

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

**БОБОХОНОВА МАМУРАХОН НОРМИРЗА ҚИЗИ**

**ЎЗБЕКИСТОН ОБ-ҲАВОСИГА ЭЛЬ-НИНЬО ВА ЛА-НИНЬЯ  
ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ЭҲТИМОЛИЙ ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ**

**11.00.04 – Метеорология. Иқлимшунослик. Агрометеорология**

**ГЕОГРАФИЯ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)  
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2026**

**География фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)  
диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по географическим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on geographical sciences**

<b>Бобохонова Мамурахон Нормирза кизи</b> Ўзбекистон об-ҳавосига Эль-Ниньо ва Ла-Нинья жараёнларининг эҳтимолий таъсири баҳолаш.....	3
<b>Бобохонова Мамурахон Нормирза кизи</b> Оценка возможного влияния процессов Эль-Ниньо и Ла-Нинья на погоду в Узбекистане.....	21
<b>Bobokhonova Mamurakhon Normirza kizi</b> Assessment of the possible impact of the El Niño and La Niña processes on the weather of Uzbekistan.....	39
<b>Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати</b> Список опубликованных работ List of published works.....	43

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ ИНСТИТУТИ**

**БОБОХОНОВА МАМУРАХОН НОРМИРЗА ҚИЗИ**

**ЎЗБЕКИСТОН ОБ-ҲАВОСИГА ЭЛЬ-НИНЬО ВА ЛА-НИНЬЯ**  
**ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ЭҲТИМОЛИЙ ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ**

**11.00.04 – Метеорология. Иқлимшунослик. Агрометеорология**

**ГЕОГРАФИЯ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2026**



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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунё микёсида иқлим ўзгариши ҳамда унинг салбий оқибатларига қарши курашиш ва мослашиш масалалари ҳозирги вақтда жаҳон ҳамжамияти олдида турган энг йирик муаммолардан бири ҳисобланади. Жаҳон метеорология ташкилоти олтига халқаро маълумотлар тўпламига асосланиб, “2024 йилни тарихдаги энг иссиқ йил сифатида тасдиқлади. Ўтган ўн йилнинг барчаси рекорд даражадаги ҳароратларнинг ғайриоддий кетма-кетлиги билан энг юқори ўнталикка кирди. Узоқ муддатли иссиқ жараёнида қисқа муддатли ҳарорат кўтарилишлари 2023 йил ўрталаридан 2024 йил майгача давом этган Эль-Ниньо сингари табиий ҳодисалар туфайли юз берган бўлиши мумкин”, деб таъкидланган<sup>1</sup>. Ушбу ҳолат, Эль-Ниньо – Жанубий Тебраниш (El-Nino-Southern Oscillation (ENSO)) ҳодисасининг минтақавий об-ҳавога таъсирини ўрганишни тақозо этади.

Жаҳонда глобал иқлимий тизимда содир бўлаётган ENSO ҳодисаларини пайдо бўлиш сабабларини аниқлаш, Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисаларининг механизмлари, ривожланиш босқичлари ва телеалоқаларини тушуниш, дунёнинг кўплаб минтақаларида ҳаво ҳарорати, ёғингарчилик ва атмосфера циркуляциясидаги ўзгаришларига таъсирини ўрганиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда. ENSO ҳодисаларининг жадаллиги ва даврийлигини олдиндан прогнозлаш, уларнинг иқлим ўзгариши билан ўзаро боғлиқлиги, шунингдек, Эль-Ниньо ва Ла-Ниньянинг экстремал об-ҳаво ҳодисаларига (қурғоқчилик, сув тошқинлари, бўронлар, ўрмон ёнғинлари) узоқ муддатли таъсирини аниқлаш ҳамда мослашув стратегияларини ишлаб чиқиш масалаларига катта эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда иқлим ўзгаришига мослашишга қаратилган комплекс чора-тадбирлар ва мақсадли дастурларни амалга оширишга алоҳида эътибор қаратилиб, бу борада муайян ижобий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 17 ноябрдаги “Ўзбекистон Республикаси гидрометеорология хизмати фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4896-сон Қарорида “турли муддатли гидрометеорологик прогнозлашнинг инновацион услубларини жорий этиш, турли барвақтликдаги об-ҳаво прогнозларининг ишончилигини ошириш”<sup>2</sup> устувор йўналишдаги вазифалардан бири сифатида белгиланган. Бу борада мамлакатимизда Эль-Ниньо ва Ла-Нинья жараёнларининг ҳаво ҳарорати ва ёғингарчилик режимига кўрсатадиган эҳтимолий таъсирини ўрганиш, уларнинг фазалари бўйича иқлимий аномалияларни аниқлаш муҳим илмий ва амалий аҳамият касб этади.

Ушбу диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Республикаси

<sup>1</sup> Жаҳон метеорология ташкилоти. <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>

<sup>2</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 17 ноябрдаги “Ўзбекистон Республикаси гидрометеорология хизмати фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4896-сон Қарори. <https://lex.uz/docs/5108961>

Президентининг 2024 йил 24 июндаги ПҚ-233-сон “Иқлим ўзгаришига нисбатан барқарор агроэкологик яратиш ҳамда қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари етиштирувчиларнинг иқлим ўзгариши билан боғлиқ хавфларга мослашувчанлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарори, 2020 йил 17 ноябрдаги ПҚ-4896-сон “Ўзбекистон Республикаси гидрометеорология хизмати фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарори, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2023 йил 11 августдаги ВМ-362-сон “Иқлим ўзгариши ва табиий офатлар хавфига нисбатан миллий ҳаракатлар режасини ишлаб чиқиш ҳамда самарали амалга оширишни ташкил этиш тўғрисида”ги Қарори ҳамда соҳага оид бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот иши республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ходисалари, уларнинг пайдо бўлиши ҳамда дунёда содир бўлаётган об-ҳаво ходисаларига таъсири масалалари бўйича кўплаб хорижий олимлар, шу жумладан, J.Bjerknes, K.Wyrski, G.T.Walker, S.E.Zebiak, K.E.Trenberth, M.J.McPhaden, D.S.Battisti, B.Wang, K.Ashok, A.G.Barnston, R.Seager, N.K.Larkin, D.E.Harrison, C.F.Ropelewski, M.S.Halpert ва бошқалар томонидан тадқиқотлар олиб борилган.

Собиқ Иттифоқ ва МДХ мамлакатларида Л.Н.Аристова, Д.Ю.Гушина, Г.В.Груза, М.А.Петросянц, Е.В.Соколихина, Е.М.Володин, Л.К.Клешенко, И.И.Мохов, Д.А.Смирнов, Е.К.Семёнов, Н.С.Сидоренков каби олимларнинг тадқиқотлари Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ходисаларининг пайдо бўлиши, уларни прогноз қилиш усуллари, кўплаб мамлакатлар доирасида улар келтириб чиқарадиган салбий (ижобий) оқибатлар, океан ва атмосфера циркуляцияси ўртасидаги боғлиқлик ҳамда бу жараёнларнинг турли ҳудудларга таъсирини ўрганганиш масалаларига бағишланган.

Ўзбекистонда Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ходисаларига оид тадқиқотлар О.Л.Бабушкин, С.И.Инагамова, Л.Е.Скрипникова, И.С.Ким каби олимлар томонидан олиб борилган. Ушбу тадқиқотларда Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ходисаларининг Ўрта Осиё синоптик жараёнларининг ривожланиши, ёғингарчилик ва ҳаво ҳарорати режими ҳамда дарёлар оқимига таъсири масалалари ёритилган. Сўнгги йилларда ушбу масалалар билан М.Л.Арушанов, Б.Ш.Кадиров каби тадқиқотчилар шуғулланмоқда.

Мазкур диссертация иши аввалги тадқиқотлардан ENSO ходисасининг Ўзбекистонда ёғингарчилик ва ҳаво ҳарорати режимига таъсирини баҳолашда ҳодиса жадаллигининг ҳисобга олинганлиги, ходисаларнинг республика бўйича ёғинлар миқдорига таъсирини жойнинг баландлигига боғлиқ ҳолда ўрганилганлиги билан ажралиб туради.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Ушбу диссертация тадқиқоти Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти илмий тадқиқотлар режасининг “AL-5521122138-Автоматлаштирилган метеорологик радиолокаторлар тармоғининг ягона ахборот тизимини яратиш” (2024-2025 йй.) амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ходисаларининг Ўзбекистон ҳудудида ёғингарчилик ва ҳаво ҳарорати режимига эҳтимолий таъсирини баҳолашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари кузатилган даврларнинг хронологиясини аниқлаш ва таснифлаш;

Ўзбекистон ҳудудидаги ёғингарчилик миқдориغا Эль-Ниньо ва Ла-Нинья жараёнларининг таъсирини статистик баҳолаш;

геоахборот технологияларидан (ГАТ) фойдаланиб, Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари давридаги ёғингарчилик аномалияларининг рақамли карталарини яратиш;

ёғингарчилик аномалияларининг жойнинг баландлиги бўйича ўзгариш қонуниятларини аниқлаш;

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ходисаларининг эҳтимоллиги асосида Фарғона водийси ҳудуди учун узоқ муддатли ёғингарчилик прогнози моделини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида асосий иқлимий кўрсаткичлар – Ўзбекистон ҳудудидаги ёғинлар миқдори ва ҳаво ҳарорати танлаб олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** Ўзбекистон ҳудудида асосий иқлимий кўрсаткичларга Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ходисаларининг таъсири масалалари ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишида таснифлаш ва математик статистика, фазо ва вақт таҳлили, метеорологик ҳисоблашлар ва баҳолашлар, математик моделлаштириш, ГАТ ва сценарийли прогнозлаш усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

Эль-Ниньо фазаси кузатилган давр мобайнида Ўзбекистон ҳудудида ёғингарчилик миқдорининг меъёрдан кўп, Ла-Нинья даврида эса, аксинча, ёғингарчилик миқдорининг меъёрдан кам бўлганлиги аниқланган;

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари даврида ёғингарчилик аномалиялари миқдорининг баландлик бўйича ўзгариши аниқланган;

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари даврида Ўзбекистонда кузатилган ёғингарчилик аномалиялари миқдорининг рақамли карталари ГАТ асосида яратилган;

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ходисаларининг эҳтимоллиги асосида Фарғона водийси ҳудудига келгуси 10 йиллик давр учун узоқ муддатли ёғингарчилик миқдори прогнози сценарийси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

ENSO ҳодисасининг турли фазаларида (Эль-Ниньо, Ла-Нинья) республика ҳудудида кузатиладиган ёғингарчилик ва ҳаво ҳарорати режимларидаги ўзгаришлар аниқланган;

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазаларида республикада ёғингарчилик ва ҳаво ҳарорати режимларидаги ўзгаришларнинг юзага чиқиш даврлари ва ҳудудлари аниқланган;

ГАТ асосида Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари давридаги метеорологик ўзгаришларнинг Фарғона водийсидаги тақсимотини акс эттирувчи карталар яратилган;

келгуси ўн йиллик ёғингарчилик режимига тааллуқли иқлим модели учун методологик асос ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** диссертация ишини бажаришда АҚШнинг National Centers for Environmental Information National Oceanic and Atmospheric Administration (NCEI NOAA) веб-саҳифаси маълумотлари, Ўзбекистон Республикаси Экология ва иқлим ўзгариши миллий қўмитаси ҳузуридаги Гидрометеорология хизмати агентлиги (Ўзгидромет) тизимида ягона усулда амалга оширилган метеорологик кузатиш маълумотлари ва Ўрта Осиё синоптик жараёнлари тақвимларидан фойдаланилганлиги, уларни қайта ишлаш, катталиклар орасидаги алоқадорликни баҳолаш ва таҳлил қилишда стандарт статистик усулларнинг қўлланилганлиги, шунингдек, олинган натижаларнинг атмосфера физикасининг замонавий қонуниятларига мос келиши билан белгиланади. Тадқиқот натижасида олинган илмий натижалар ва тақлифлар амалиётга жорий қилинган ва ваколатли ташкилот томонидан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқотнинг илмий аҳамияти шундаки, ишда олинган натижалар ва асосий хулосалар, жумладан, ENSO ҳодисасининг Ўзбекистон ҳудудидаги ёғингарчилик ва ҳаво ҳарорати режимларига таъсирини аниқлашга қаратилган илмий ёндашувларни такомиллаштириш, метеорологик омилларнинг ENSO ҳодисаси билан боғлиқлик қонуниятларини илмий жиҳатдан асослаш, аниқланган ENSO фазаларида кузатиладиган ёғингарчилик аномалияларининг ҳудудий ва баландлик бўйича тафовутлари, океан-атмосфера ўзаро таъсирининг роли ва механизмларини чуқурроқ англашга хизмат қилади.

