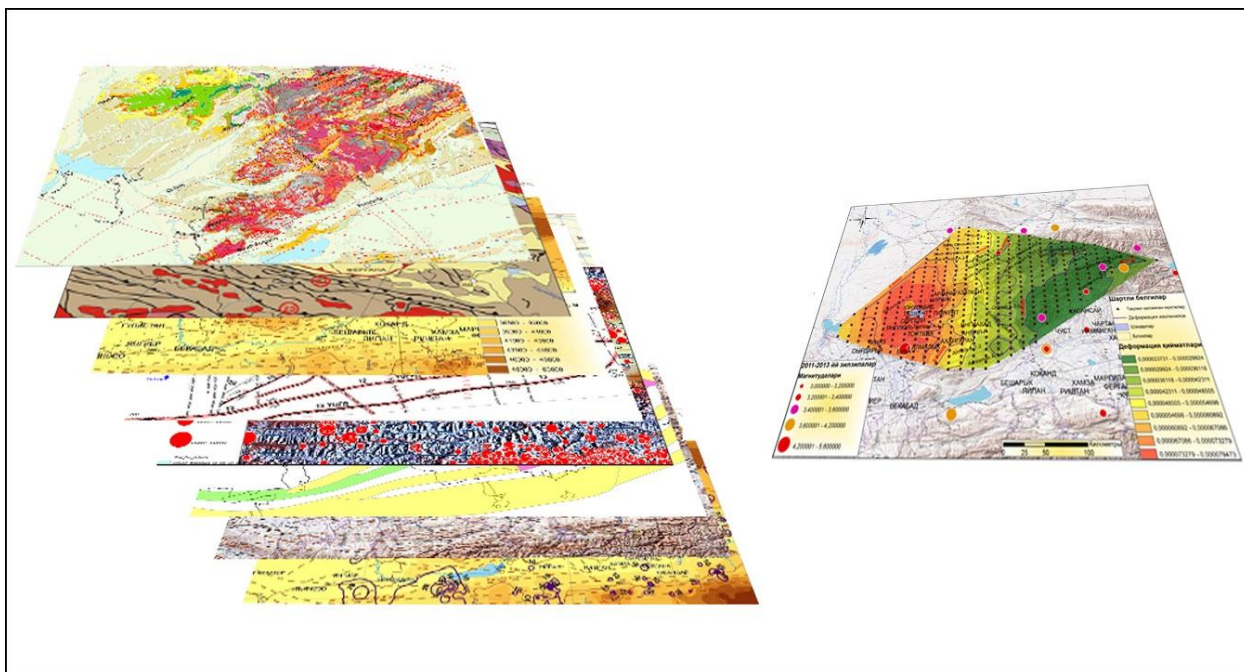
2-расм. Тадқиқот ҳудуди блокларининг деформация модели ва сейсмиклиги харитаси (тузувчи: З.Ф.Шукуров)

Тузилган харитадан кўришиб турибдики 2011-2013 йилларда содир бўлган, магнитудаси бўйича кучлироқ зилзилалар айнан биз ажратган зона ичида содир бўлган. Деформация модели ва сейсмиклик харитасига асосан қизил ранг билан ажратилган ҳудудда деформация қиймати  $\epsilon \approx 7 \cdot 10^{-7}$ , яшил ранг билан ажратилган ҳудудда эса деформация қиймати  $\epsilon \approx 2 \cdot 10^{-7}$  эканлигини кўришимиз мумкин.

Ишлаб чиқилган ҳар бир модел бир-неча векторли қатламларни ўз ичига олади ва бу қатламлар ArcGIS технологияси имкониятларидан фойдаланиб бир тизимга келтирилган. Мақсад, ArcGIS технологияси асосида тадқиқот ҳудудининг юқорида келтириб ўтилган векторли моделларини бир хил миқёсга олиб келиш ва блокларнинг деформациясини миқдорий жиҳатдан баҳолашда жамланма модел яратиш (3-расм).

Ишлаб чиқилган жамланма модел асосида турли геологик-геофизик, космогеодезик масалаларни ечиш ва тизимни ишончли даражаларда мукамаллаштириш мумкин. Эътиборлиси шундаки, яратилган жамланма моделни исталган ҳудуд учун тадбиқ этиш мумкин. Жамланма моделнинг самарадорлигини, унга кирувчи маълумотларнинг тўлаллиги ва аниқлиги

белгилайди. Яратилган жамланма модел ер қобиғининг кучланганлик-деформацион ҳолатини миқдорий жиҳатдан моделлаштиришга, эндоген геологик жараёнларнинг мониторингини олиб боришга муайян даражада хизмат қилади.



3-расм. Тадқиқот ҳудудининг ГИС муҳитидаги жамланма модели (тузувчи: З.Ф.Шукуров, ArcGIS муҳитида, шартли белгилар 2-расмда)

Олинган таҳлиллар асосида Тошкентолди ва унга туташ ҳудудлар учун GPS натижалари ва кучли zilzilарнинг тарқалиши бўйича деформация майдони хусусиятлари ўртасида маконга оид корреляцион боғлиқлик мавжудлиги аниқланди. Геологик ва геофизик жиҳатдан фаол бўлган Каржантау ер ёриғи ҳудудидаги мунтазам деформацияларнинг сейсмик деформациялар билан маълум тартибда бир-бирига мос келиши, уларнинг ҳудуддаги умумий геодинамик жараёнларга боғлиқ деб тахмин қилишга асос бўлади. Шу сабабли ГИС технологияси асосида ишлаб чиқилган Каржантау ер ёриғи сейсмик ҳолатига мос замонавий ҳаракатлар модели тадқиқот ҳудуди ер қобиғининг кучланганлик-деформацион ҳолатини баҳолашда замонавий ҳаракатларнинг GPS кузатувларидан фойдаланиш учун миқдорий усулибий асос бўлиб хизмат қилади.

## ХУЛОСА

1. Сейсмология институти серверида GNSS маълумотларини сақлаш ва ундан илмий тадқиқот ишларида фойдаланиш имкониятларини кенгайтирадиган рақамли маълумотлар базаси яратилди. Ушбу маълумотлар базаси GNSS маълумотларини автоматик тарзда қайта ишлашни йўлга қўйиш, сейсмик фаол ҳудудларнинг геодинамик ҳолатини тизимли мониторинг қилиш самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

2. Каржантау ва Товоқсой ер ёриқлари кесишган ҳудудда 2016-2017 йилларда ўтказилган тахеометрик ўлчов ишлари натижалари 1979-1980 йиллар давомида ўтказилган нивелирлаш ўлчов ишлари натижалари билан биргаликда бир тизимга келтирилди ва қайта ишланди, натижада 1979-2016 йиллар мобайнидаги 36 йиллик ер қобиғининг ўртача вертикал ҳаракатлари аниқланди. Натижалар Товоқсой геодинамик полигони ҳудудларида кучланганлик-деформацион ҳолати мониторингини геологик, геофизик ва геодезик кузатувлар комплекси билан олиб боришга тавсия этилган.

3. Илк бор Ўзбекистон шароитида GAMIT-GLOBK дастури асосида Шарқий Ўзбекистон ва унинг атрофидаги ҳудудларнинг сўнгги даврдаги GNSS ўлчов натижалари ҳудудий ягона тизимга келтирилиб, қайта ишлаш таъминланди. Натижалар Тошкент, Фарғона, Китоб ва яна 13 та GPS станциялари ер қобиғининг замонавий горизонтал ва вертикал ҳаракатларини аниқлаш, ер қобиғининг замонавий вертикал ва горизонтал ҳаракатларини тизимли кузатиш ва таҳлил қилиш имконини беради.

4. Тадқиқот ҳудуди бўйича сўнгги 100 йилда содир бўлган зилзилалар магнитудаларини эмпирик ифодалар асосидаги таҳлили натижасида ер юзасида пайдо бўлган силжишлар харитаси тузилди. Ушбу харита асосида олинган натижаларга кўра ер қобиғининг деформацияси баҳоланган.

5. ГИС технологияси базасида Эри изостатик мувозанат гипотезасини Архимед қонуни орқали ифодаланган функционал боғлиқликлар асосида Шарқий Ўзбекистон ер қобиғининг Мохоровичич чегарасигача бўлган қалинлик харитаси тузилди. Ушбу харита ер қобиғининг деформацион ҳолатини баҳолаш имконини беради.