Диссертация тадқиқотининг амалий аҳамияти шундаки, ишда олинган асосий натижалар ва аниқланган қонуниятлардан Ўзбекистон ҳудудида ENSO ҳодисаларининг турли фазаларида юзага келадиган ёғингарчилик ва ҳарорат ўзгаришларини баҳолаш, уларни мавсумий ва узоқ муддатли прогнозлашда қўллаш, шунингдек, иқлим ўзгарувчанлиги таъсирига мослашиш бўйича амалий чора-тадбирларни ишлаб чиқиш, ГАТ асосида яратилган ёғингарчилик аномалиялари карталаридан сув ресурсларини бошқариш, қишлоқ хўжалиги фаолиятини режалаштириш, фавқулодда вазиятлар хавфини баҳолаш ва иқлим хатарларини камайтиришда фойдаланиш мумкин.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Ўзбекистон об-ҳавосига Эль-Ниньо ва Ла-Нинья жараёнларининг эҳтимолий таъсирини баҳолаш бўйича олинган илмий натижалари асосида:

Эль-Ниньо фазаси кузатилган давр мобайнида Ўзбекистон ҳудудида ёғингарчилик миқдорининг меъёрдан кўп, Ла-Нинья даврида эса аксинча, ёғингарчилик миқдорининг меъёрдан кам бўлиши Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлигида ёғингарчиликни прогноз қилишда жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва иқлим ўзгариши вазирлиги ҳузуридаги Гидрометеорология хизмати агентлигининг 2025 йил 8 октябрдаги 01-15/1593-сон маълумотномаси). Натижада, Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари даврларида Ўзбекистон ҳудудида ёғингарчиликни меъёрдан кўп ёки кам кузатилиши қонуниятлари асосида мавсумий ва узоқ муддатли прогнозлар тузиш имконияти яратилган;

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари даврида ёғингарчилик аномалиялари миқдорининг баландлик бўйича ўзгариши Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлигида тоғолди ҳамда тоғли ҳудудлар учун ихтисослашган прогнозлар тузиш амалиётига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва иқлим ўзгариши вазирлиги ҳузуридаги Гидрометеорология хизмати агентлигининг 2025 йил 8 октябрдаги 01-15/1593-сон маълумотномаси). Натижада, тоғли ва тоғолди ҳудудлардаги сув ресурсларининг шаклланишини олдиндан аниқлаш, хусусан, сел хавфини камайтириш, сув ресурсларини самарали бошқариш имконияти яратилган;

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари даврида Ўзбекистонда кузатилган ёғингарчилик аномалиялари миқдорининг ГАТ асосида яратилган рақамли карталари Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлигида ҳудудлар кесимида ёғингарчилик миқдорини прогноз қилишда амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва иқлим ўзгариши вазирлиги ҳузуридаги Гидрометеорология хизмати агентлигининг 2025 йил 8 октябрдаги 01-15/1593-сон маълумотномаси). Натижада, ҳудудлар кесимида келгуси Эль-Ниньо ва Ла-Нинья даврларида прогнозлар тузиш имконияти яратилган;

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисаларининг эҳтимоллиги асосида Фарғона водийси ҳудудига келгуси 10 йиллик давр учун узоқ муддатли ёғингарчилик миқдори учун ишлаб чиқилган прогнози Ўзбекистон Республикаси Гидрометеорология хизмати агентлигида аҳолига метеорологик хизмат кўрсатиш ва метеорологик прогнозлар тузиш фаолиятида фойдаланилган (Ўзбекистон Республикаси Экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва иқлим ўзгариши вазирлиги ҳузуридаги Гидрометеорология хизмати агентлигининг 2025 йил 8 октябрдаги 01-15/1593-сон маълумотномаси). Натижада, Ўзбекистоннинг марказий, жанубий ҳамда шимолий ҳудудлари учун Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари эҳтимоллиги асосида 10 йиллик ёғингарчилик прогнози тайёрлаш имконияти яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур диссертация ишининг асосий натижалари 7 та халқаро миқёсидаги илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш, жумладан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола, шулардан, 5 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр қилинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, учта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, атамалар ва қисқартмалар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг ҳажми 98 саҳифани ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида тадқиқот мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, мавзунинг республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги, унинг илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режаси билан боғлиқлиги, муаммонинг ўрганилганлик даражаси, ишнинг мақсади ва вазифалари, тадқиқот объекти ва предмети келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, уларнинг амалиётда жорий қилиниши, нашр этилган ишлар ва диссертациянинг таркибий тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **биринчи боби “Эль-Ниньо Жанубий Тебраниш ҳодисаси ва унинг глобал иқлимга таъсири”** деб номланган. Диссертация ишининг ушбу бобида Эль-Ниньо Жанубий тебраниш тушунчаси ва ҳисоблаш методологияси асослари келтирилган, ҳодисанинг фазалари ва хусусиятлари таҳлил қилинган, ҳодисасининг глобал иқлимий тизимга таъсири баён қилинган.

Эль-Ниньо ва Жанубий Тебраниш экваториал Тинч океани бўйлаб денгиз юзаси хароратининг (Эль-Ниньо) ва устдаги атмосфера босимининг (Жанубий Тебраниш) даврий ўзгаришидан иборат.

Жанубий Тебраниш (Southern Oscillation) Австралиянинг Дарвин ва Таитидаги кузатув станциялари орасидаги денгиз сатҳидаги атмосфера босимнинг ўзгаришини тавсифлайди.

ENSO ҳодисасининг 3 та фазаси мавжуд бўлиб, улар Эль-Ниньо, Ла-Нинья ва нейтрал фазалардир.

Эль-Ниньо ҳар 3 ёки 8 йилда бир марта содир бўлиб, унинг давомийлиги ўртача 8-10 ойни ташкил этади. Ҳодиса кўпинча апрель-май ойларида бошланади ва декабрь-февраль ойларида максимал ривожланишга эришади. 1997-1998 йиллардаги Эль-Ниньо ўтган асрдаги энг кучли ҳодиса бўлиб, бутун минтақада океан юзаси 29-30°C гача қизиган. Жаҳон метеорология ташкилоти (ЖМТ) маълумотларига кўра, бу ҳодиса жаҳон иқтисодиётига

қарийб 100 млрд АҚШ доллари миқдорида зарар етказган.

Ла-Нинья одатда 3 йилдан 7 йилгача бўлган даврда содир бўлиб, ўртача 5 ойдан 24 ойгача давом этади. У Эль-Ниньога нисбатан камроқ учрайди. Ҳодисанинг жадаллигига қараб, унинг давомийлиги қанча қисқа бўлса, у шунчалик кучли таъсир кўрсатади. Энг жиддий ва зарарли таъсирлар дастлабки 6 ойда содир бўлади. Ла-Нинья одатда йил ўрталарида бошланиб, йил охирида максимал жадалликка эришади ва кейинги йилнинг ўрталарида тўхтайтиди. 1998-2000 йиллардаги ҳодиса (25 ой) сўнгги 50 йил ичида энг қизғин ва узоқ давом этган ҳодиса бўлган.

ENSO шароитларини мониторинг қилиш асосан экваториал Тинч океанининг 4 та географик минтақасидаги океан юзаси ҳарорати (ОЮХ) аномалияларига қаратилган. Ниньо 3.4 минтақасида ( $5^{\circ}$ - $5^{\circ}$  ж.к.,  $120^{\circ}$ - $170^{\circ}$  ғ.у.)  $+0,5^{\circ}\text{C}$  га тенг ёки ундан юқори бўлган ОЮХ аномалиялари ENSO нинг илиқ фазаси (Эль-Ниньо) шароитини кўрсатади. Аксинча,  $-0,5^{\circ}\text{C}$  га тенг ёки ундан паст бўлган аномалиялар совуқ фаза (Ла-Нинья) шароити билан боғлиқ.

Ниньо 3.4 ОЮХ аномалиялари жорий ой учун тугаган уч ойлик давр бўйича ўртачалаш орқали ҳисобланади ва бу қиймат Океан Ниньо Индекси (ONI – Oceanic Niño Index) деб аталади. Агар ONI қиймати кетма-кет камида бешта ой давомида илиқ ёки совуқ фаза шартларини кўрсатса, у расман Эль-Ниньо ёки Ла-Нинья ҳодисаси деб қабул қилинади. Ҳодисалар жадаллигини аниқлашда 1-жадвалда келтирилган таснифлаш тизимидан фойдаланилади.

1-жадвал

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисалари жадаллиги таснифи  
(манбаа: NOAA)

Ҳодисалар жадаллиги индикаторлари	Океан юзаси ҳарорати аномалиялари қийматлари, $^{\circ}\text{C}$
Жуда кучли Эль-Ниньо	$>2,0$
Кучли Эль-Ниньо	1,5 дан 1,9 гача
Ўртача Эль-Ниньо	1,0 дан 1,4 гача
Кучсиз Эль-Ниньо	0,5 дан 0,9 гача
Нейтрал	0 дан $\pm 0,5$ гача
Кучсиз Ла-Нинья	-0,5 дан -0,9 гача
Ўртача Ла-Нинья	-1,0 дан -1,4 гача
Кучли Ла-Нинья	-1,5 дан -1,9 гача

Қайд этилган ENSO ҳодисаларининг таҳлилига кўра, 1963 йилдан ҳозирги кунгача жами 22 марта Эль-Ниньо ҳодисалари кузатилган бўлиб, жадаллик бўйича уларнинг 8 таси “Кучсиз”, 6 таси “Ўртача”, 5 таси “Кучли” ва 3 таси “Энг кучли” деб баҳоланган. Шунингдек, жами кузатилган 23 та Ла-Нинья ҳодисаларидан 11 таси “Кучсиз”, 5 таси “Ўртача”, 7 таси “Кучли” ҳодисаларга тўғри келган.

Эль-Ниньо ҳодисаларида ҳам, Ла-Нинья ҳодисаларида ҳам, кучсиз ҳолатнинг такрорланувчанлиги юқори кўрсаткичга эга. Умумий Эль-Ниньо ҳодисаларининг 36,36% ҳамда умумий Ла-Нинья ҳодисаларининг 47,83%

кучсиз ҳолатларга тўғри келган.

Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисаларининг бошланиш ва тугаш муддатларида аниқ мавсумийлик мавжуд. Эль-Ниньо ҳодисаси асосан куз-қиш мавсумида (октябрь-ноябрь) бошланиб, баҳор-ёз ойларида (март-июнь) тугайди. Хусусан, бу ҳодисанинг 22,73% октябрда бошланиб, мартда тугайди. Ла-Нинья ҳодисаси эса кўпроқ ёз-куз мавсумида (июль-сентябрь) бошланиб, кейинги йилнинг баҳор-ёз ойларида (апрель-июнь) тугаши маълум. Энг кўп тугаш ҳолати апрелга (26,09%) тўғри келади.

Диссертация ишининг **“Ўзбекистон иқлимига Эль-Ниньо Жанубий тебраниш ҳодисасининг таъсирини статистик баҳолаш”** деб номланган **иккинчи бобида** Ўрта Осиё иқлимига Эль-Ниньо Жанубий тебраниш ҳодисасининг умумий таъсир механизмлари ёритилган, ушбу ҳодиса даврида Ўзбекистонда кузатилган синоптик жараёнлар таҳлил қилинган. Шунингдек, Эль-Ниньо Жанубий тебраниш ҳодисасининг Ўзбекистон ҳудудидаги ёғингарчилик режимига ҳамда ҳаво ҳарорати режимига таъсири ўрганиб чиқилган.

Эль-Ниньо фазаси даврида атмосфера циркуляциясидаги ўзгаришлар орқали Ўзбекистон ҳудудига ғарб ва жануб томондан нам ҳаво оқимлар кириб келиши кучаяди. Бу эса ёғингарчилик режими, ҳарорат тақсимооти ва циклон фаоллигидаги ўзгаришлар орқали мамлакатда турли синоптик жараёнларнинг шаклланишига олиб келади.

Диссертация ишида 1963-2016 йилларда ENSO ҳодисаси даврида Ўзбекистонда кузатиладиган синоптик жараёнлар таҳлил қилинган. Таҳлил натижаларига кўра, ўртача фаоллик даражаси икки фаза учун деярли тенг бўлиб, умумий синоптик жараёнлар сонининг катта фарқ қилмаслигини кўрсатади. Бироқ, айрим жараёнлар бўйича фарқлар сезиларли. Эль-Ниньо фазасида синоптик жараёнларнинг 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9-турлари нисбатан фаолроқ.

Ўрта Осиёнинг жанубий ҳудуди орқали Эрон ва Афғонистондан келаётган жанубий Каспий, Мурғоб, юқори Амударё циклонлари ва кенг кўламда иссиқ ҳавонинг чиқиши жараёнлари Ўрта Осиё ҳудудига қиш ойларида илиқ ва ёғинли об-ҳавони олиб келади. Одатда қишда қор заҳирасининг тўпланиши асосан совуқ ҳавонинг шимоли-ғарбдан кириб келиши, совуқ фронтдаги тўлқинли фаолият, Ўрта Осиёнинг шимолий ҳудудида секин силжувчи циклон жараёнларига боғлиқ. Ёзда ушбу жараёнлар кузатилган даврда тоғли туманларда атмосферада нотурғун стратификация вужудга келиши сабабли момақалдиروқлар ривожланади ва жала ёғинлар ёғади. Бироқ антициклоннинг жануби-ғарбий чеккаси жараёни кузатилган даврда Ўрта Осиё ҳудудида ёғинсиз об-ҳаво кузатилади.

Ла-Нинья фазасида эса синоптик жараёнларнинг 6, 9а, 9б, 10, 12 ва 13-турлари фаолроқ. Антициклоннинг жануби-шарқий чеккаси, антициклоннинг жанубий чеккаси, кичик градиентли юқори босимли майдон, кичик градиентли паст босимли майдон турлари Ўрта Осиё ҳудудида ёғинсиз об-ҳавонинг кузатилишига шароит яратади.

Шундай қилиб, Эль-Ниньо фазаси даврларида жанубий Каспий, Мурғоб ва юқори Амударё циклони ҳамда иссиқ ҳаво чиқиши каби жараёнлар фаоллиги ошиб, Ўрта Осиёда ёғинларнинг кўпайиши ва илиқ об-ҳаво кузатилади. Ла-Нинья фазасида эса антициклон таъсири ва кичик градиентли босим майдонлари устун бўлиб, бу ҳолат барқарор стратификация ва ёғинларнинг камайишига олиб келади.

ENSO ҳодисалари бир неча ой давом этади ва глобал иқлимга сезиларли таъсир кўрсатади. Шу сабабли унинг таъсирини тушуниш учун қисқа муддатли эмас, балки ҳодиса бошланиши-тугаши давридаги ёғингарчилик йиғиндиларини таҳлил қилиш мақсадга мувофиқдир. Ишда 1963-2024 йиллар даврида кузатилган барча Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисалари давомида 50 та метеостанцияларида кузатилган ёғингарчилик маълумотларидан фойдаланган ҳолда ENSO ҳодисасининг Ўзбекистон ҳудудидаги ёғинлар миқдорининг ўзгарувчанлигига таъсири баҳоланган.

Ҳодисалар ва Ўзбекистондаги ёғинлар миқдори ўртасидаги боғлиқликни таҳлил қилиш учун ҳодиса содир бўлган даврда қайд этилган ёғинлар ҳамда шу давр учун кўп йиллик ёғинлар меъёри қийматлари олинди, улар орасидаги фарқ ҳисобланган. Сўнг барча Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисалари учун ҳисобланган қийматлар ўртачаланди. Намуна сифатида Тошкент метеостанцияси маълумотлари асосида бажарилган ҳисоблаш натижалари келтирилди (2-жадвал).

2-жадвал

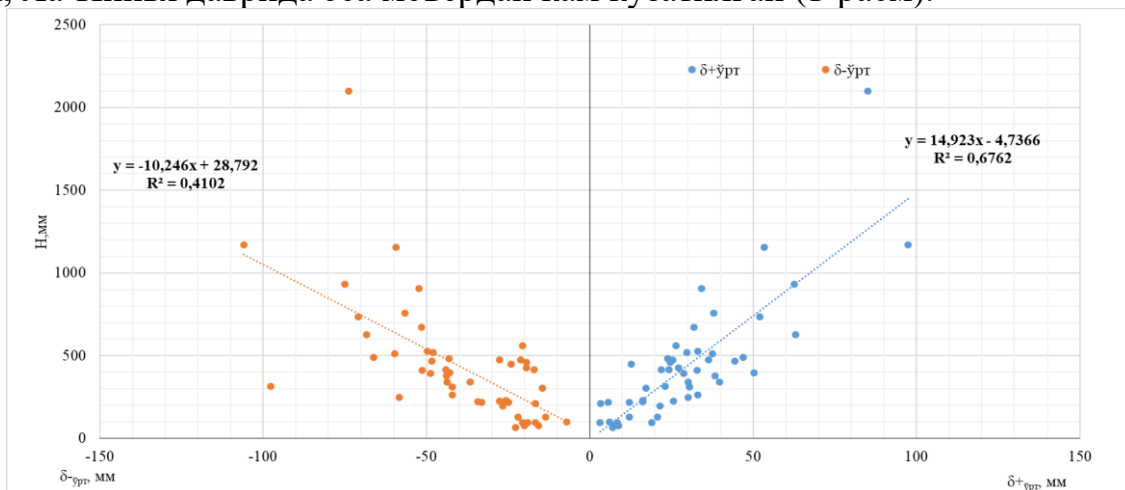
Тошкент (H=467,7 м) метеостанциясида ENSO ҳодисалари даврида кузатилган ёғинлар ва шу давр учун кўп йиллик ёғинлар меъёри ўртасидаги фарқ

Эль-Ниньо								Ла-Нинья							
№	Ҳодиса таснифи	ҳодиса даври (Йил/ой)	L (ой)	X, мм (кузатилган)	X, мм (меъёр)	δ+, мм	№	Ҳодиса таснифи	ҳодиса даври (Йил/ой)	L (ой)	X, мм (кузатилган)	X, мм (меъёр)	δ-, мм		
1	ўртача	1963/7-1964/3	9	395,60	331,30	64,30	1	кучсиз	1964/6-1965/2	9	189,00	270,30	-81,30		
2	кучли	1965/6-1966/5	12	397,00	441,10	-44,10	2	ўртача	1970/8-1971/4	9	345,80	388,40	-42,60		
3	ўртача	1968/11-1969/6	8	754,40	403,80	350,60	3	кучсиз	1971/5-1972/2	10	240,50	307,60	-67,10		
4	кучсиз	1969/9-1970/2	6	321,80	252,10	69,70	4	кучли	1973/6-1974/8	15	353,60	459,20	-105,60		
5	кучли	1972/6-1973/4	11	370,90	403,80	-32,90	5	кучсиз	1974/11-1975/6	8	281,70	403,80	-122,10		
6	кучсиз	1976/10-1977/3	6	296,10	320,00	-23,90	6	кучли	1975/7-1976/5	11	425,40	429,40	-4,00		
7	кучсиз	1977/10-1978/2	5	331,50	247,30	84,20	7	кучсиз	1983/10-1984/2	5	157,90	247,30	-89,40		
8	кучсиз	1979/11-1980/3	5	263,90	403,80	-139,90	8	кучсиз	1984/11-1985/9	11	401,30	411,40	-10,10		
9	жуда кучли	1982/5-1983/7	15	423,50	493,70	-70,20	9	кучли	1988/6-1989/6	13	327,10	452,70	-125,60		
10	ўртача	1986/10-1987/7	10	555,90	433,50	122,40	10	ўртача	1995/9-1996/4	8	300,30	385,60	-85,30		
11	кучли	1987/8-1988/3	8	306,80	327,70	-20,90	11	кучли	1998/8-1999/6	11	509,80	437,40	72,40		
12	кучли	1991/6-1992/7	14	547,70	456,40	91,30	12	кучли	1999/7-2000/4	10	308,00	392,10	-84,10		
13	ўртача	1994/10-1995/4	7	310,90	380,80	-69,90	13	кучсиз	2000/5-2001/3	11	318,70	380,30	-61,60		
14	жуда кучли	1997/6-1998/6	13	670,70	452,70	218,00	14	кучсиз	2005/12-2006/4	5	261,10	303,70	-42,60		
15	ўртача	2002/7-2003/3	9	340,70	331,30	9,40	15	кучли	2007/8-2008/7	12	287,00	441,10	-154,10		
16	кучсиз	2004/8-2005/5	10	487,90	425,70	62,20	16	кучсиз	2008/12-2009/4	5	429,40	303,70	125,70		
17	кучсиз	2006/10-2007/2	6	282,10	247,30	34,80	17	кучли	2010/7-2011/6	12	321,00	441,10	-120,10		
18	ўртача	2009/9-2010/4	8	441,20	385,60	55,60	18	ўртача	2011/9-2012/4	8	487,50	385,60	101,90		
19	кучсиз	2014/11-2015/7	9	424,10	403,80	20,30	19	кучсиз	2016/9-2017/1	5	253,90	191,80	62,10		
20	жуда кучли	2015/8-2016/5	10	462,10	425,70	36,40	20	кучсиз	2017/11-2018/5	7	283,50	388,40	-104,90		
21	кучсиз	2018/11-2019/6	8	465,20	400,10	65,10	21	ўртача	2020/9-2021/5	9	267,60	422,90	-155,30		
22	кучли	2023/7-2024/5	11	523,10	429,40	93,70	22	ўртача	2021/10-2022/6	9	461,00	429,80	31,20		
							23	кучсиз	2022/7-2023/2	8	319,00	258,60	60,40		
Σ			200,00			976,20				203,00			-1062,50		
Ўрт.			9,09			44,37				9,23			-48,30		
σ						103,04							83,22		

2-жадвал маълумотларининг таҳлили ENSO ҳодисасининг Тошкент метеостанциясида кузатилган ёғингарчилик миқдorigа сезиларли таъсир этишини кўрсатди. Эль-Ниньо фазаси даврида метеостанцияда ёғинлар

меъёрдан кўп, Ла-Нинья даврида эса меъёрдан кам кузатилди. Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазаларининг таъсири йиллар бўйича юқори хилма-хиллик билан намоён бўлади. Айрим ҳодисаларда ёгингарчилик кескин кўпайган бўлса, бошқаларида деярли таъсир кузатилмаган. Бу ENSO ҳодисаларининг жадаллиги, давомийлиги ва бошқа атмосфера жараёнлари билан ўзаро таъсирига боғлиқ.

Ўзбекистонда жойлашган метеостанцияларнинг баландлиги ошгани сари ENSO ҳодисасининг таъсири ҳам сезиларли даражада кучайиб боради. Эль-Ниньо даврида барча 50 та метеостанцияда ёгинлар миқдори меъёрдан кўп, Ла-Нинья даврида эса меъёрдан кам кузатилган (1-расм).



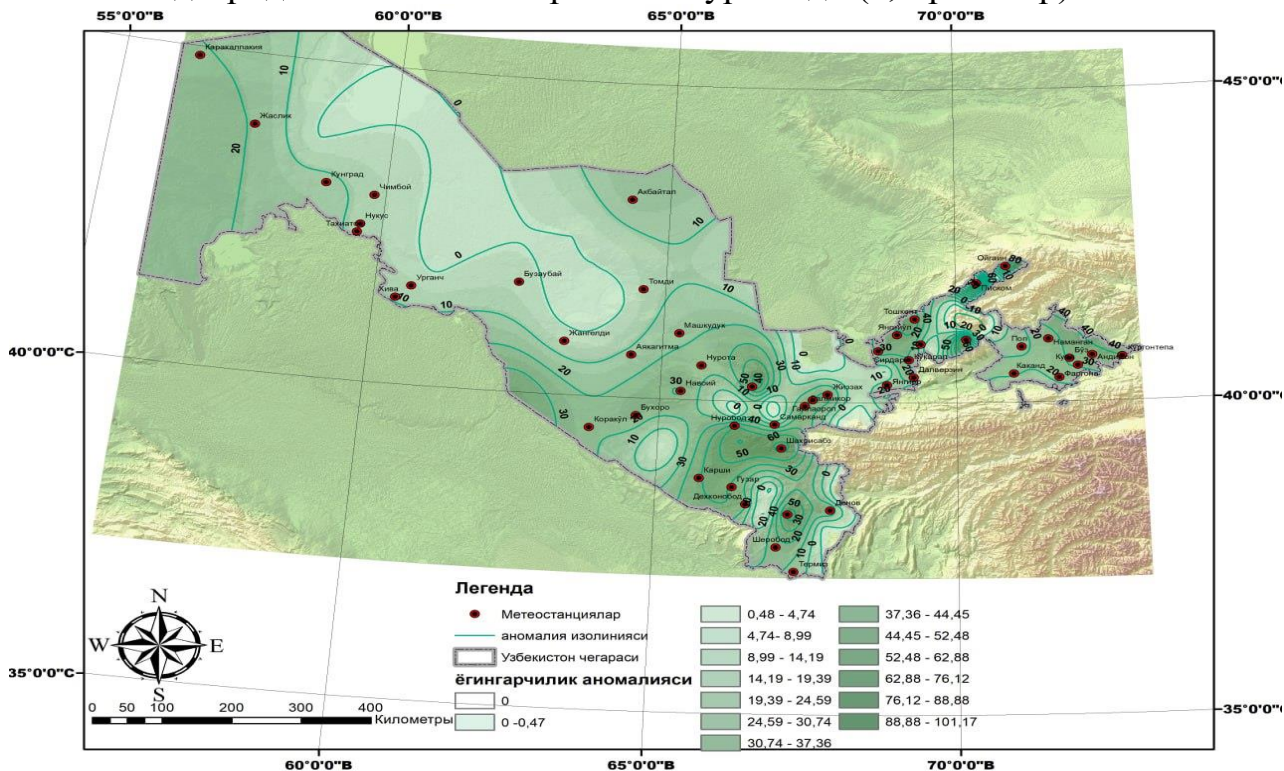
1-расм. ENSO ҳодисалари даврида кузатилган ёгинлар миқдоридagi фарқнинг метеорология станцияси баландлигига боғлиқлиги (1963-2024 йй.)

Шундай қилиб, 1963-2024 йиллар даврида олиб борилган метеорологик кузатув маълумотлари таҳлили Эль-Ниньо ҳодисалари даврида барча ҳудудларда ёгингарчилик меъёрдан ортиқ, Ла-Нинья даврларида эса, аксинча, кам бўлганини кўрсатди. Бу тамойил, айниқса, баландлик ортиши билан яққол намоён бўлади.

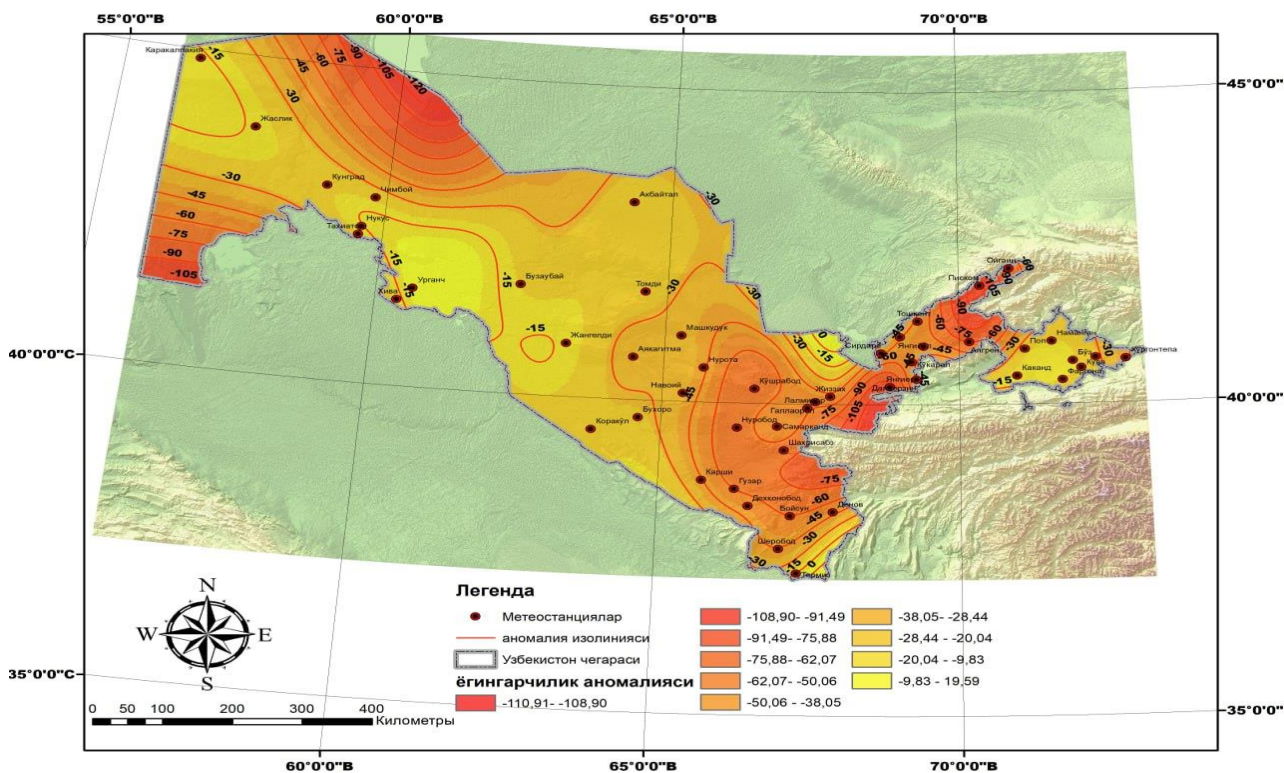
Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисаларининг таъсири нафақат ёгинлар миқдори, балки унинг ҳудудий тақсимоотида ҳам яққол сезилган. Айрим метеостанцияларда ёгинлар миқдоридa катта фарқлар кузатилган бўлса, бошқаларида бундай ўзгаришлар нисбатан заиф. Бу ҳолат маҳаллий географик ва орографик омилларнинг таъсирини ҳам акс эттиради. Ҳодисалар бошланиш ва тугаш вақтларининг таҳлили Ўзбекистонда мавсумий иқлим ўзгаришлар глобал океан-атмосфера жараёнлари билан чамбарчас боғлиқ эканлигини яна бир бор тасдиқлайди.