6. 2011-2013 йиллар учун Шарқий Ўзбекистон ва унинг атрофидаги ҳудудлар GNSS станциялари ер қобиғининг йиллик ўртача горизонтал ва вертикал ҳаракат тезликларининг Globk ва Matlab моделлари яратилди. Натижалар ер қобиғининг замонавий ҳаракатларини тизимли мониторинг қилиш имконини беради.

7. 2011-2013 йиллар учун Каржантау ер ёриғи ҳудуди блокларининг ўртача деформацияланиш ҳолати аниқланди. Бунга асосан магнитудаси кучли бўлган зилзилалар деформация қиймати катта бўлган ҳудудлар доирасида содир бўлганлиги билан аҳамиятлидир. GNSS усуллари ёрдамида олинган натижалар эндоген геологик жараёнлар мониторинги, сейсмик фаол ҳудудларда тоғ жинсларини деформацияланиш вариациясини тезкор баҳолаш учун тавсия этилган.

8. ArcGIS технологияси асосида тадқиқот ҳудуди блокларининг деформациясини миқдорий жиҳатдан баҳолашда жамланма модел яратилди. Яратилган жамланма модел ер қобиғидаги кучли зилзилалар арафасида геофизик майдонларни аномал ўзгаришларга олиб келувчи кучланганлик-деформацион ҳолатни миқдорий жиҳатдан моделлаштиришга, эндоген геологик жараёнларнинг морфокинетик ва геодезик мониторингини олиб боришга муайян даражада хизмат қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ 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**

**ШУКУРОВ ЗУХРИДДИН ФАЗЛИДДИНОВИЧ**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ,  
СООТВЕТСТВУЮЩИХ СЕЙСМИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ  
КАРЖАНТАУСКОГО РАЗЛОМА, НА БАЗЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ**

**04.00.06 - Геофизика. Геофизические методы поисков полезных ископаемых**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент-2019**



Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2017.2.PhD/GM13.

Диссертация выполнена в Институте сейсмологии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.gpniimr.uz](http://www.gpniimr.uz)) и на информационно-образовательном портале «Ziynet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** Хамидов Лутфулла Абдуллаевич  
доктор физико-математических наук

**Официальные оппоненты:** Максудов Сабитжан Хамидович  
доктор физико-математических наук

Атабаев Дилшод Хусаинбаевич  
кандидат геолого-минералогических наук

**Ведущая организация:** ГУП «Узбекгидрогеология»

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании 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. (Адрес: 100060, г.Ташкент, ул. Т.Шевченко, 11а. Тел.: (99871) 256-13-49, факс: (99871) 140-08-12, e-mail: [info@gpniimr.uz](mailto:info@gpniimr.uz), [gpniimr@exat.uz](mailto:gpniimr@exat.uz)).

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

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года.  
(реестр протокола рассылки № \_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 года.)

**М.М.Пирназаров**  
Председатель научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.г.-м.н.

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

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

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Защита населения и территорий от природных и техногенных катастроф, в том числе обеспечение сейсмической безопасности, защита от опасных природных процессов являются в мировой практике одной из наиболее актуальных задач сегодняшнего дня. В развитых странах мира географическая информационная система (ГИС) служит как важное средство для мониторинга эндогенных геологических процессов, обработки и анализа данных космогеодезии (GNSS), а также создания их моделей. В этой связи исследования по оценке состояния земных недр с применением современных методов мониторинга эндогенных геологических процессов служат в социально-экономическом и устойчивом развитии страны.

В настоящее время в мире проводятся ряд научных исследований по оценке эндогенных геологических процессов, определению напряженно-деформированного состояния геологической среды, разработке моделей современных движений земной коры с целью решения задач прогнозирования землетрясений. В частности, в США, Германии, Франции, Японии, Южной Корее, Китае и России при моделировании деформационное состояние земной коры особое внимание уделяется использованию непрерывных данных движения пунктов международной космогеодезической измерительной системы. Этот научный подход позволяет обрабатывать и анализировать данные GNSS на основе современных ГИС технологий и модернизировать методологию прогнозирования землетрясений.

В нашей стране реализуются комплексные меры по оценке сейсмической опасности населения и территории Узбекистана. В частности, выявлены вертикальные движения земной коры на территориях расположения объектов стратегического назначения. В «Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» определены задачи по «...обеспечению жизнедеятельности населения в экологически безопасной среде...»<sup>1</sup>. В связи с этим актуальным является проведение научных исследований по моделированию современных движений, соответствующих сейсмическому состоянию Каржантауского разлома, охватывающего Приташкентский район и прилегающие территории.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указа Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан №119 от 12 мая 2014 г. «Об утверждении Положения о порядке проведения мониторинга недр Республики Узбекистан», №УП-5066 от 1 июня 2017 г. «О мерах по коренному

---

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

повышению эффективности системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-3190 от 9 августа 2017 г. «О мерах по совершенствованию проведения научных исследований в области сейсмологии, сейсмостойкого строительства и сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики - VIII. «Науки о Земле» (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья).

**Степень изученности проблемы.** Изучение современных движений земной коры отражены в работах исследователей из ведущих научных центров и университетов многих стран мира, в том числе зарубежных ученых: H.F.Reid, Ч.Ф.Рихтер, Т.Рикитаке, К.Моги, P.Molnar, В.Н.Hager, Ch.Reigber, R.Reilinger, R.Bendick, Z.-K.Shen, Б.Дж.Миди, Т.А.Herring, S.Metzger, M.A.Floyd. Ученые из СНГ: Г.А.Гамбурцев, Ю.А.Мещеряков, В.И.Уломов, В.К.Кучай, Н.А.Корешков, Т.В.Гусев, А.К.Певнев, В.Г.Трифонов, В.И.Макаров, Ю.А.Трапезников, К.Е.Абдурахматов, А.В.Зубович, С.И.Кузиков, А.В.Виляев, А.Н.Мансуров. Ученые Узбекистана: К.Н.Абдуллабеков, М.А.Ахмеджанов, Д.Х.Якубов, А.Р.Ярмухамедов, Е.Я.Ранцман, Р.Н.Ибрагимов, Ш.Х.Абдуллаев, М.Х.Бакиев, С.А.Ирушкин, У.А.Нурматов, Ф.Д.Нармирзаев, Л.А.Хамидов, Р.С.Ибрагимов, Ш.С.Раджабов, Д.Ш.Фазилова, А.И.Туйчиев, И.М.Эргешов, И.М.Алимухамедов и другие провели исследования по изучаемой проблеме.

Результаты изучения поведения земной коры на геодинамических полигонах и техногенных объектах за прошедший период недостаточно обобщены. Исследования в основном были направлены на улучшение качества, в количественном отношении были изучены недостаточно. В свою очередь, использование в исследованиях GNSS и GIS технологий открывает совершенно новые возможности в оцифровке, систематизации и комплексном анализе геолого-геофизических и геодезических данных.

**Связь диссертационного исследования с научно-исследовательскими работами учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Института сейсмологии Академии наук Республики Узбекистан в рамках фундаментальных и прикладных проектов ФА-Ф8-Т-062 «Разработка количественных моделей механизмов землетрясений деформации земной коры на техногенных объектах» (2012-2016 гг.), ЁА14-ФА-Т-007 «Оценка сейсмической активности глубинного Каржантауского разлома комплексом геолого-геофизических методов и создание количественных моделей с помощью ГИС технологий» (2016-2017 гг.).



**Целью исследований** является моделирование современных движений земной коры в соответствии с сейсмическим состоянием территории Каржантауского разлома на основе ГИС-технологий.

**Задачи исследования:**

изучение геолого-тектонической структуры, сейсмичности, геофизических полей, глубинного строения, современных вариаций геодинамических показателей Каржантауского разлома и прилегающих территорий;

исследование вертикальных движений земной коры в районе пересечения разломов Каржантау и Таваксай;

исследование современных движений Восточного Узбекистана и прилегающих территорий на основе GPS данных;

определение по эмпирическим формулам относительную деформацию, связанных с сейсмическим состоянием территории разлома Каржантау и прилегающих районов;

разработка на основе ГИС-технологий современных моделей движения земной коры в зоне Каржантауского разлома, связанных с сейсмическим состоянием.