Диссертация ишида, Эль-Ниньо ( $\delta_{+урт}$ ) ва Ла-Нинья ( $\delta_{-урт}$ ) ҳодисалари даврида кузатилган ёгингарчилик аномалияларининг метеостанциялар баландлиги орасидаги боғлиқликлар статистик таҳлил қилинган. Эль-Ниньо даврларида ёгинлар аномалияси ва метеостанцияларнинг баландлиги орасидаги мусбат корреляцион боғланиш ( $R=0,82$ ) аниқланди. Ла-Нинья даврида эса бундай боғланиш манфий ( $R=0,64$ ) бўлиб чиқди. Бундай ҳолат Эль-Ниньо даврида баландлик бўйлаб ёгинлар миқдорининг ортиши,

Ла-Нинья даврида эса камайиб боришини кўрсатади (2,3-расмлар).



2-расм. Эль-Ниньо даврида Ўзбекистон ҳудуди бўйича ёгинлар миқдори аномалиясининг тақсимланиши



3-расм. Ла-Нинья даврида Ўзбекистон ҳудуди бўйича ёгинлар миқдори аномалиясининг тақсимланиши

Баландликнинг ENSO четланишларига таъсирини моделлаштириш учун чизиqli регрессия қўлланилди.  $\delta_{+ўрт}$  учун ҳосил қилинган регрессия тенгламаси:  $\delta_{+ўрт}=0,047 \times H+9,294$  ( $R^2=0,651$ ). Бу модел баландликнинг ҳар 100 м ортишида  $\delta_{+ўрт}$  ўртача 4,7 мм га ортишини кўрсатади.  $\delta_{-ўрт}$  учун:  $\delta_{-ўрт}=-0,040 \times H-22,315$  ( $R^2=0,410$ ). Бу баландлик ортгани сари манфий четланишнинг камайишини тасдиқлайди (ҳар 100 м га -4,0 мм). Кўришиб турибдики  $\delta_{+ўрт}$  учун  $R^2$  қиймати  $\delta_{-ўрт}$  учун  $R^2$  қийматидан катта. Бу, Эль-Ниньо ҳодисасининг баландлик билан боғлиқлиги Ла-Нинья ҳодисасига қараганда кучлироқ эканидан далолат беради.

ENSO ҳодисаларининг Ўзбекистондаги ҳарорат режимига таъсирини таҳлил қилиш учун, 1966-2024 йиллар учун Эль-Ниньо индексларидан ҳамда Нукус, Термиз, Тошкент ва Андижон метеостациялардаги ҳаво ҳарорати аномалиялари маълумотларидан фойдаланилди. Ушбу метеостанцияларни танлаш Ўзбекистоннинг мураккаб иқлим шароитида ENSO ҳодисасининг таъсирини ҳудудий жиҳатдан тўлиқ ва илмий асосланган ҳолда ўрганиш, яъни республиканинг марказий, шарқий, жанубий ва ғарбий ҳудудларида иқлим реакцияларини баҳолаш учун имкон яратади.

Ишда кучли Эль-Ниньо (1982-1983, 1997-1998, 2015-2016, 2023-2024) ва кучли Ла-Нинья (1973-1974, 1988-1989, 2007-2008, 2010-2011) йилларидаги ҳаво ҳарорати аномалиялари таҳлил қилинди. Кучли Эль-Ниньо даврида Ўзбекистоннинг аксарият ҳудудларида ҳаво ҳароратининг қиш мавсумида меъёрдан юқори бўлиши кузатилган. Барча метеостацияларда кучли Эль-Ниньо даврида қишда барқарор ижобий ҳаво ҳарорати аномалиялари аниқланди. Масалан, мусбат аномалиялар Нукусда 3,3°C дан 4,9°C гача; Термизда 1,8°C дан 3,5°C гача; Тошкентда 2,0°C дан 4,5°C гача; Андижонда 1,0°C дан 2,5°C гачани ташкил этган.

Кучли Ла-Нинья даврида эса, қишда Нукусда 1,5°C дан 3,0°C гача; Термизда 1,0°C дан 2,0°C гача; Тошкентда 1,5°C дан 3,0°C гача; Андижонда 2,0°C дан 3,5°C гача манфий аномалиялар қайд этилган. 2007-2008 йилларда январда ҳаво ҳарорат кўп йиллик ўртача меъёрга нисбатан Нукусда 11,2°C, Термизда 9,7°C, Тошкентда 8,0°C ва Андижонда 6,7°C га паст бўлган. 2023-2024 йилларда январда ҳаво ҳарорати меъёрга нисбатан Нукусда 2,3°C, Термизда 4,5°C, Тошкентда 4,2°C ва Андижонда 5,0°C га юқори бўлган.

**Диссертациянинг учинчи боби “Ёғингарлар миқдорини узоқ муддатли прогнози сценарийлари”** деб номланган. Ушбу бобда Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисаларининг эҳтимоллиги асосида Фарғона водийсида ёғинлар миқдорининг узоқ муддатли прогнози сценарийси асосларини ёритишга бағишланган. Шу мақсадда, дастлаб Эль-Ниньо ва Ла-Нинья даврлари масалаларини ёритишга эътибор қаратилган. Сўнгра, Эль-Ниньо Жанубий тебраниш фазаларининг Фарғона водийси ёғингарчилик режимига таъсири ва келгуси 10 йиллик давр учун ёғингарчилик прогнози сценарийси тузилган.

ENSO даври – бу ENSO ҳодисасининг узоқ муддатли (ўн йил ва ундан ортиқ давр) ўзгаришларини ва фазаларининг ҳукмронлигини тавсифловчи

илмий атамадир. ENSO нинг асосий фазалари (Эль-Ниньо, Ла-Нинья) қисқа муддатли (2-7 йил) тебранишлар сифатида белгиланса, “давр” узоқ муддатли режимларни – масалан, Эль-Ниньо фазаси устунлик қилган даврларни кўрсатади, бу эса глобал иқлимга сезиларли таъсир кўрсатади.

Эль-Ниньо даврида тропик Тинч океанида иссиқ сув ҳарорати, яъни Эль-Ниньо ҳодисалари устунлик қилади. Масалан, 1977-1998 йилларда Эль-Ниньо даври кузатилиб, глобал ҳарорат ортиши ва ёғингарчилик ўзгаришларига олиб келган. Бу PDO (Pacific Decadal Oscillation – Тинч океани ўн йиллик тебраниши) нинг мусбат фазаси билан боғлиқ бўлиб, бундай даврларда Эль-Ниньо ҳодисаларининг частотатаси ошади.

Ла-Нинья даврида Тинч океани сувлари совуб, Ла-Нинья ҳодисалари кўпроқ кузатилади. Масалан, 1947-1976 йилларда Ла-Нинья каби шароитлар ҳукмронлик қилиб, қурғоқчилик ва паст ҳароратларнинг кузатилишига сабаб бўлган. Бу PDO нинг манфий фазаси билан боғлиқ бўлиб, Ла-Нинья ҳодисаларининг частотатаси ошади.

ENSO ва PDO нинг боғлиқлиги асосан атмосфера ва океан ўртасидаги икки томонлама таъсирда акс этади:

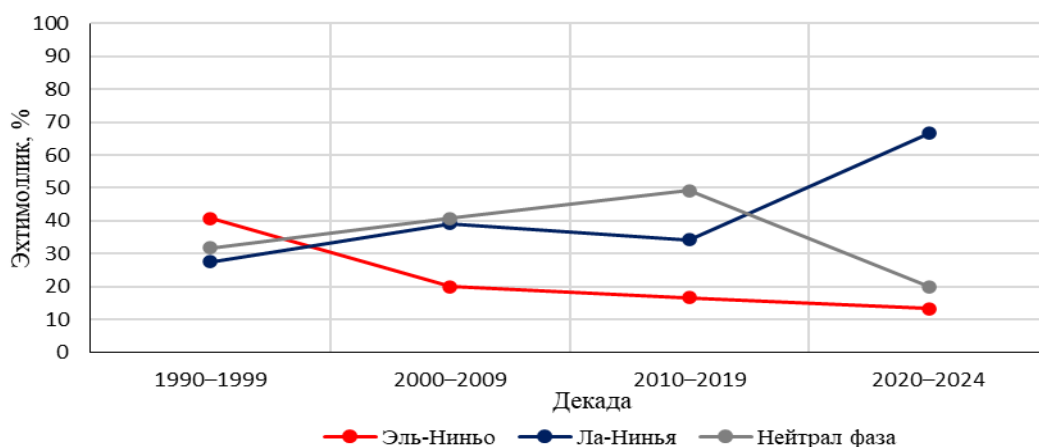
1. ENSOнинг PDOга таъсири: Кучли Эль-Ниньо ёки Ла-Нинья ҳодисаси тропикдан шимолга катта ҳажмда иссиқлик ёки совуқликни узатиши мумкин. Бундай кучли ENSO ҳодисалари қисқа муддатли (ойлар давомида) PDO индексининг ижобий ёки салбий томонга ўзгаришига олиб келиши мумкин.

2. PDOнинг ENSOга таъсири: PDOнинг узоқ муддатли фазаси тропик Тинч океанининг юза сувлари ҳароратини ўзгартириб, ENSOнинг ривожланишига таъсир қилади. Масалан, ижобий PDO даврида тропикда иссиқ сув захираси кўпроқ тўпланиши ва Эль-Ниньонинг пайдо бўлиш эҳтимоллини ошириши мумкин.

1991-2024 йилларда кузатилган Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисалари давомида Фарғона водийсидаги 12 та метеостанцияларда кузатилган ёғингарчилик маълумотларидан фойдаланган ҳолда ENSO ҳодисасининг ҳудуддаги ёғинлар миқдорининг ўзгарувчанлигига таъсири баҳоланди. Ҳодисалар ва метеостанциялардаги ёғинлар миқдори ўртасидаги боғлиқликни таҳлил қилиш учун ҳодиса содир бўлган даврда қайд этилган ёғинлар ҳамда шу давр учун кўп йиллик ёғинлар меъёри қийматлари олиниб, улар орасидаги фарқ ҳисобланди. Сўнг барча Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисалари учун ҳисобланган қийматлар ўртачalandи.

1991-2024 йилларда турли жадалликдаги 11 та Эль-Ниньо ва 14 та Ла-Нинья кузатилган. ENSO фазаларининг умумий тақсимооти қуйидагича бўлди. Эль-Ниньо – 101 мавсум (24,1%); Ла-Нинья – 161 мавсум (38,3%); нейтрал – 158 мавсум (37,6%).

Сўнгра, маълумотлар ўн йилликлар (1990-1999 йй., 2000-2009 йй., 2010-2019 йй., 2020-2024 йй.) бўйича умумлаштирилди ва ҳар бир фазанинг юзага келиш эҳтимоллиги нисбий тарзда ҳисоблаб чиқилди (4-расм).



4-расм. 1990-2024 йиллар оралиғида ENSO фазаларининг ўн йилликлар бўйича тақсимланиши (%)

2000 йиллардан бошлаб, Эль-Ниньо частотасининг камайиши ва бир вақтнинг ўзида Ла-Нинья ва нейтрал шароитларнинг ортиши кузатилган. 2020 йилларда Ла-Нинья фазанинг устунлиги сезиларли бўлиб, барча мавсумларнинг 66,7% ни ташкил этган. Бу 1950 йиллардан бери энг узок давом этган Ла-Нинья 2020-2023 уч йиллик эпизодига тўғри келган.

Фарғона водийси ҳудудига келгуси 10 йиллик давр учун ёғинлар миқдорини прогнози сценарийсини тузишда ENSO ҳодисаси эҳтимоллигига асосланади. Сценарийда ENSO фазаларининг ўн йилликлар бўйича тақсимланишидан фойдаланилган. 3-жадвалда ENSO фазаларининг биргаликдаги ёғин миқдорига кутилаётган таъсири келтирилган.

3-жадвал

Фарғона водийси учун 2025-2034 йиллар давридаги ёғингарчилик миқдорининг прогноз натижалари

Метеостанциялар	ENSO таъсирида ўзгарган ёғингарчилик аномалияси, мм	Ёғингарчилик прогнози, мм (2025-2034 йй.)
Улуғнор	-37,1	136,8
Қўқон	-32,9	105,1
Бўз	-39,9	157,2
Поп	-30,8	153,1
Қува	-48,6	170,2
Наманган	-50,8	155,7
Анджон	-58,2	181,3
Фарғона	-35,8	148,8
Қўрғонтепа	-92,1	260,5
Сариканда	-51,7	292,7
Шоҳимардан	-44,7	414,2
Қамчиқ	-141,8	572,1

Метеостанциянинг жойлашув баландлиги ойлик ёғингарчиликнинг меъёрга нисбатан кўп ёки кам бўлишига таъсир қилади. Энг катта манфий четланиш Қамчиқ метеостанциясига (денгиз сатҳидан 2000 м) хосдир. Поп ва Қўқон метеостанциялари алоҳида ўрин тутди, бу ерда орографик тўсик

муҳим рол ўйнайди.

Прогноз қилинаётган 10 йиллик даврда Ла-Нинья фазасининг юз бериш эҳтимоли сақланиб қолса, барча станцияларда йиллик ёғингарчиликнинг камайиши кутилади. Бир қатор тадқиқотчиларнинг фикрича, яқин ўн йилликларда бизни Эль-Ниньо даври кутмоқда. Ла-Нинья даврининг (2000 йиллардан бошланган) тугаётгани, айниқса охириги 5 йил давомида яққол намоён бўлгани сабабли, Эль-Ниньо фазасининг эҳтимоли ошиши мумкин.

Ушбу эҳтимолни баҳолаш мақсадида, океан юзаси ҳарорати индексининг узоқ муддатли маълумотлари (1950-2025 йй.) бўйича ENSO фазаларининг эҳтимолликлари ҳисоблаб чиқилди. 2025 йилдан кейинги 10 йиллик вақт эҳтимоллик қийматлари олинди: Эль-Ниньо – 37%, Ла-Нинья – 23%, нейтрал – тахминан 40%.

2025-2034 йилларда Ла-Нинья шароити сақланиб қоладиган сценарийда ёғингарчилик тақчиллиги ортиб боради. Ушбу сценарий бўйича ёғингарчилик миқдорининг баҳоланган прогнозида барча станциялар учун ўртача йиллик ёғингарчиликнинг сезиларли даражада (33 мм дан 142 мм гача) камайиши содир бўлади (4-жадвалга қаранг). Келгуси 10 йилликда Ла-Нинья фазасининг устунлик қилиши Андижон, Наманган ва Фарғона вилоятлари ҳудудларида ёғингарчиликнинг етишмаслигига олиб келади, бу ўртача 50 мм дан ортиқ ёки тахминан 1 млрд. м<sup>3</sup> сувни ташкил этиши мумкин.

Иккинчи, оптимистик сценарийга кўра, яқин келажакда Эль-Ниньо фазасининг эҳтимоли ошиши кутилмоқда. Ушбу сценарий бўйича Фарғона водийсида ўртача йиллик ёғингарчилик миқдори 3% дан 7% гача кўпайиши кутилмоқда. Бу тахминан 0,25 млрд. м<sup>3</sup> сувга тўғри келади.

## ХУЛОСА

1. ENSO фазаларининг бошланиш ва тугаш муддатларида аниқ мавсумийлик мавжуд. Эль-Ниньо асосан куз-қиш мавсумида (октябрь-ноябрь) бошланиб, баҳор-ёз ойларида (март-июнь) тугайди. Ходисанинг 22,73% октябрда бошланиб, мартда тугаган. Ла-Нинья эса кўпроқ ёз-куз мавсумида (июль-сентябрь) бошланиб, кейинги йилнинг баҳор-ёз ойларида (апрель-июнь) тугаган. Энг кўп бошланиш вақти июль ва сентябрь ойларига (17,39%), тугаш ҳолати апрелга (26,09%) тўғри келган. ENSO фазаларининг бошланиши январь-апрель ойлари оралиғида кузатилмаган.

2. Эль-Ниньо фазасида Ўрта Осиё синоптик жараёнларининг 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9-турлари нисбатан фаолроқ кузатилган. Ўрта Осиёнинг жанубий ҳудуди орқали Эрон ва Афғонистондан келаётган жанубий Каспий, Мурғоб, юқори Амударё циклонлари ва кенг кўламда иссиқ ҳавонинг чиқиши жараёнлари Ўрта Осиё ҳудудига қиш ойларида илиқ ва ёғинли об-ҳавони олиб келади. Одатда қишда қор захирасининг тўпланиши асосан совуқ ҳавонинг шимоли-ғарбдан кириб келиши, совуқ фронтдаги тўлқинли

фаолият, Ўрта Осиёнинг шимолий худудида секин силжувчи циклон жараёнларига боғлиқ.

3. Ла-Нинья фазасида синоптик жараёнларининг 6, 9а, 9б, 10, 12 ва 13-турлари фаолроқ. Антициклоннинг жануби-шарқий чеккаси, антициклоннинг жанубий чеккаси, кичик градиентли юқори босимли майдон, кичик градиентли паст босимли майдон турлари Ўрта Осиё худудида ёғинсиз об-ҳавонинг кузатилишига шароит яратади.

4. Ўзбекистонда жойлашган метеостанцияларнинг баландлиги ошгани сари ENSO ҳодисасининг таъсири ҳам сезиларли даражада кучаяди. Эль-Ниньо ( $\delta_{+ўрт}$ ) ва Ла-Нинья ( $\delta_{-ўрт}$ ) ҳодисалари даврида кузатилган ёғингарчилик аномалиялари билан метеостанциялар баландлиги орасидаги боғланиш статистик таҳлил қилинган. Эль-Ниньо даврларида ёғинлар аномалияси ва метеостанцияларнинг баландлиги орасидаги мусбат корреляцион боғланиш ( $R=0,82$ ) аниқланди. Ла-Нинья даврида эса бундай боғланиш манфий ( $R=0,64$ ) бўлиб чиқди. Бундай ҳолат Эль-Ниньо даврида баландлик бўйлаб ёғинлар миқдорининг ортиши, Ла-Нинья даврида эса камайиб боришини кўрсатади.

5. Чизикли регрессия таҳлили натижаларига кўра, баландлик ENSO четланишларига сезиларли таъсир кўрсатади. Эль-Ниньо йилларида баландлик ортган сари ёғингарчиликнинг мусбат четланишлари кучайиб, ҳар 100 м баландликда ёғинлар миқдори ўртача 4,7 мм га ортади. Бу боғлиқлик нисбатан кучли ( $R^2=0,651$ ). Ла-Нинья йилларида эса баландлик ортган сайин ёғингарчиликнинг салбий четланиши чуқурлашади, ҳар 100 м баландликда ёғинлар миқдори 4,0 мм га камаяди. Бироқ бу боғлиқлик бироз заифроқ ( $R^2=0,410$ ).

6. Ўзбекистоннинг аксарият худудларида кучли Эль-Ниньо даврида қишда барқарор ижобий ҳаво ҳарорати аномалиялари кузатилган. Масалан, мусбат аномалиялар Нукусда 3,3°C дан 4,9°C гача; Термизда 1,8°C дан 3,5°C гача; Тошкентда 2,0°C дан 4,5°C гача; Андижонда 1,0°C дан 2,5°C гачани ташкил этган. Кучли Ла-Нинья даврида эса, қишда Нукусда 1,5°C дан 3,0°C гача; Термизда 1,0°C дан 2,0°C гача; Тошкентда 1,5°C дан 3,0°C гача; Андижонда 2,0°C дан 3,5°C гача манфий аномалиялар қайд этилган.

7. Эль-Ниньо даврида барча 50 та метеостанцияда ёғинлар миқдори меъёрдан кўп, Ла-Нинья даврида эса меъёрдан кам кузатилган. ГАТ усулидан фойдаланиб, Эль-Ниньо ва Ла-Нинья фазалари даврида Ўзбекистонда метеостанциялар кесимида ёғингарчилик аномалияларининг рақамли карталари яратилди.

8. Фарғона водийси худуди учун келгуси 10 йиллик даврдаги ENSO ҳодисаси эҳтимоллигига асосланиб, ёғинлар миқдорининг прогнози тузилди. Сценарийга кўра, 2025-2034 йилларда Ла-Нинья даври кузатилади. Бу Андижон, Наманган ва Фарғона вилоятлари худудларида ёғингарчиликнинг етишмаслигига олиб келади. Ушбу кўрсаткич ўртача 50 мм дан ортиқ ёки тахминан 1 млрд. м<sup>3</sup> сувни ташкил этиши мумкин.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 ПРИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ**

**БОБОХОНОВА МАМУРАХОН НОРМИРЗА КИЗИ**

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ ЭЛЬ-НИНЬО И  
ЛА-НИНЬЯ НА ПОГОДУ В УЗБЕКИСТАНЕ**

**11.00.04 – Метеорология. Климатология. Агрометеорология**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ГЕОГРАФИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2026**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по географическим наукам зарегистрирована в Высшей Аттестационной Комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.3.PhD/Gr339

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета по адресу ([www.nigmi.uz](http://www.nigmi.uz)) и в информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** **Кадиров Бахтиёр Шарафидинович**  
кандидат географических наук,  
старший научный сотрудник

**Официальные оппоненты:** **Эгамбердиев Хамракул Турсункулович**  
доктор географических наук, профессор

**Гафуров Зафар Асроржонович**  
доктор философии по географическим наукам (PhD)

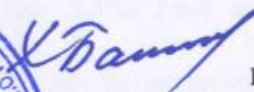
**Ведущая организация:** **Наманганский государственный университет**

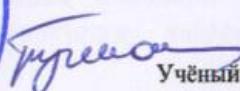
Защита диссертации состоится «17» апреля 2026 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета по присуждению ученых степеней DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 при Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте. (Адрес:100052, г. Ташкент, ул. 1-й проезд Бодомзор йули 72. Тел: (+998) 712358512, факс: (+998) 712371319. E-mail:: [info@nigmi.uz](mailto:info@nigmi.uz)).


С докторской диссертацией можно ознакомиться в Научно-технической библиотеке Научно-исследовательского гидрометеорологического института (зарегистрирована за №237). Адрес: 100052, г. Ташкент, ул. 1-й проезд Бодомзор йули 72. Тел: (+998) 712358512, факс: (+998) 712371319).

Автореферат диссертации разослан «3» апреля 2026 года.  
(реестр протокола рассылки №1 от «3» апреля 2026 г.)



  
**Б.Х. Холматжанов**  
Председателя Научного совета по  
присуждению ученых степеней,  
д.г.н., проф.

  
**Б.Э. Нишонов**  
Учёный секретарь Научного совета по  
присуждению ученых степеней, к.т.н.

  
**Д.М. Тургунов**  
Председатель Научного семинара  
при Научном совете по присуждению  
ученых степеней, д.г.н.

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В глобальном масштабе проблемы изменения климата, а также борьба с его негативными последствиями и адаптация к ним в настоящее время являются одной из крупнейших задач, стоящих перед мировым сообществом. Всемирная метеорологическая организация, основываясь на шести международных наборах данных, подтвердила, что «2024 год стал самым теплым годом за всю историю наблюдений. Все прошедшее десятилетие вошло в первую десятку, отметившись необычной последовательностью рекордных температур. Кратковременные повышения температуры в ходе долгосрочного процесса потепления могли произойти из-за таких природных явлений, как Эль-Ниньо, которое продолжалось с середины 2023 года до мая 2024 года»<sup>1</sup>. Данное обстоятельство обуславливает необходимость изучения влияния феномена Эль-Ниньо – Южное Колебание (El-Nino – Southern Oscillation (ENSO)) на региональный климат.

В мире проводятся исследования по выявлению причин возникновения явлений ENSO в глобальной климатической системе, пониманию механизмов, стадий развития и телесвязей явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья, а также изучению их влияния на изменения температуры воздуха, осадков и атмосферной циркуляции во многих регионах мира. Большое внимание уделяется вопросам заблаговременного прогнозирования интенсивности и периодичности явлений ENSO, их взаимосвязи с изменением климата, а также определению долгосрочного воздействия Эль-Ниньо и Ла-Нинья на экстремальные погодные явления (засухи, наводнения, штормы, лесные пожары) и разработке стратегий адаптации.

В республике уделяется особое внимание реализации комплексных мер и целевых программ, направленных на адаптацию к изменению климата, и в этой области достигнуты определенные положительные результаты. В Постановлении Президента Республики Узбекистан от 17 ноября 2020 года № ПП-4896 «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Гидрометеорологической службы Республики Узбекистан» в качестве одной из приоритетных задач определено «внедрение инновационных методов гидрометеорологического прогнозирования различной заблаговременности, повышение надежности прогнозов погоды разной заблаговременности»<sup>2</sup>. В связи с этим изучение возможного влияния процессов Эль-Ниньо и Ла-Нинья на температуру воздуха и режим осадков в нашей стране, определение климатических аномалий по их фазам имеет важное научное и практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит

---

<sup>1</sup> Всемирная метеорологическая организация. <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>

<sup>2</sup> Постановление Президента Республики Узбекистан от 17 ноября 2020 года № ПП-4896 «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Центра гидрометеорологической службы Республики Узбекистан». <https://lex.uz/docs/5108961>.

реализации задач, обозначенных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан от 24 июня 2024 года № ПП-233 «О мерах по созданию устойчивой агроэкосистемы к изменению климата и повышению адаптивности производителей сельскохозяйственной продукции к рискам, связанным с изменением климата», от 17 ноября 2020 года № ПП-4896 «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Гидрометеорологической службы Республики Узбекистан», в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 11 августа 2023 года № 362 «Об организации разработки и эффективной реализации Национального плана действий в отношении рисков изменения климата и стихийных бедствий», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** Исследования по вопросам явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья, их возникновения, а также влияния на происходящие в мире погодные явления, проводились многими зарубежными учеными, в том числе J.Bjerknes, K.Wyrтки, G.T.Walker, S.E.Zebiak, K.E.Trenberth, M.J.McPhaden, D.S.Battisti, B.Wang, K.Ashok, A.G.Barnston, R.Seager, N.K.Larkin, D.E.Harrison, C.F.Ropelewski, M.S.Halpert и другими.

Исследования ученых стран бывшего Советского Союза и СНГ, в частности Л.Н.Аристова, Д.Ю.Гушина, Г.В.Груза, М.А.Петросянц, Е.В.Соколихина, Е.М.Володин, Л.К.Клешенко, И.И.Мохов, Д.А.Смирнов, Е.К.Семёнов, Н.С.Сидоренков, посвящены вопросам возникновения явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья, методам их прогнозирования, негативным (положительным) последствиям, которые они вызывают в ряде стран, изучению взаимосвязи между океанической и атмосферной циркуляцией, а также влиянию этих процессов на различные регионы.

Исследования явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья в Узбекистане проводились такими учеными, как О.Л.Бабушкин, С.И.Инагамова, Л.Е.Скрипникова, И.С.Ким. В данных исследованиях освещены вопросы влияния явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья на развитие синоптических процессов Средней Азии, на режим осадков и температуры воздуха, а также на сток рек. В последние годы этими вопросами занимаются такие исследователи, как М.Л.Арушанов, Б.Ш. Кадиров и другие.

Настоящая диссертационная работа отличается от предыдущих исследований тем, что при оценке влияния феномена ENSO на режим осадков и температуры воздуха в Узбекистане учитывалась интенсивность явления, а также изучалось влияние этих явлений на количество осадков по республике в зависимости от высоты местности.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Данное диссертационное исследование выполнено в рамках прикладного проекта плана научно-исследовательских работ Научно-исследовательского гидрометеорологического института «АЛ-5521122138-Создание единой информационной системы сети автоматизированных метеорологических радиолокаторов» (2024-2025 гг.).