**Объектом исследований** являются Каржантауский разлом и прилегающие к ней блоки земной коры.

**Предметом исследований** являются современные движения земной коры, состояние деформации земной коры и ее модели, оцениваемые векторными исчислениями сдвиги.

**Методы исследований.** Анализ результатов проведенных научно-исследовательских работ, содержащих сведения об изменениях современных движений земной коры, связанных с землетрясениями и другими геодинамическими процессами, продолжение многолетних геофизических и геодезических наблюдений на территории Каржантауского разлома в соответствии со всеми методическими указаниями, а также оценка взаимосвязи современных движений земной коры с геодинамическими процессами на основе полученных результатов измерений.

**Научная новизна исследований** заключается в следующем:

выявлено, что среднее значение вертикальных движений земной коры на пересечении разломов Каржантау и Таваксай за 36 летний период (1979-2016 гг.) основано на законе развития адвективных структур;

впервые в Узбекистане на основе программы GAMIT/GLOBK определены среднегодовые скорости горизонтальных и вертикальных движений земной коры Восточного Узбекистана и прилегающих территорий;

вычислены смещения определялась, возникшие на поверхности земли в результате произошедших землетрясений по эмпирическим формулам;

разработаны оценочные показатели толщины земной коры до границы Мохоровичича и других физических параметров блоков, ограниченных разломами;

созданы модели современных движений земной коры Восточного Узбекистана и прилегающих территорий.

#### **Практические результаты исследования:**

Создана карта смещений на основе анализа землетрясений, произошедших в зоне Каржантауского разлома и прилегающих территории за последние 100 лет;

На базе ГИС технологий создана карта мощностей земной коры Восточного Узбекистана до границы Мохоровичича;

В результате анализа полученных данных на основе ГИС технологий разработана обобщенная модель количественных оценок деформаций района исследований.

**Достоверность полученных результатов.** Основные результаты исследований были получены путем измерения горизонтальных и вертикальных движений земной коры с помощью современных тахеометров высокого разрешения и станций GNSS в специальных геодинамических полигонах. Полученные результаты были сравнены законом нормального распределения ошибок. Результаты диссертации основаны на данных 691200 GNSS измерений, данных 17 циклов нивелировочных и тахеометрических наблюдений и на результатах анализа 582 землетрясений, произошедших в 1920–2018 годах. Надежность исследования обеспечена применением современных ГИС-технологий в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами при проведении наземных и космогеодезических работ.

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

Научная значимость результатов исследований характеризуется изучением современных движений земной коры зоны Каржантауского разлома и прилегающих к нему территорий, которые входят в состав горных структур Чаткало-Кураминского хребта Срединного Тянь-Шаня, со сложными геологическим строением и геофизическими процессами, моделированием геофизических процессов в геологической среде, которые в будущем могут привести к землетрясениям, совершенствованием технологий раннего обнаружения деформометрических предвестников, а также представлением научных основ возможности мониторинга геодинамических процессов, соответствующих сейсмичности региона.

Практическая значимость результатов исследования выражается в защите населения и территорий от опасных природных катастроф путем мониторинга эндогенных геологических процессов, оперативного прогнозирования изменений сильных деформаций горных пород в сейсмоактивных зонах, которое в определенной степени служит обеспечению сейсмической безопасности столицы Республики - города Ташкента и прилегающих к нему территорий.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов по созданию моделей современных движений земной коры на основе ГИС-технологий в сейсмически активных регионах Узбекистана достигнуты следующие:

полученные на основании проведенных наблюдений на пересечении разломов Каржантау и Таваксай средние значения вертикальных движений земной коры за 36 лет, основанные на законе развития адвективных структур внедрены в МЧС (справка Министерство по чрезвычайным ситуациям №2/4/24-2852 от 30 октября 2019г.). В результате это позволило обосновать проведение постоянного мониторинга напряженно-деформированного состояния земной коры Приташкентского района;

созданная карта смещений на основе анализа землетрясений, произошедших в зоне Каржантауского разлома и прилегающих территории за последние 100 лет внедрена в МЧС (справка Министерство по чрезвычайным ситуациям №2/4/24-2852 от 30 октября 2019г.). Результаты позволили выделить опасные в геодинамическом отношении территории и оценить опасно деформируемые места земной коры;

модель деформаций блоков территории разлома внедрена в МЧС (справка Министерство по чрезвычайным ситуациям №2/4/24-2852 от 30 октября 2019г.). Результаты позволили провести мониторинг эндогенных геологических процессов в зоне Каржантауского разлома и оперативно оценить напряженно-деформированное состояние горных пород сейсмоактивных зон;

**Апробация результатов исследования.** Данное исследование обсуждалось на 2-х международных и 4-х республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследований.** По теме диссертации всего опубликовано 20 научных работ. Из них 12 тезисов, 8 научных статей. Основные научные результаты диссертации опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе в республиканских 7 и 1 в зарубежных научных журналах.

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

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, 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 «**Анализ геолого-геофизических и геодезических исследований, проведенных в зоне Каржантауского разлома**», дана подробная информация о геолого-тектоническом строении,

исторической и современной сейсмической активности, современных движениях земной коры, общем сейсмическом районировании Республики, сейсмогенных зонах, оценке современных геодинамических условий и организации мониторинговых работ с помощью GPS в зоне Каржантауского разлома.

Сегодняшнего дня данные 10ти GPS-станций, расположенных на территории Узбекистана и около 20 GPS-станций, расположенных в Центрально-Азиатском регионе постоянно записываются на сервер Института сейсмологии. Была создана цифровая база данных для хранения GNSS файлов, с целью последующего их использования в дальнейших исследованиях. Используя имеющуюся базу данных, в будущем планируется автоматизировать обработку GNSS данных, организовать систематический мониторинг геодинамических условий в целом и искать возможности для облегчения труда, задействованных для этих работ. В результате получены научные основы для организации мониторинга эндогенных геологических процессов с помощью полуавтоматических механизмов количественной оценки Каржантауского разлома и прилегающих территорий, со сложной геологической структурой и геофизическими процессами, в структуре Чаткало-Кураминских хребтов Срединного Тянь-Шаня.

Во второй главе диссертации **«Вариации геодинамических показателей территории Каржантауского разлома за последний период»** представлены методы определения современных вертикальных и горизонтальных движений земной коры методом тахеометрического и GNSS съемки, результаты измерений современных вертикальных движений земной коры в зоне пересечения разломов Каржантау и Таваксай, результаты обработки и анализа полученных GNSS измерений Восточного Узбекистана и прилегающих к нему территорий за последние годы в среде GAMIT-GLOBK.

Для исследования вертикальных движений земной коры Каржантауского разлома в пределах Чаткало-Кураминского горного хребта Срединного Тянь-Шаня и прилегающих районов в 2016-2017 гг. была проведена 7-циклов тахеометрических съемок на Таваксайском геодинамическом полигоне. Величины вертикальных движений, измеренные в 1-цикле начала 2016 года, стали опорными значениями для оценки динамики этой геологической среды. Результаты второго цикла, измеренные с интервалом в три месяца, сравнивались и обрабатывались с результатами 1- цикла, далее измерения постепенно продолжались поэтапно. Тахеометрическая съемка на геодинамическом участке Таваксай была основана на «локальной» системе координат. Опорной точкой для измерений был «Астропункт», расположенный к югу от разлома Каржантау. Условно названные точки «Астропункт» и «Ферма» использовались для измерений в качестве базисных. Остальные точки: «Новый», «Кладбище», «Скала» и «Высота» расположены по обе стороны от разлома Каржантау и рассчитываются перпендикулярно линии разлома относительно определенной нами базовой линии, что

приводит к геодезической точности вышеуказанных точек. Измерительные точки расположены на горных породах палеозойского образования по обе стороны разлома Каржантау.

Результаты вертикальных движений полевых тахеометрических работ 1-цикла, полученные 2016–2017 гг. были обработаны и сопоставлены с результатами относительного вертикального движения 0-цикла нивелировочных работ, проведенных в 1979–1980 гг., при этом их разница составила 543,739 м. Следовательно, значения вертикальных движений по сравнению с 1979 г. составили 543,739 м, и эти значения относительных измерений были сведены в одну реальную систему (таблица 1).

Таблица 1

Разница вертикальных движений реперов в 2016-1979 годах

Название репера	1979г., м	2016 г., м	Разница, м	1979 г., м	2016 г., м	2016-1979 гг., м
Астропункт	156,261	700,000	543,739	700,000	700,000	0,000
Новый	123,422	668,443		667,161	668,443	1,282
Кладбище	149,902	694,902		693,641	694,902	1,261
Ферма	153,733	698,776		697,472	698,776	1,304
Скала	176,892	721,880		720,631	721,880	1,249
Высота	203,982	748,912		747,721	748,912	1,191

Результаты исследования показывают следующее, если мы минусуем разницу значений высот, полученных по результатам нивелировочных работ 1979 года и тахеометрической съемки 2016 года, от места установки тахеометра и интервалы геодезической марки (высота конструкции главного управления геодезии и картографии), то есть 1,25 метров, тогда получим относительные вертикальные движения реперов за 36 лет (таблица 2).

На основе результатов геодезической съемки 2016-2017 гг. были проанализированы вертикальные движения земной коры и на этой основе определены вертикальные движения реперов за 36 лет. Наблюдалось опускание в точках “Скала” и “Высота” к северу от Каржантауского разлома на -1 мм и -59 мм соответственно. Геодезические пункты, расположенные в южной части “Новый”, “Кладбище” и “Ферма” показали рост 32 мм, 11 мм, 54 мм. Особенно в точках «Ферма» и «Высота» вертикальные движения были более высокие, чем остальные. Это связано с тем, что вышеуказанные точки расположены вблизи зоны разлома Каржантау, то есть в зоне влияния разлома.

## Значения вертикальных движений реперов за 36 лет в реальной системе

Название репера	1979г., м	2016г., м	2016-1979гг., м	Высота конструкции, м	Вертикальное движение за 36 лет, м
Астропункт	700,000	700,000	0,000	0,000	0,000
Новый	667,161	668,443	1,282	1,250	0,032
Кладбище	693,641	694,902	1,261	1,250	0,011
Ферма	697,472	698,776	1,304	1,250	0,054
Скала	720,631	721,880	1,249	1,250	-0,001
Высота	747,721	748,912	1,191	1,250	-0,059

Обработка данных GPS основана на программном обеспечении GAMIT/GLOBK, разработанном учеными из Массачусетского технологического института, работающего в операционной системе Linux/Unix. Преимущество программы в том, что она работает в полуавтоматическом режиме. Точность данных GPS обусловлена несколькими типами ошибок. До настоящего времени координаты, полученные на базе GNSS считались очень точными и безошибочными. Однако это не всегда так, потому что в базе данных GNSS есть несколько случаев, которые изменяют точность интерактивных координат. Источниками этого условия являются: 1. Задержки при прохождении электромагнитных волн через ионосферу и атмосферу; 2. Ошибки времени спутника и приемника; 3. Источники, переотражающие электромагнитные волны; 4. Геометрическое расположение спутников; 5. Выбранные доступы (S/A); 6. Шифрование закодированных данных - Anti Spoofing (A-S).

Причина того, что данные GPS не были полностью обработаны до настоящего времени, связаны с тем, что вышеупомянутые случаи не исключались при обработке. В нашем исследовании мы учли вышеуказанные случаи снижения точности GPS данных и исключили их в процессе обработки на основе программного обеспечения GAMIT/GLOBK.

Впервые с помощью программного продукта GAMIT-GLOBK были пересмотрены результаты GNSS измерений Восточного Узбекистана и прилегающих регионов за последний период и были определены современные движения пунктов “Ташкент”, “Фергана”, “Китаб” и других 11 GPS станций в регионах (таблица 3).

В результате удалось проанализировать вариации вертикальных и горизонтальных движений поверхности под влиянием геолого-тектонических процессов на палеозойских породах по обе стороны от разлома Каржантау, используя прямые поверхностные и дистанционные космогеодезические методы, а также количественно идентифицировать последние геодинамические процессы.

Скорости горизонтальных движений GNSS станций Узбекистана и прилегающих к нему территорий за последнее время (по отношению к Евразийской плите)

Координаты		Скорость, мм·год <sup>-1</sup>		Высота, мм·год <sup>-1</sup>	Станция
Долгота	Широта	Восток	Север		
115,89	39,61	4,33	-2,04	-0,28	BJFS*
104,31624	52,21902	-2,07	-0,58	1,05	IRKM*
96,83397	-12,18834	25,15	69,27	5,92	COCO
91,10403	29,65733	15,97	20,70	1,01	LHAZ*
82,90949	55,03050	-2,57	0,78	-3,51	NOVM*
77,57038	13,02117	18,96	37,83	0,90	IISC*
74,75110	42,99850	-1,60	0,73	-4,62	CHUM*
74,69427	42,67977	-0,88	3,16	-1,34	POL2*
72,77749	40,52993	-1,31	6,74	-1,27	OSHK
71,78410	40,37440	-0,76	6,80	-0,34	FGNA
69,29557	41,32805	-4,59	-0,08	-2,95	TASH
66,88545	39,13477	0,10	0,69	0,29	KIT3*
58,56046	56,42982	-0,11	-0,51	4,32	ARTU*
33,39645	35,14099	-6,36	4,32	-1,60	NICO*

В третьей главе диссертации «**Модели современных движений земной коры, соответствующие сейсмическому состоянию территории земной коры Каржантауского разлома на основе ГИС технологии**» представлены модели современного горизонтального движения земной коры, определенные на основе эмпирических формул, в системе ГИС; GLOBK и Matlab модели скоростных векторов современного движения земной коры, определяемые на основе GNSS измерений; модель современной деформации земной коры территории Каржантауского разлома, определенная в системе ГИС; многослойная модель области исследования на основе сопоставления созданной модели деформации с сейсмологическими данными в ГИС-среде.

Сравнительные данные на полигонах Узбекистана, основанные на геологических и геофизических толкованиях, показали разный характер активности в этих регионах земной коры. Так, например, в равнинах Приташкентского района скорость смещения 15 мм/год, в предгорьях 10-15 мм/год, в горах до 60 мм/год, в зонах разломов до 30 мм/год, во время движения, связанного с сейсмической активностью, составляла более 40 мм/год. Как известно, уровень деформации геологической среды в очаге землетрясения составляет около 2%. Например, по В.И.Уломову деформация в очаге Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 года составило  $\varepsilon_0=1,9 \times 10^{-4}$ . По отношению морфокинетического состояния земной коры Каржантауского разлома того времени, сейсмические максимальные сдвиги в структурах, расположенного на западе Приташкентского района, согласно

геодезическим данным Н.А.Корешкова, А.П.Райзмана, соответствовали  $V_{01}=35$  мм, по теоретическим расчетам  $V_{01}=32$  мм, количество снятого напряжения составляло 6 МПа. Это наглядно показало, что движения, вызванные сильными землетрясениями разной эпохи на территории Каржантауского разлома, могут быть добавлены в качестве дополнительных движений к альтернативному морфокинетическому состоянию.

На основе результатов анализа можно отметить, что деформации, которые можно наблюдать, во многих практических случаях являются концентраций нескольких простых деформаций в одно время. Из этого следует, что любая деформация в нашем районе исследований, вероятно, будет преобладать в двух самых простых формах: расширение (или сжатие) и сдвиг. Такие случаи совпадают с землетрясениями с магнитудой 4 и выше - Бричмуллинское 1959 г., Динапское 1974 г., Таваксайское 1977 г., Назарбекское 1980 г., Ташкентское 2008 г.. Анализируя данные, полученные на основе сейсмологических и режимных геодезических измерений для зоны перелома сгибания Каржантау по землетрясениям, были определены векторные формы движений областью исследования. При этом за период Ташкентского землетрясения 2008 года ( $M=4,8$ ;  $J=6-7$  баллов), так же за период сезонного использования водохранилища Чарвак, на расстоянии от эпицентра Бручмуллинского землетрясения (1959 г.;  $M=6,2$ ;  $J=9$ ) до эпицентра Таваксайского землетрясения (1977 г.;  $M=5,2$ ;  $J=8$ ) были определены величины деформаций. На основании полученных результатов можно отметить, что в Приташкентском сейсмоактивном районе слабые землетрясения (магнитуда меньше 4) соответствуют деформационным величинам ниже  $10^{-6}$ , при сильных землетрясениях движения, образующиеся на поверхности Земли, обогащаются дополнительными вертикальными или горизонтальными сдвигами, при которых значения деформации повышаются на более высокие значения (на границе до  $10^{-5}$ ). В этом случае деформометрические данные, обнаруженные накануне сильных землетрясений, будут достаточно информативными, чтобы отличить сейсмические аномальные показатели.