**Целью исследования** является оценка вероятного воздействия явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья на режим осадков и температуры воздуха на территории Узбекистана.

**Задачи исследования:**

определение и классификация хронологии периодов наблюдения фаз Эль-Ниньо и Ла-Нинья;

статистическая оценка влияния процессов Эль-Ниньо и Ла-Нинья на количество атмосферных осадков на территории Узбекистана;

создание цифровых карт аномалий осадков в фазах Эль-Ниньо и Ла-Нинья с использованием геоинформационных технологий (ГИС);

выявление закономерностей изменения аномалий осадков в зависимости от высоты местности;

разработка модели долгосрочного прогноза осадков для территории Ферганской долины на основе вероятности явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

**Объектом исследования** являются основные климатические параметры – осадки и температура воздуха в Узбекистане.

**Предметом исследования** являются вопросы влияния явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья на основные климатические показатели на территории Узбекистана.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использованы метод классификации и математическая статистика, пространственно-временной анализ, метеорологические расчеты и оценка, математическое моделирование, методы ГИС и сценарного прогнозирования.

**Научная новизна** исследования заключается в следующем:

установлено, что в период фазы Эль-Ниньо количество осадков на территории Узбекистана превышало норму, а в период Ла-Нинья, наоборот, количество осадков было ниже нормы;

выявлено изменение количества аномалий осадков в фазах Эль-Ниньо и Ла-Нинья в зависимости от высоты;

на основе ГИС созданы цифровые карты количества аномалий осадков, наблюдавшихся в Узбекистане в период фаз Эль-Ниньо и Ла-Нинья;

разработан сценарий долгосрочного прогноза количества атмосферных осадков для территории Ферганской долины на последующий 10-летний период на основе вероятности явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

**Практические результаты** исследования заключаются в следующем:

выявлены закономерности изменений в режимах атмосферных осадков и температуры воздуха на территории республики в различные фазы явления ENSO (Эль-Ниньо, Ла-Нинья);

определены периоды и регионы возникновения изменений в режимах осадков и температуры воздуха в республике в фазах Эль-Ниньо и Ла-Нинья; на основе ГИС созданы карты, отражающие территориальное распределение метеорологических изменений в Ферганской долине в периоды фаз Эль-Ниньо и Ла-Нинья;

разработана методологическая основа для климатической модели, относящейся к режиму осадков на следующее десятилетие.

**Достоверность результатов исследования** определяется использованием в подготовке диссертационной работы данных с веб-сайта Национального центра экологической информации Национального управления океанических и атмосферных исследований (National Centers for Environmental Information National Oceanic and Atmospheric Administration, NCEI NOAA) США, данных метеорологических наблюдений, выполненных по единой методике в системе Агентства гидрометеорологической службы при Национальном комитете экологии и изменения климата Республики Узбекистан (Узгидромет), а также календарей синоптических процессов Средней Азии. Для их обработки, оценки взаимосвязи между величинами и анализа применены стандартные статистические методы. Полученные результаты соответствуют современным законам физики атмосферы. Научные результаты и предложения, полученные в ходе исследования, внедрены в практику и утверждены уполномоченной организацией.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость исследования заключается в том, что полученные результаты и основные выводы, в том числе научные подходы, направленные на выявление изменений влияния явления ENSO на режимы осадков и температуры воздуха на территории Узбекистана, служат совершенствованию методов исследования и научному обоснованию закономерностей, связанных с метеорологическими факторами, выявленные территориальные и высотные различия аномалий осадков, наблюдаемых в фазах ENSO, способствуют более глубокому пониманию роли и механизмов океаническо-атмосферного взаимодействия.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в том, что основные результаты и выявленные закономерности могут быть использованы при оценке изменений осадков и температуры, возникающих в различные фазы явлений ENSO на территории Узбекистана, в их сезонном и долгосрочном прогнозировании, а также при разработке практических мер по адаптации к воздействию изменчивости климата, созданные на основе ГИС карты аномалий осадков могут быть применены в управлении водными ресурсами, планировании сельскохозяйственной деятельности, оценке рисков чрезвычайных ситуаций и снижении климатических рисков.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, полученных по оценке вероятного влияния процессов Эль-Ниньо и Ла-Нинья на погоду Узбекистана:

установленный факт, что в период фазы Эль-Ниньо количество атмосферных осадков на территории Узбекистана превышает норму, а в период Ла-Нинья, наоборот, количество осадков ниже нормы, внедрен в практику прогнозирования осадков в Агентстве гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (справка Агентства Гидрометеорологической службы при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан № 01-15/1593 от 8 октября 2025 года). В результате, на основе закономерностей превышения или понижения нормы осадков на территории Узбекистана в периоды фаз Эль-Ниньо и Ла-Нинья, создана возможность составления сезонных и долгосрочных прогнозов;

изменение количества аномалий осадков в фазах Эль-Ниньо и Ла-Нинья в зависимости от высоты внедрено в практику составления специализированных прогнозов для предгорных и горных районов в Агентстве Гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (справка Агентства гидрометеорологической службы при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан № 01-15/1593 от 8 октября 2025 года). В результате, создана возможность заблаговременного определения формирования водных ресурсов в горных и предгорных районах, а также снижения селевой опасности и эффективного управления водными ресурсами;

цифровые карты количества аномалий осадков, наблюдавшихся в Узбекистане в фазах Эль-Ниньо и Ла-Нинья, разработанные на основе технологий ГАТ, внедрены в практику прогнозирования количества осадков в разрезе регионов в Агентстве гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (справка Агентства гидрометеорологической службы при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан № 01-15/1593 от 8 октября 2025 года). В результате, создана возможность составления прогнозов в разрезе регионов в будущие периоды Эль-Ниньо и Ла-Нинья;

разработанный сценарий долгосрочного прогноза количества атмосферных осадков для территории Ферганской долины на последующий 10-летний период на основе вероятности явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья использован в деятельности по метеорологическому обслуживанию населения и составлению метеорологических прогнозов в Агентстве Гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (справка Агентства гидрометеорологической службы при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан № 01-15/1593 от 8 октября 2025 года). В результате, создана возможность подготовки 10-летнего прогноза осадков для центральных, южных и

северных регионов Узбекистана на основе вероятности фаз Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты диссертационной работы обсуждены на 7 международных научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 14 научных работ, из них 7 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 5 в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, списка терминов и сокращений. Объём диссертации составляет 98 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы исследования, показано ее соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике, связь с планом научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, степень изученности проблемы, приведены цель и задачи работы, объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практические результаты исследования, сведения об их внедрении в практику, об опубликованных работах и структурном построении диссертации.

**Первая глава** диссертации называется «**Явление Эль-Ниньо Южное колебание и его влияние на глобальный климат**». В данной главе диссертации представлены понятие Южного колебания Эль-Ниньо и основы методологии расчета, проанализированы фазы и особенности явления, описано влияние явления на глобальную климатическую систему.

Эль-Ниньо и Южное колебание представляют собой периодические изменения температуры поверхности моря (Эль-Ниньо) и атмосферного давления над ней (Южное колебание) вдоль экваториальной части Тихого океана.

Южное колебание (Southern Oscillation) описывает изменение атмосферного давления на уровне моря между наблюдательными станциями в Дарвине (Австралия) и на Таити.

Явление ENSO имеет 3 фазы: Эль-Ниньо, Ла-Нинья и нейтральные фазы.

Эль-Ниньо происходит один раз в 3 или 8 лет, его средняя продолжительность составляет 8-10 месяцев. Феномен часто начинается в апреле-мае и достигает максимального развития в декабре-феврале. Эль-Ниньо 1997-1998 годов было самым сильным явлением в прошлом веке, когда температура поверхности океана в этом регионе прогревалась до 29-30°C. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), это

явление нанесло мировой экономике ущерб в размере около 100 млрд. долларов США.

Ла-Нинья обычно происходит с периодичностью от 3 до 7 лет и длится в среднем от 5 до 24 месяцев. Оно встречается реже, чем Эль-Ниньо. В зависимости от интенсивности явления, чем короче его продолжительность, тем сильнее оно оказывает воздействие. Самые серьезные и разрушительные последствия проявляются в первые 6 месяцев. Ла-Нинья обычно начинается в середине года, достигает максимальной интенсивности к концу года и прекращается в середине следующего года. Явление 1998-2000 годов (25 месяцев) было самым интенсивным и продолжительным за последние 50 лет.

Мониторинг условий ENSO в основном сосредоточен на аномалиях температуры поверхности океана (ТПО) в четырех географических регионах экваториальной части Тихого океана. Аномалии ТПО, равные или превышающие  $+0,5^{\circ}\text{C}$  в регионе Ниньо 3.4 ( $5^{\circ}\text{--}5^{\circ}$  ю.ш.- $120^{\circ}\text{--}170^{\circ}$  з.д.), указывают на условия теплой фазы ENSO (Эль-Ниньо). Наоборот, аномалии, равные или ниже  $-0,5^{\circ}\text{C}$  связаны с условиями холодной фазы (Ла-Нинья).

Аномалии ТПО в регионе Ниньо 3.4 усредняются за трехмесячный период, заканчивающийся текущим месяцем, и это значение называется Океаническим индексом Ниньо (ONI – Oceanic Niño Index). Если значение ONI указывает на условия теплой или холодной фазы в течение как минимум пяти месяцев подряд, это официально принимается как явление Эль-Ниньо или Ла-Нинья. Для определения интенсивности явлений используется система классификации, приведенная в таблице 1.

Таблица 1

Классификация интенсивности явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья  
(источник: NOAA)

Индикаторы интенсивности явлений	Значения аномалий температуры поверхности океана, $^{\circ}\text{C}$
Очень сильное Эль-Ниньо	$>2,0$
Сильное Эль-Ниньо	от 1,5 до 1,9
Средний Эль-Ниньо	от 1,0 до 1,4
Слабое Эль-Ниньо	от 0,5 до 0,9
Нейтральное	от 0 до $\pm 0,5$
Слабое Ла-Нинья	от -0,5 до -0,9
Средний Ла-Нинья	от -1,0 до -1,4
Сильное Ла-Нинья	от -1,5 до -1,9

Согласно анализу зарегистрированных явлений ENSO с 1963 года по настоящее время было зафиксировано 22 явления Эль-Ниньо, которые по интенсивности были оценены как: 8 – «Слабые», 6 – «Средний», 5 – «Сильные» и 3 – «Очень сильные». При этом из 23 зафиксированных явлений Ла-Нинья 11 были отнесены к «Слабым», 5 – к «Средний», и 7 – к «Сильным» явлениям.

Как для явлений Эль-Ниньо, так и для Ла-Нинья, характерна высокая

повторяемость слабых состояний. Слабые явления составили 36,36% от общего числа случаев Эль-Ниньо и 47,83% от общего числа случаев Ла-Нинья.

Существует четкая сезонность в сроках начала и окончания явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Явление Эль-Ниньо в основном начинается в осенне-зимний сезон (октябрь-ноябрь) и заканчивается в весенне-летние месяцы (март-июнь). В частности, 22,73% этих явлений начинаются в октябре и заканчиваются в марте. Явление Ла-Нинья чаще начинается в летне-осенний сезон (июль-сентябрь) и, как известно, завершается в весенне-летние месяцы следующего года (апрель-июнь). Наибольшее количество завершений приходится на апрель (26,09%).

**Во второй главе** диссертации, озаглавленной «**Статистическая оценка влияния явления Эль-Ниньо – Южное колебание на климат Узбекистана**», освещены общие механизмы воздействия явления Эль-Ниньо – Южное колебание на климат Средней Азии, а также проанализированы синоптические процессы, наблюдавшиеся в Узбекистане в период данного явления. Кроме того, изучено влияние явления Эль-Ниньо – Южное колебание на режим осадков и режим температуры воздуха на территории Узбекистана.

В фазе Эль-Ниньо, за счет изменений в атмосферной циркуляции, усиливается поступление влажных воздушных масс на территорию Узбекистана с западного и южного направлений. Это приводит к формированию различных синоптических процессов в стране через изменения в режиме осадков, распределении температуры и циклонической активности.

В диссертационной работе проанализированы синоптические процессы, наблюдавшиеся в Узбекистане в период явления ENSO в 1963-2016 годах. По результатам анализа, средний уровень активности практически одинаков для обеих фаз, что указывает на отсутствие большой разницы в общем количестве синоптических процессов. Однако по отдельным процессам различия существенны. В фазе Эль-Ниньо типы синоптических процессов 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 являются относительно более активными.

Южно-Каспийские, Мургабские, Верхнеамударьинские циклоны, поступающие через южный регион Средней Азии из Ирана и Афганистана, а также процессы ширококомасштабного выноса теплого воздуха приносят на территорию Средней Азии в зимние месяцы теплую и дождливую погоду. Как правило, накопление запасов снега зимой в основном связано с вторжениями холодного воздуха с северо-запада, волновой деятельностью на холодном фронте и малоподвижным циклоном над северной частью Средней Азии. Летом, в период наблюдения этих процессов, из-за возникновения неустойчивой стратификации в атмосфере в горных районах развиваются грозы и выпадают ливневые осадки. Однако, в период наблюдения процесса юго-западной периферии антициклона на территории Средней Азии наблюдается погода без осадков.

В фазе Ла-Нинья более активными являются типы синоптических процессов 6, 9а, 9б, 10, 12 и 13. Такие типы, как юго-восточная периферия антициклона, южная периферия антициклона, малоградиентное поле повышенного давления и малоградиентное поле пониженного давления, создают условия для установления безосадочной погоды на территории Средней Азии.

Таким образом, в периоды фазы Эль-Ниньо возрастает активность таких процессов, как Южно-Каспийский, Мургабский и Верхнеамударьинский циклоны, а также вынос теплого воздуха, что приводит к увеличению осадков и теплой погоде в Средней Азии. В фазе Ла-Нинья преобладают влияние антициклона и поля давления с низкими градиентами, что приводит к устойчивости стратификации и уменьшению осадков.