Основываясь на приведенной выше в таблице-3, результаты средней годовой скорости GNSS станций по восточному и северному направлениям были обработаны и проанализированы на программном продукте Globk. Восточная составляющая, расстояние от  $0^\circ$  меридиана (Гринвича) до станции GNSS, а северная - это расстояние от экваториальной линии Земли до станции GNSS. На основе горизонтальных движений этих двух восточных и северных составляющих за 2011-2013 гг. составлена векторная карта среднегодовых скоростей горизонтальных движений GNSS станций по отношению к Евразийской плите (рис.1).

На основе GNSS измерений разработаны векторные модели GLOBK и Matlab современного горизонтального движения земной коры. На базе программного пакета GAMIT / GLOBK нам удалось получить каталог точек



слежения GPS, полуавтоматизировать процессы и снизить нагрузку в процессе обработки космогеодезических данных.

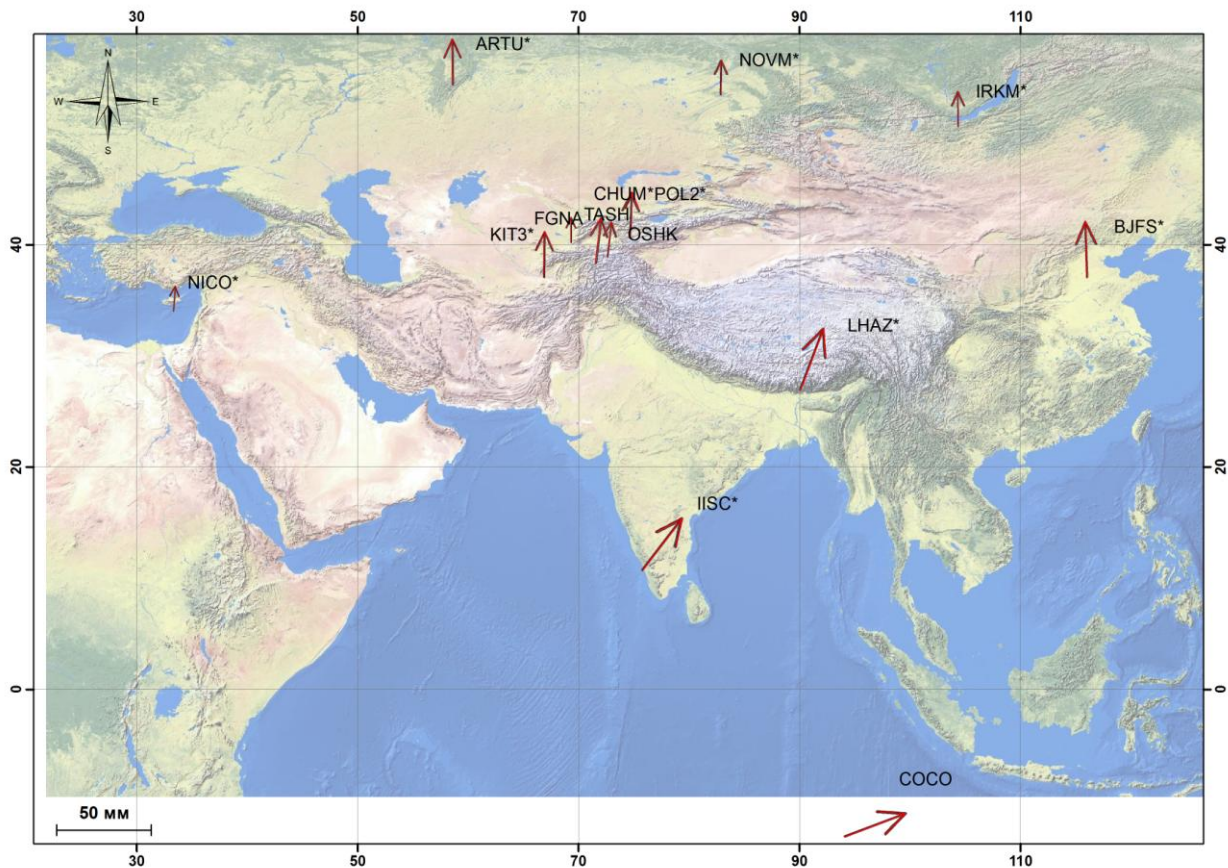


Рис. 1. Модель Globk среднегодового горизонтального движения земной коры GNSS станций (составил З.Ф.Шукуров)

Кроме того, были составлены палеограммы, представляющие горизонтальные скорости смещения земной коры на GPS станциях “Ташкент”, “Фергана” и “Китаб”. Была определена линия тренда этих составленных графиков палеограмм, и на основе этого представлена общая формула для GPS-станций Восточного Узбекистана, показывающая среднегодовое горизонтальное движение земной коры в направлениях запад-восток и юг-север:

$$U_{зв} = 6,8 \cdot U_{юс} + 0,2156 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,9634$$

где:  $U_{зв}$  - скорость горизонтального движения земной коры GPS станции на запад-восток,  $U_{юс}$  - скорость горизонтального движения земной коры GPS станции на юг-север, R - значение достоверности. Мы можем видеть, что согласно формуле горизонтальные скорости запад-восток в 6,7 раза больше, чем юг-север, а значение надежности составляет 98%.

Согласно морфоструктурному районированию Центральной Азии, по Е.Я.Ранцман, территория принадлежит горной стране Тянь-Шаня – блок первого ранга, который граничит на северо-востоке с Таласо-Ферганским, на северо-западе Западным Тянь-Шаньским, и на юге с Южно Тянь-Шаньским линеаментами первого ранга. Эти блоки подразделяются на следующие мегаблоки: блоки второго уровня: Чаткальский мегаблок расположен между Западно Тянь-Шаньским линеamentом первого ранга и Северо Ферганским линеamentом второго ранга; Ферганский мегаблок - между Северной и Южной Ферганой; Алайский мегаблок расположен между Южно Ферганским линеamentом второго ранга и Южно Тянь-Шаньским первого ранга.

Изучение района исследования по условно разбитым блокам, определение активности и современной деформации блоков, построение их моделей позволило количественно оценить геодинамические процессы. Исходя из этого, были использованы материалы разномасштабного морфоструктурного районирования и геологического расположения условно выделенных разноранговых линеamentов и блоков по Е.Я.Ранцман, О.М.Борисову, М.А.Ахмеджанову, Д.Х.Якубову, А.Р.Ярмухамедову и В.И.Уломову. Далее по критериям вышеперечисленных авторов область исследования была разделена на 20 блоков, которые ограничены региональными разломами. Мегаблок Чаткал-Курама (А) делится на блоки Приташкентский (А-1) и Чаткальский (А-2). В свою очередь, Приташкентский и Чаткальский блоки подразделяется на более мелкие блоки со следующими названиями: Блок Каржантау (А-1-1) также называют блоком Келес, согласно В. И. Уломову. Граница Мохоровичича достигает до глубины 37-39,5 км. Блок на северо-востоке граничит с разломом Кумбель-Коканд, на западе низменными равнинами южного Казахстана, на юго-западе через озеро Тузкон северной частью Кызылкумского разлома и на востоке блоком Ташкент; Блок Ташкент (А-1-2) характеризуется наличием разлома Каржантау. Разлом Каржантау представляет собой, на правом берегу реки Чирчик, выходом по всей длине палеозойских горных пород, над мезокайназойскими породами. Граница Мохоровичича проходит до глубины 37-39,5 км. Блок ограничен Кумбель-Кокандским разломом, который является сейсмически шовной зоной на северо-востоке, на западе разломом Каржантау и флексурно разрывной зоной Ташкент, на юго-западе разломом Янгиюль, разломом северный Кызылкум и на востоке сейсмически активным разломом Ангрэн; Блок Алмалык (А-1-3) по Д.Х. Якубову также называется блоком Пскент. Глубина границы Мохоровичича составляет 40-42,5 км. Блок граничит с разломом Кумбель-Коканд на северо-востоке, на западе разломом Чилтен, разломом Кызылкум на юго-западе и на востоке разломом Железный; Блок Чаткал (А-2-11) граничит с разломом Майдантал-Арис, который является частью системы разломов Талас-Фергана на северо-востоке, и разломами Южный Сандалаш и Чаткал. Граница Мохоровичича доходит до глубины 48,5-51 км.