Явления ENSO длятся несколько месяцев и оказывают заметное влияние на глобальный климат. В связи с этим, для понимания его воздействия целесообразно анализировать суммы осадков за весь период начала и окончания явления, а не за короткие промежутки времени. В работе оценено влияние феномена ENSO на изменчивость количества осадков на территории Узбекистана с использованием данных об осадках, наблюдавшихся на 50 метеостанциях в течение всех явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья за период 1963-2024 годов.

Для анализа взаимосвязи между явлениями и количеством осадков в Узбекистане были взяты значения осадков, зафиксированные в период явления, и значения многолетней нормы осадков для этого же периода, после чего рассчитана разница между ними. Затем были осреднены рассчитанные значения для всех явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья. В качестве примера приведены расчеты, выполненные на основе данных метеостанции Ташкент (таблица 2).

Таблица 2

Разница между осадками, наблюдавшимися на метеостанции Ташкент (Н=467,7 м) в периоды явлений ENSO, и многолетней нормой осадков за тот же период

№	Классификация событий	период события (год/месяц)	Эль-Ниньо				№	Классификация событий	период события (год/месяц)	Ла-Нинья			
			L (месяц)	X <sub>сулм</sub> , мм (факт)	X <sub>сулм</sub> , мм (норма)	δ+, мм				L (месяц)	X <sub>сулм</sub> , мм (факт)	X <sub>сулм</sub> , мм (норма)	δ-, мм
1	средний	1963/7-1964/3	9	395,60	331,30	64,30	1	слабый	1964/6-1965/2	9	189,00	270,30	-81,30
2	сильный	1965/6-1966/5	12	397,00	441,10	-44,10	2	средний	1970/8-1971/4	9	345,80	388,40	-42,60
3	средний	1968/11-1969/6	8	754,40	403,80	350,60	3	слабый	1971/5-1972/2	10	240,50	307,60	-67,10
4	слабый	1969/9-1970/2	6	321,80	252,10	69,70	4	сильный	1973/6-1974/8	15	353,60	459,20	-105,60
5	сильный	1972/6-1973/4	11	370,90	403,80	-32,90	5	слабый	1974/11-1975/6	8	281,70	403,80	-122,10
6	слабый	1976/10-1977/3	6	296,10	320,00	-23,90	6	сильный	1975/7-1976/5	11	425,40	429,40	-4,00
7	слабый	1977/10-1978/2	5	331,50	247,30	84,20	7	слабый	1983/10-1984/2	5	157,90	247,30	-89,40
8	слабый	1979/11-1980/3	5	263,90	403,80	-139,90	8	слабый	1984/11-1985/9	11	401,30	411,40	-10,10
9	очень сильный	1982/5-1983/7	15	423,50	493,70	-70,20	9	сильный	1988/6-1989/6	13	327,10	452,70	-125,60
10	средний	1986/10-1987/7	10	555,90	433,50	122,40	10	средний	1995/9-1996/4	8	300,30	385,60	-85,30
11	сильный	1987/8-1988/3	8	306,80	327,70	-20,90	11	сильный	1998/8-1999/6	11	509,80	437,40	72,40
12	сильный	1991/6-1992/7	14	547,70	456,40	91,30	12	сильный	1999/7-2000/4	10	308,00	392,10	-84,10
13	средний	1994/10-1995/4	7	310,90	380,80	-69,90	13	слабый	2000/5-2001/3	11	318,70	380,30	-61,60
14	очень сильный	1997/6-1998/6	13	670,70	452,70	218,00	14	слабый	2005/12-2006/4	5	261,10	303,70	-42,60
15	средний	2002/7-2003/3	9	340,70	331,30	9,40	15	сильный	2007/8-2008/7	12	287,00	441,10	-154,10
16	слабый	2004/8-2005/5	10	487,90	425,70	62,20	16	слабый	2008/12-2009/4	5	429,40	303,70	125,70
17	слабый	2006/10-2007/2	6	282,10	247,30	34,80	17	сильный	2010/7-2011/6	12	321,00	441,10	-120,10
18	средний	2009/9-2010/4	8	441,20	385,60	55,60	18	средний	2011/9-2012/4	8	487,50	385,60	101,90
19	слабый	2014/11-2015/7	9	424,10	403,80	20,30	19	слабый	2016/9-2017/1	5	253,90	191,80	62,10
20	очень сильный	2015/8-2016/5	10	462,10	425,70	36,40	20	слабый	2017/11-2018/5	7	283,50	388,40	-104,90
21	слабый	2018/11-2019/6	8	465,20	400,10	65,10	21	средний	2020/9-2021/5	9	267,60	422,90	-155,30
22	сильный	2023/7-2024/5	11	523,10	429,40	93,70	22	средний	2021/10-2022/6	9	461,00	429,80	31,20
							23	слабый	2022/7-2023/2	8	319,00	258,60	60,40
Σ			200,00			976,20				203,00			-1062,50
Урт.			9,090909			44,37				9,23			-48,30
σ						103,04							83,22

Анализ данных таблицы 2 показал, что явление ENSO оказывает значительное влияние на количество осадков, наблюдаемых на метеостанции Ташкент. В фазе Эль-Ниньо количество осадков на метеостанции наблюдалось выше нормы, а в период Ла-Нинья – ниже нормы. Воздействие фаз Эль-Ниньо и Ла-Нинья проявляется с высокой изменчивостью по годам. В некоторых явлениях наблюдалось резкое увеличение осадков, тогда как в других воздействие практически отсутствовало. Это зависит от интенсивности, продолжительности явлений ENSO и их взаимодействия с другими атмосферными процессами.

С увеличением высоты расположения метеостанций в Узбекистане воздействие явления ENSO также значительно усиливается. В период Эль-Ниньо на всех 50 метеостанциях количество осадков наблюдалось выше нормы, а в период Ла-Нинья – ниже нормы (рисунок 1).

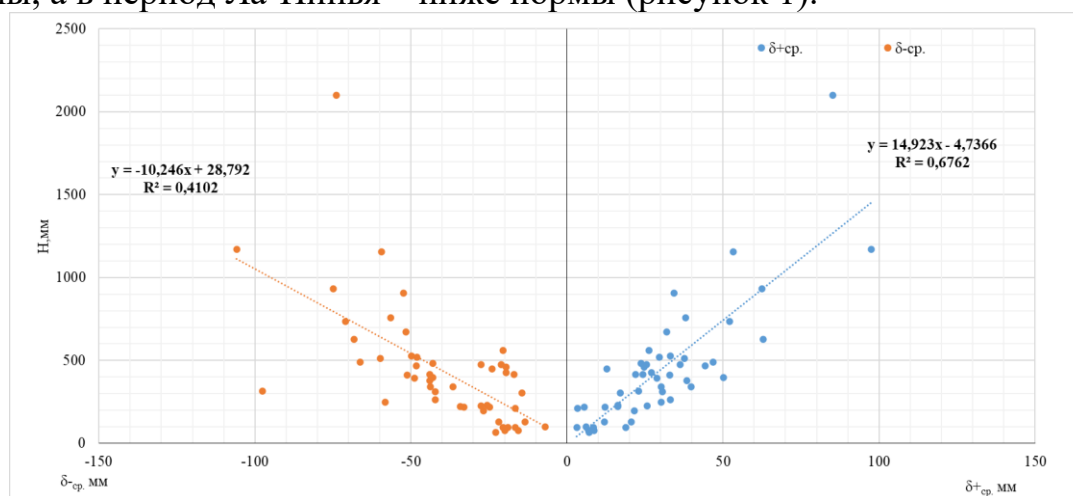


Рис. 1. Зависимость разницы количества осадков, наблюдавшихся в периоды явлений ENSO, от высоты расположения метеорологической станции (1963–2024 гг.)

Таким образом, проведенный анализ данных метеорологических наблюдений за период 1963-2024 годы, показал, что в периоды явлений Эль-Ниньо количество осадков во всех регионах было выше нормы, а в периоды Ла-Нинья, напротив, ниже нормы. Этот принцип особенно ярко выражен с увеличением высоты.

Влияние явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья четко проявилось не только в количестве осадков, но и в их пространственном распределении. В то время как на одних метеостанциях наблюдались значительные различия в количестве осадков, на других эти изменения были относительно слабыми. Данное явление также отражает воздействие местных географических и орографических факторов. Анализ сроков начала и окончания явлений еще раз подтверждает, что сезонные климатические изменения в Узбекистане тесно связаны с глобальными океаническо-атмосферными процессами.

В диссертационной работе проведен статистический анализ взаимосвязи между аномалиями осадков, наблюдавшимися в периоды явлений Эль-Ниньо ( $\delta_{+ср}$ ) и Ла-Нинья ( $\delta_{-ср}$ ), и высотой расположения метеостанций. Между  $\delta_{+ср}$  и

высотой метеостанций наблюдалась положительная корреляция ( $R=0,82$ ). Это свидетельствует о том, что с увеличением высоты усиливается положительное отклонение (увеличение) осадков в периоды Эль-Ниньо. Между  $\delta_{-cp}$  и высотой метеостанций наблюдалась отрицательная корреляция ( $R=-0,64$ ). Это значение показывает, что уменьшение количества осадков в периоды Ла-Нинья более ярко выражено на больших высотах (рисунки 2,3).

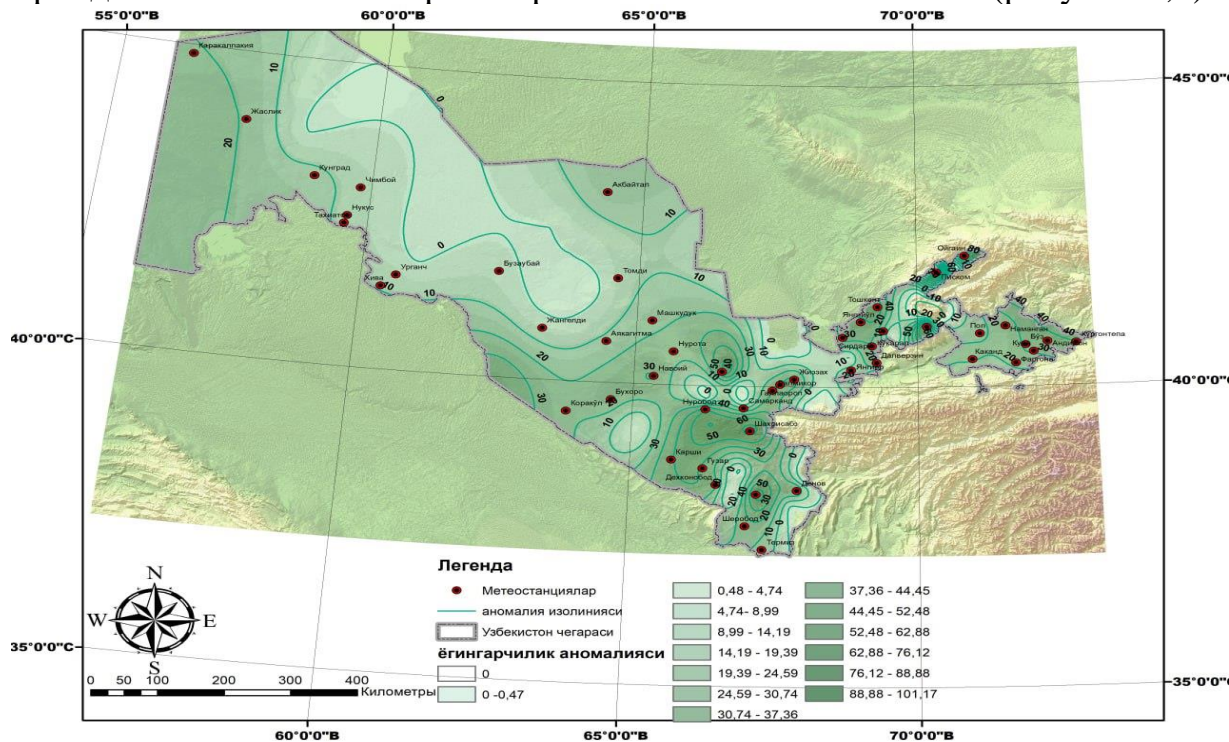


Рис. 2. Распределение аномалий количества осадков на территории Узбекистана в период Эль-Ниньо.

Для моделирования влияния высоты на отклонения ENSO была применена линейная регрессия. Уравнение регрессии для  $\delta_{+cp}$ :  $\delta_{+cp}=0,047 \times H + 9,294$  ( $R^2=0,651$ ). Данная модель показывает, что при увеличении высоты на каждые 100 м  $\delta_{+cp}$  увеличивается в среднем на 4,7 мм.

Для  $\delta_{-cp}$ :  $\delta_{-cp}=-0,040 \times H - 22,315$  ( $R^2=0,410$ ). Это подтверждает уменьшение отрицательного отклонения с увеличением высоты (на -4,0 мм на каждые 100 м). Очевидно, что значение  $R^2$  для  $\delta_{+cp}$  больше, чем значение  $R^2$  для  $\delta_{-cp}$ . Это свидетельствует о том, что взаимосвязь явления Эль-Ниньо с высотой является более сильной, чем взаимосвязь явления Ла-Нинья.

Для анализа влияния ENSO на температурный режим в Узбекистане в данной работе используются индексы Эль-Ниньо, отражающие средние значения температуры воды за 1966-2024 годы. Также использовались данные по аномалиям температуры воздуха на станциях Нукус, Термез, Ташкент и Андижан за эти же годы. Выбор данных метеостанций даёт возможность для полного и научно обоснованного изучения регионального воздействия явления ENSO в сложных климатических условиях Узбекистана, то есть для одновременной оценки климатических реакций центральных, восточных, южных и западных регионов республики.