Геолого-тектоническая структура, морфология, глубинное строение и другие данные были использованы для расчета физических параметров каждого выделенного блока. На его основе были рассчитаны поверхность всех 20ти блоков, толщина коры до границы Мохоровичича, объем, средняя плотность, масса, действующие на поверхность блоков силы, модуль упругости и средняя деформация для каждого блока.

На следующем этапе, с целью определения толщины земной коры, использовалось условие функции Эри. По схеме Эри вся земная кора имеет одинаковую среднюю плотность  $\sigma_c$ , а лежащей под ней верхняя мантия, плотность которой превышает плотность земной коры, имеет неизменную плотность  $\sigma_m$ . Неравномерный рельеф земной поверхности компенсируется подъемами и падениями под земной корой, противоположно схеме Эри. Толщина земной коры, поверхность которой соответствует поверхности океанической поверхности, равна  $H$ . Блок с корой - это блок, состоящий из высоты  $h$  над уровнем моря, плотности  $\sigma_c$  и мощностью  $r$ . Выражая вышеизложенное состояние на основе принципа гидростатического равновесия (закон Архимеда), определена толщина земной коры области исследования:

$$r = \frac{\sigma_c h}{\sigma_m - \sigma_c} \quad (2)$$

На основании вышеизложенного выражения (2) и модели состояния равновесия Эри можно найти мощность земной коры, т. е.:

$$R = h + H + r \quad (3)$$

На основе выражения (3) составлена карта мощности земной коры территории Восточного Узбекистана от земной поверхности до границы Мохоровичича.

Для оценки величины деформации сведения среднегодовых значений вертикального движения земной коры и толщины блоков до границы Мохоровичича были объединены по географическим координатам в одну систему на базе программного обеспечения ArcGIS. Среднегодовые значения вертикального движения, рассчитанные для каждой точки, были разделены соответственно значениям толщины земной коры, рассчитанными для каждой точки. В результате была создана блоковая модель состояния деформационного поля. Для сравнения модели деформации с сейсмологическими данными были проанализированы землетрясения, произошедшие в районе исследования. Согласно исследованию, период повторяемости сильных землетрясений Приташкентского района по Р.Н.Ибрагимову, К.Н.Абдуллабекову составляет 40 лет. Принимая во внимание частоту возникновения сильных землетрясений для всей территории, были собраны из различных источников каталоги землетрясений



за последние 100 лет и оцифрованы системой ГИС. Система включает отдельную ГИС-программу для эпицентров землетрясений, произошедших в 2011–2013 годах, в которой также были обобщены геологические, сейсмические, геодезические данные и рассчитанные значения деформации, а также вложена площадная деформационная модель блоков, находящихся в зоне Каржантауского разлома и карта эпицентров землетрясений (рис.2).

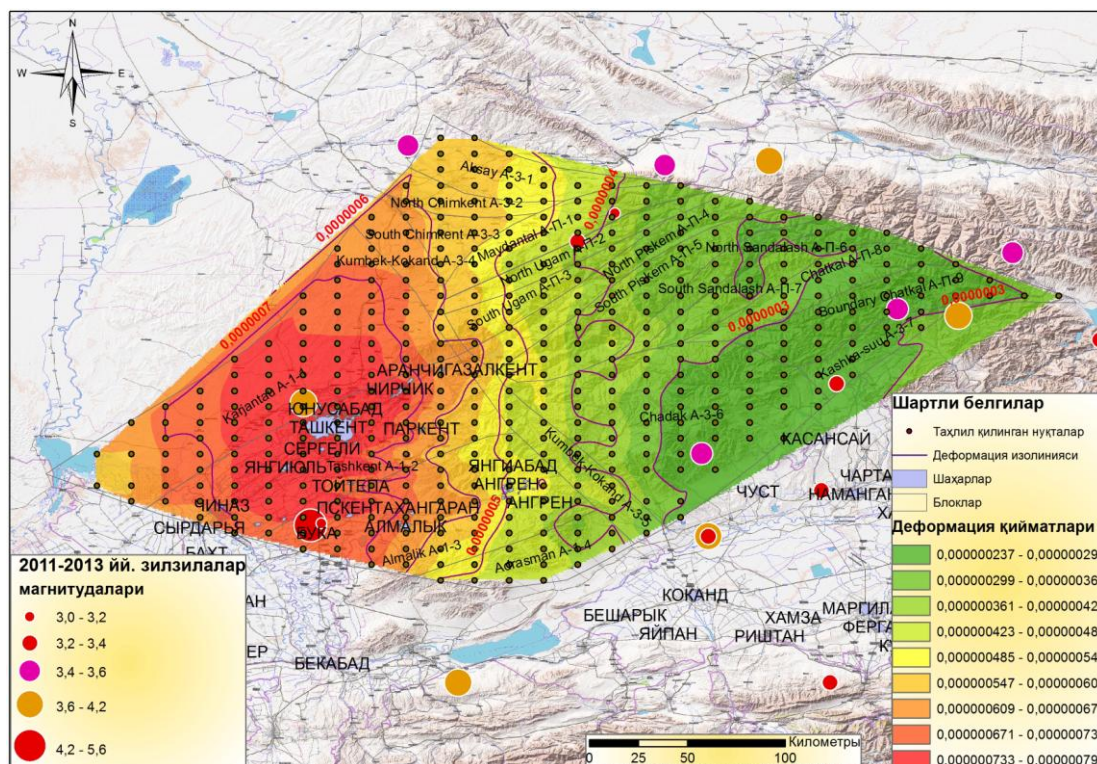


Рис. 2. Деформационная модель блоков земной коры территории исследования и карта сейсмичности (составил: З.Ф.Шукуров)

На карте показано, что землетрясения 2011-2013 гг. с высокой магнитудой произошли внутри той зоны, которая нами была выделена. Согласно модели деформации и карты сейсмичности, мы можем видеть, что в красной зоне значение деформации составляет  $\epsilon \approx 7 \cdot 10^{-7}$ , а в зеленой зоне значение деформации составляет  $\epsilon \approx 2 \cdot 10^{-7}$ .

Каждая разработанная ГИС модель содержит несколько векторных слоев, которые собраны в одну систему с использованием возможностей ArcGIS технологий. Цель состоит в том, чтобы используя ArcGIS технологии привести вышеупомянутые векторные модели исследуемой области в один масштаб и создать набор моделей для количественной оценки деформации каждого блока (рис.3).

На основе разработанного набора моделей можно решать различные геолого-геофизические, космогеодезические проблемы и надежно обновлять систему. Примечательно, что созданный модельный набор может быть применен к любому региону. При этом эффективность моделирования определяется полнотой и точностью включенных данных. Созданный модельный набор будет служить в определенной степени для

количественного моделирования напряженно-деформированного состояния земной коры, а также мониторинга эндогенных геологических процессов.

На основании анализа установлено, что существует корреляционная связь между результатами GPS наблюдений, пространственным распределением сильных землетрясений и характеристиками деформационного поля на примере Приташкентского района и примыкающим к нему территориям.

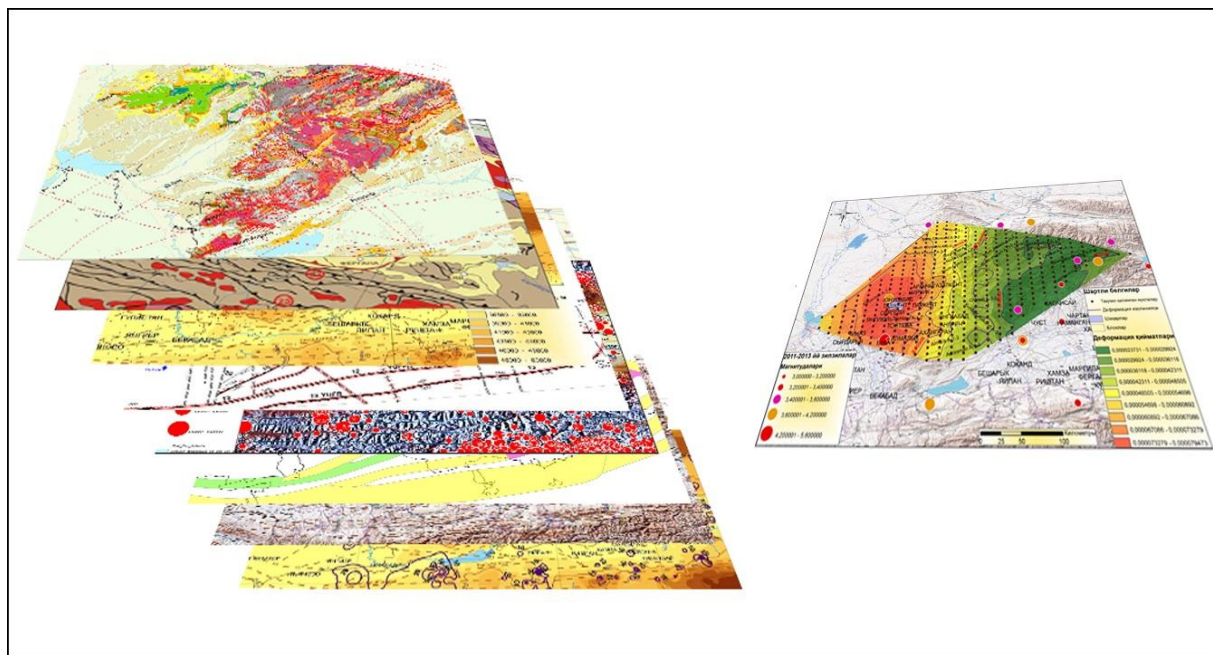


Рис. 3. Набор моделей территории исследования (составил: З.Ф.Шукуров, условные обозначения показаны на рисунке 2, в среде ArcGIS)

Определенная связь регулярных деформаций в пределах геологически и геофизически активного Каржантауского разлома с сейсмическими деформациями является основанием предположения того, что они связаны с общими геодинамическими процессами, происходящими на территории. Поэтому разработанная на основе ГИС технологии и соответствующая сейсмическому состоянию модель современных движений земной коры Каржантауского разлома, является количественной методологической основой для использования GPS-наблюдений современных движений при оценке напряженно-деформированного состояния земной коры исследуемого района.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На серверах Института сейсмологии создана цифровая база данных для хранения GNSS данных и их дальнейшего использования в научных исследованиях. Эта база данных рекомендована для внедрения автоматической обработки GNSS данных, повышения эффективности систематического мониторинга геодинамического состояния сейсмически активных территорий.

2. Результаты тахеометрических измерений 2016–2017 гг. на пересечении разломов Каржантау и Таваксай приведены в местную систему и обработаны с результатами нивелировочных измерений 1979–1980 гг., в результате определена средняя вертикальная скорость движения земной коры за 36-лет (1979–2016 гг). Рекомендовано проводить комплексные геологические, геофизические и геодезические наблюдения для мониторинга напряженно–деформационного состояния земной коры на территории Таваксайского геодинамического полигона.

3. На основе программы GAMIT-GLOBK впервые в Узбекистане результаты недавних GNSS измерений Восточного Узбекистана и прилегающих районов обработаны и объединены в единую региональную систему. Результаты исследований современных горизонтальных и вертикальных движений земной коры станций Ташкент, Фергана, Китаб и 13ти других GPS станций позволили систематически наблюдать и анализировать напряженно–деформационное состояние земной коры.

4. Составлена карта смещений поверхности от проявленных землетрясений в районе исследования за последние 100 лет. Результаты, полученные на основе этой карты, рекомендовано для использования при оценке деформационного состояния земной коры.

5. На основе функциональной зависимости ранее известной гипотезы равновесия Эри на основе ГИС технологии создана карта мощности земной коры до границы Мохоровичича для восточного Узбекистана. Эта карта позволяет оценить деформационное состояние земной коры.

6. Созданы Модели Globk и Matlab среднегодовых скоростей горизонтальных и вертикальных движений земной коры GNSS станций Восточного Узбекистана и прилегающих территорий за 2011-2013 годы. Результаты позволили проводить систематический мониторинг современных движений земной коры.

7. Выявлена среднее деформационное положение блоков зоны Каржантауского разлома за 2011-2013 годы. Характерно, что сильные землетрясения происходили именно в зонах с высокими значениями деформации. Полученные с использованием GNSS методов результаты рекомендуются для мониторинга эндогенных геологических процессов, оперативной оценки интенсивных изменений деформирования горных пород в сейсмически активных зонах.

8. Создан набор моделей на основе ArcGIS технологии для количественной оценки деформации блоков исследуемой области. Модель в некоторой степени будет использована при количественном моделировании напряженно-деформированного состояния земной коры, вызывающие аномальные изменения в геофизических полях в условиях формирования очага сильных землетрясений, а также морфокинетическом и геодезическом мониторинге эндогенных геологических процессов.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREE  
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 AND  
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

---

**INSTITUTE OF SEISMOLOGY**

**SHUKUROV ZUKHRIDDIN FAZLIDDINOVICH**

**MODELING OF MODERN MOVEMENTS OF THE RESPECTIVE  
SEISMIC CONDITION OF KARJANTAU FAULT ON THE BASIS OF GIS  
TECHNOLOGIES**

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

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR PHILOSOPHY (PhD)  
ON GEOLOGICAL-MINERALOGICAL SCIENCES**

**Tashkent-2019**

**The theme dissertation of the doctor philosophy (PhD) registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers in the Republic of Uzbekistan under number B2017.2.PhD/GM13.**

The dissertation has been prepared at the Institute of Seismology.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council ([www.gpniimr.uz](http://www.gpniimr.uz)) and on the website of «ZiyoNet» information and educational portal ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

**Scientific adviser:** **Khamidov Lutfulla Abdullaevich**  
doctor of physical and mathematical sciences

**Official opponents:** **Maksudov Sabitjan Khamidovich**  
doctor of physical and mathematical sciences

**Atabayev Dilshot Husanbaevich**  
candidate of geological and mineralogical sciences

**Leading organization:** **SUE «Uzbekhydrogeology»**

The defense will take place «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 at \_\_\_\_\_ the meeting of the Scientific council 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 and 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](mailto:info@gpniimr.uz), [gpniimr@exat.uz](mailto:gpniimr@exat.uz)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the 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 sent out on «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019.  
(Registration protocol № \_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019.)

**M.M.Pirnazarov**  
Chairman of the scientific council awarding scientific degrees, doctor of geological and mineralogical sciences

**K.R.Mingboev**  
Scientific secretary of the scientific council awarding scientific degrees, candidate of geological and mineralogical sciences

**K.N.Abdullabekov**  
Chairman of a scientific seminar under scientific council awarding scientific degrees, doctor of physics and mathematical sciences, academician



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to model the modern movements of the earth's crust in respective seismic conditions of the territory of the Karjantau fault on the basis of GIS technologies.

**The objects of the research work** is the Karjantau fault and adjacent blocks of the earth's crust.

**Scientific novelty of the research work are:**

it is revealed that the average value of vertical movements of the earth's crust at the intersection faults of Karjantau and Tavaksay for the 36-year period (1979-2016) is based on the law of advective structures development;

for the first time in Uzbekistan, on the basis of the GAMIT/GLOBK program, the average annual speeds of horizontal and vertical movements of the earth's crust of Eastern Uzbekistan and adjacent territories determined;

was calculated displacement determined, arising on the earth's surface as a result happened of earthquakes are calculated by empirical formulas;

estimated indicators of the thickness of the earth's crust to the boundary of Mohorovichich and other physical parameters of blocks limited by faults have been developed;

models of modern movements of the earth's crust of Eastern Uzbekistan and adjacent territories were created.

**Implementation of the research results.** On the basis of scientific results on creation of models of modern movements of the earth's crust on the basis of GIS-technologies in seismically active regions of Uzbekistan the followings achieved:

the average values of vertical movements of the earth's crust over 36 years, based on observations at the intersection of the Karjantau and Tavaksay faults, based on the law of development of advective structures, were introduced in the Ministry of Emergencies (certificate of the Ministry for Emergency Situations No.2/4/24-2852 of October 30, 2019) . As a result, this made it possible to justify carrying the continuous monitoring of the stress-strain state of the earth's crust Pritashkent region;

the created displacement map on the basis on the analysis of earthquakes occurring in the Karjantau fault zone and adjacent territories over the past 100 years has been introduced into the Ministry of Emergencies (certificate of the Ministry of Emergency Situations No.2/4/24-2852 of October 30, 2019). The results made it possible to identify hazardous in geodynamic respect of the territory and evaluate dangerously deformable places of the earth's crust;

a model of deformations of blocks of the fault territory was introduced in the Ministry of Emergencies (certificate by the Ministry of Emergency Situations No.2/4/24-2852 of October 30, 2019). The results made it possible to monitor endogenous geological processes in the zone of the Karjantau fault and quickly evaluate the stress-strain state of rocks of seismically active zones.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of introduction, three chapters, conclusion and list of used literature. The common volume of the dissertation is 121 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Хамидов Л.А., Шукуров З.Ф., Джумабаев И.М., Ядигаров Э.М. Сейсмичность зон водохранилищ и элементы их связи с сейсмотектоническими напряжениями // Вестник НУУз. - 2012. - № 2/1. - С. 132-136. (04.00.00; № 7).

2. Алимухамедов И.М., Хамидов Х.Л., Шукуров З.Ф., Зиёмов Б.З., Фахриддинов Ж.Ф. Показатели локальной геодинамической активности земной коры зон водохранилищ // Геология и минеральные ресурсы. - 2014. - № 3. - С. 37-42. (04.00.00; № 2).

3. Хамидов Х.Л., Шукуров З.Ф., Зиёмов Б.З., Фахриддинов Ж.Ф. Геодинамические оценки параметров GPS-съёмок и смещений для сейсмических событий в западном Тянь-Шане // Вестник НУУз. - 2014. - № 3/1. - С. 148-151. (04.00.00; № 7).

4. Хамидов Х.Л., Шукуров З.Ф. Вычисление модулей векторов перемещений для землетрясений Западного Тянь-Шаня // Доклады АН РУз. - Ташкент. - 2015. - № 5. - С. 39-43. (04.00.00; № 5).

5. Юсупов В.Р., Шукуров З.Ф., Ядигаров Э.М. Каржантау чуқур ер ёриғи сейсмик фаоллигини геологик-геофизик усуллар мажмуаси билан баҳолаш // Горный вестник Узбекистана. - Навои: «НГМК», 2016. - № 4. - С. 64-67. (04.00.00; № 3).

6. Шукуров З.Ф. История развития GPS-сети в Узбекистане и её роль в исследовании проблемы прогноза землетрясений на основе изучения деформации земной коры // Горный вестник Узбекистана. - Навои: «НГМК», 2016. - № 4. - С.136-140. (04.00.00; № 3).

7. Шукуров З.Ф., Юсупов В.Р., Ядигаров Э.М. Каржантов ва Товоқсой ер ёриқлари кесишган худуддаги ер сатҳи вертикал ҳаракатининг таҳлили // Геология ва минерал ресурслар. - 2017. - № 3. - Б. 55-58. (04.00.00; № 2).

8. Shukurov Z.F. Analysis of vertical movements of the earth's surface in the zone of intersection between Karjantau and Tavaksay faults of the Western Tien-Shan // International journal of geology earth and environmental sciences. - India. - 2018. - Vol. 8. - № 2. - P. 68-75. (04.00.00; № 7).

**II бўлим (II часть; part II)**

9. Хамидов Л.А., Шукуров З.Ф., Фахриддинов Ж.Ф. Напряжение зон слияния сейсмогенных разломов Западного Тянь-Шаня // Тез. Междунар. науч. конф. «Геодинамика, сейсмическая опасность, сейсмостойкость сооружений». - Алушта: Наукова думка, 2011. - С. 28-36.

10. Хамидов Л.А., Хамидов Х.Л., Шукуров З.Ф. Тектонофизические съёмки GPS смещений и их обработка в среде ArcGIS для Приташкентской сейсмогенной зоны // Мат-лы 3-й Тектонофизической конференции в ИФЗ

РАН. - Москва, 2012. - С. 106-110.

11. Шукуров З.Ф. Возможности изучения современных сейсмоструктурных деформаций Чаткало-Кураминской горной зоны Центральной Азии высокоточными GPS-измерениями в среде ArcGIS // Мат-лы Всеросс. совещ. «Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследований на количественной основе». - Иркутск, 2012. - С.184-187.

12. Шукуров З.Ф. Остаточные деформации в очагах землетрясений Приташкентской сейсмогенной зоны // Мат-лы 4-й конф. молодых ученых и студентов «Современная техника и технологии в научных исследованиях». - Бишкек: Научная станция РАН, - 2012. - С. 87-88.

13. Шукуров З.Ф. Возможность измерения деформаций в Приташкентской сейсмогенной зоне // «Илм-фан таракқиёти ва иқтисодийти инновацион ривожлантириши» Республика ёш олимлар илмий-амалий конференция материаллари тўплами. - Т., 2012. - Б. 151-152.

14. Шукуров З.Ф. Результаты режимного GPS-измерения смещений в центральной части Ферганского геодинамического полигона // Мат-лы 5-й конф. молодых ученых и студентов «Современная техника и технологии в научных исследованиях». - Бишкек: Научная станция РАН, 2013. - С. 55-57.

15. Шукуров З.Ф. Ер юзасининг замонавий ҳаракат деформациясини GPS орқали аниқлаш // Мат-лы VI-й Межд. науч.-техн. конф. «Современная техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». - Навои: НГГИ, 2013. - С. 529-531.

16. Хамидов Х.Л., Шукуров З.Ф. Смещение блоков Западного Тянь-Шаня и GPS измерения на Ферганском полигоне // Мат-лы Республ. науч.-техн. конф. «Современные методы и технологии в решении гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических задач». - Т.: ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», 2013. - С. 104-107.

17. Шукуров З.Ф. Ер қобиғида замонавий деформацияни геодезик съёмкалар орқали аниқлаш усуллари // Проблемы сейсмологии в Узбекистане. - Т.: ИС АН РУз, 2013. - № 10. - С. 63-67.

18. Шукуров З.Ф. Тоғ олди ва тоғ худудлари ер қобиғининг ҳаракатчанлиги // Мат-лы Республ. науч.-практ. конф. совместно с МЧС РУз «Проблемы оценки сейсмической опасности и риска в Узбекистане». - Т., 2015. - С. 64-65.

19. Шукуров З.Ф. Определение модуля полного вектора смещений по расчетам эмпирических формул для Чаткало-Кураминской горной зоны // Тез. Слета молодых специалистов геологической отрасли Узбекистана «Геопокорение XXI века-2016». - Т.: Госкомгеологии РУз, 2016. - С. 165-166.

20. Юсупов В.Р., Шукуров З.Ф., Ядигаров Э.М. Каржантов чуқур ер ёриғи сейсмик фаоллигини баҳолаш // Мат-лы науч.-техн. конф., посвящ. 80-летию создания Института геологии и геофизики и 105-летию со дня рождения акад. Х.М.Абдуллаева «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». - Ташкент: ГП «ИМР», 2017. - С. 144-145.

Автореферат «Геология ва минерал ресурслар» журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди.

Босишга рухсат этилди: 29.11.2019 йил  
Бичими 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулда чоп этилди.  
Шартли босма табағи 3,0. Адади 75. Буюртма № 29-11

“IMPRESS MEDIA” MChJ босмаҳонасида чоп этилди.  
Тошкент шаҳри, Қушбеги кўчаси, 6-уй.