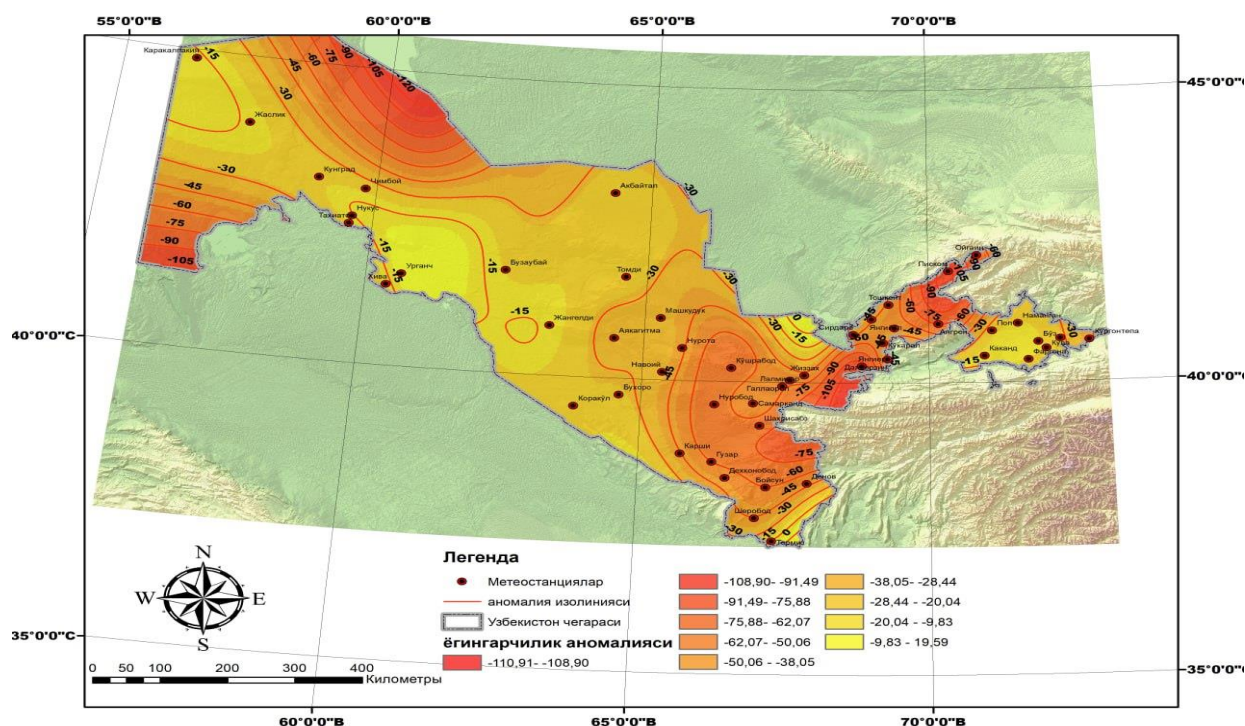


Рис. 3. Распределение аномалий количества осадков на территории Узбекистана в период Ла-Нинья.

В работе проанализированы аномалии температуры воздуха в зимний сезон в годы сильного Эль-Ниньо (1982-1983, 1997-1998, 2015-2016, 2023-2024) и в годы сильной Ла-Нинья (1973-1974, 1988-1989, 2007-2008, 2010-2011).

В период сильного Эль-Ниньо в большинстве регионов Узбекистана наблюдается превышение нормы температуры воздуха в зимний сезон, однако интенсивность аномалии различается по регионам. На всех метеорологических станциях в период сильного Эль-Ниньо зимой наблюдаются устойчивые положительные аномалии температуры воздуха. Например, аномалии температуры составлены в Нукусе от 3,3°С до 4,9°С; в Термезе от 1,8°С до 3,5°С; в Ташкенте от 2,0°С до 4,5°С; в Андижане от 1,0°С до 2,5°С.

В период сильной Ла-Нинья зимой наблюдаются отрицательные аномалии со следующими значениями: в Нукусе от 1,5°С до 3,0°С; в Термезе от 1,0°С до 2,0°С; в Ташкенте от 1,5°С до 3,0°С; в Андижане от 2,0°С до 3,5°С. 2007-2008 годы температура воздуха в январе была ниже многолетней средней нормы на 11,2°С в Нукусе, на 9,7°С в Термезе, на 8,0°С в Ташкенте и на 6,7°С в Андижане. 2023-2024 годы температура воздуха в январе была выше многолетней средней нормы на 2,3°С в Нукусе, на 4,5°С в Термезе, на 4,2°С в Ташкенте и на 5,0°С в Андижане.

**Третья глава диссертации озаглавлена «Сценарии долгосрочного прогноза количества осадков».** Данная глава посвящена освещению основ сценария долгосрочного прогноза количества осадков в Ферганской долине на базе вероятности явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

С этой целью ниже сначала уделено внимание вопросам периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Затем составлены сценарии влияния фаз Южного колебания Эль-Ниньо на режим осадков в Ферганской долине и прогноз осадков на предстоящий 10-летний период.

Эпоха ENSO – это научный термин, описывающий долгосрочные (на уровне десятилетий и столетий) вариации явления ENSO и доминирование его фаз. Если основные фазы ENSO (Эль-Ниньо, Ла-Нинья) определяются как краткосрочные колебания (2-7 лет), то «эпоха» указывает на долгосрочные режимы – например, периоды, когда доминирует фаза Эль-Ниньо, что оказывает существенное влияние на глобальный климат.

В эпоху Эль-Ниньо явления Эль-Ниньо являются более интенсивными, и в тропической части Тихого океана преобладает тёплая температура воды. Например, в 1977-1998 годах наблюдалась эпоха Эль-Ниньо, которая привела к повышению глобальной температуры и изменениям в режиме осадков. Это связано с положительной фазой PDO (Pacific Decadal Oscillation – Тихоокеанское десятилетнее колебание), когда в течение десятилетних периодов частота явлений Эль-Ниньо возрастает.

В эпоху Ла-Нинья явления Ла-Нинья наблюдаются чаще. Например, в 1947-1976 годах преобладали условия, характерные для Ла-Нинья, что приводило к засухам и более низким температурам. Это связано с отрицательной фазой PDO, которая увеличивает частоту явлений Ла-Нинья.

Взаимосвязь ENSO и PDO отражается, главным образом, в двустороннем воздействии между атмосферой и океаном:

1. Влияние ENSO на PDO: Сильное явление Эль-Ниньо или Ла-Нинья может передавать значительный объём тепла или холода из тропиков на север. Такие сильные явления ENSO могут привести к краткосрочному (в течение месяцев) изменению индекса PDO в положительную или отрицательную сторону.

2. Влияние PDO на ENSO: Долгосрочная фаза PDO влияет на развитие ENSO, изменяя подповерхностную температуру тропической части Тихого океана. Например, в период положительной PDO может накапливаться большой запас тёплой воды в тропиках, что может повысить вероятность возникновения Эль-Ниньо.

На основе данных об осадках, наблюдавшихся на 12 метеостанциях на территории Ферганской долины в периоды явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья в 1991-2024 годах, было оценено влияние феномена ENSO на изменчивость количества осадков. Для анализа взаимосвязи между явлениями и количеством осадков на метеостанциях были взяты значения осадков, зафиксированные в период явления, и значения многолетней нормы осадков для этого же периода, после чего рассчитана разница между ними. Затем были осреднены рассчитанные значения для всех явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

В период 1991-2024 годов наблюдалось 11 явлений Эль-Ниньо и 14 событий Ла-Нинья различной интенсивности. Общее распределение фаз ENSO было следующим. Эль-Нино – 101 сезон (24,1%); Ла-Нинья –

161 сезон (38,3%); нейтральный – 158 сезонов (37,6%).

Затем, данные были обобщены по десятилетиям (1990-1999 гг., 2000-2009 гг., 2010-2019 гг., 2020-2024 гг.) и рассчитана относительная вероятность возникновения каждой фазы (рисунок 4).

Начиная с 2000-х годов, наблюдалось снижение частоты явлений Эль-Ниньо и одновременное увеличение случаев Ла-Нинья и нейтральных условий. В 2020-х годах преобладание фазы Ла-Нинья стало значительным, составив 66,7% от всех сезонов. Это совпало с трехлетним эпизодом Ла-Нинья 2020-2023 годов, который стал самым продолжительным с 1950-х годов.

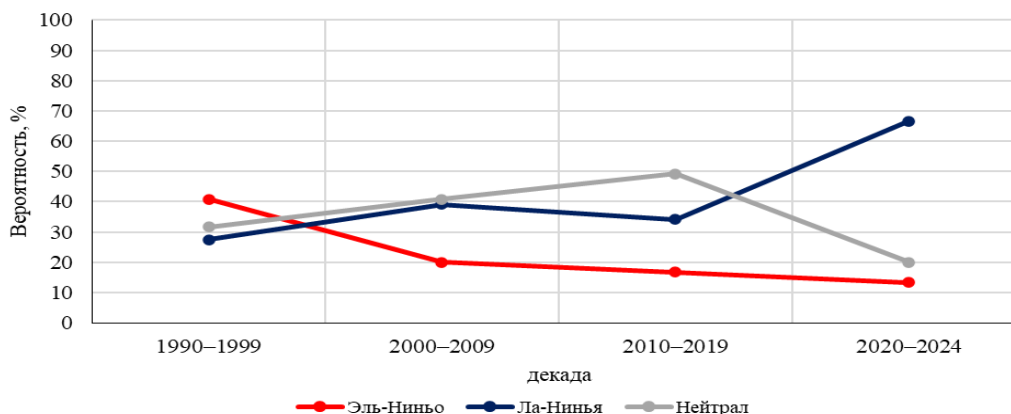


Рис. 4. Распределение фаз ENSO по десятилетиям в период с 1990 по 2024 год (%)

При составлении сценария прогноза количества осадков на территории Ферганской долины на предстоящий 10-летний период учитывалась вероятность явлений ЭНЮК (Эль-Ниньо – Южное колебание, ENSO). В данном сценарии использовано распределение фаз ENSO по десятилетиям. В таблице 3 представлено ожидаемое совокупное влияние фаз ENSO на количество осадков.

Таблица 3

Результаты прогноза количества осадков по Ферганской долине на период 2025-2034 годы

Метеостанции	Аномалия осадков, измененная под влиянием ENSO, мм	Прогноз осадков, мм (2025-2034 гг.)
Улугнар	-37,1	136,8
Коканд	-32,9	105,1
Боз	-39,9	157,2
Пап	-30,8	153,1
Кува	-48,6	170,2
Наманган	-50,8	155,7
Андижан	-58,2	181,3
Фергана	-35,8	148,8
Кургантепа	-92,1	260,5
Сариканда	-51,7	292,7
Шахмардан	-44,7	414,2
Камчик	-141,8	572,1

Высота расположения метеостанции влияет на то, будет ли месячное количество осадков больше или меньше нормы. Наибольшее отрицательное отклонение характерно для метеостанции Камчик (2000 м над уровнем моря). Особое место занимают метеостанции Пап и Коканд, где важную роль играет орографический барьер.

Если в прогнозируемый 10-летний период сохранится вероятность наступления фазы Ла-Нинья, на всех станциях ожидается снижение годового количества осадков. По мнению ряда исследователей, в ближайшие десятилетия нас ждет эпоха Эль-Ниньо. Учитывая тот факт, что период Ла-Нинья (начавшийся с 2000-х годов) заканчивается, в течение которого особенно характерными были последние 5 лет, вероятность фазы Эль-Ниньо может возрасти.

С целью оценки данной вероятности были рассчитаны вероятности фаз ENSO на основе долгосрочных данных индекса температуры поверхности океана (1950-2025 гг.). В более длительном ряду были получены следующие значения вероятности: Эль-Ниньо – 37%, Ла-Нинья – 23%, нейтральная фаза – примерно 40%.

В сценарии, при котором условия Ла-Нинья сохранятся в 2025-2034 годах, дефицит осадков будет усиливаться. Оцененный прогноз количества осадков по данному сценарию показывает значительное снижение среднегодового количества осадков (от 33 мм до 142 мм) для всех станций (см. табл. 4). Преобладание фазы Ла-Нинья в ближайшее десятилетие приведет к дефициту осадков на территориях Андижанской, Наманганской и Ферганской областей, что может составить в среднем более 50 мм или около 1 млрд м<sup>3</sup> воды.

Согласно второму, оптимистичному сценарию, в ближайшем будущем ожидается увеличение вероятности фазы Эль-Ниньо. По этому сценарию, среднегодовое количество осадков в Ферганской долине, как ожидается, увеличится от 3% до 7%. Это соответствует примерно 0,25 млрд. м<sup>3</sup> воды.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Существует четкая сезонность в сроках начала и окончания фаз ENSO. Эль-Ниньо в основном начинается в осенне-зимний сезон (октябрь-ноябрь) и заканчивается в весенне-летние месяцы (март-июнь). 22,73% явлений начинались в октябре и заканчивались в марте. Ла-Нинья чаще начинается в летне-осенний сезон (июль-сентябрь) и заканчивается в весенне-летние месяцы следующего года (апрель-июнь). Наибольшее количество случаев начала приходится на июль и сентябрь (17,39%), а завершения – на апрель (26,09%). Начало фаз ENSO не наблюдалось в промежутке между январем и апрелем.

2. В фазе Эль-Ниньо относительно более активными являются типы синоптических процессов Средней Азии 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9. Южно-каспийские, Мургабские, Верхнеамударьинские циклоны, поступающие из Ирана и Афганистана через южные районы Средней Азии, а также процессы широкого выноса теплого воздуха приносят на территорию Средней Азии теплую и влажную погоду в зимние месяцы. Обычно накопление снежных запасов зимой

связано в основном с вторжением холодного воздуха с северо-запада, волновой деятельностью на холодном фронте и медленно движущимися циклоническими процессами в северной части Средней Азии.

3. В фазе Ла-Нинья относительно более активными являются типы синоптических процессов 6, 9а, 9б, 10, 12 и 13. Типы процессов, такие как юго-восточная периферия антициклона, южная периферия антициклона, поле высокого давления с малым градиентом и поле низкого давления с малым градиентом, создают условия для установления безосадочной погоды на территории Средней Азии.

4. По мере увеличения высоты расположения метеостанций в Узбекистане воздействие явления ENSO также значительно усиливается. Был проведен статистический анализ взаимосвязи между аномалиями осадков, наблюдавшимися в периоды явлений Эль-Ниньо ( $\delta_{+cp}$ ) и Ла-Нинья ( $\delta_{-cp}$ ), и высотой расположения метеостанций. Между  $\delta_{+cp}$  и высотой метеостанций наблюдалась положительная корреляция ( $R=0,82$ ). Это свидетельствует о том, что с увеличением высоты усиливается положительное отклонение (увеличение) осадков в периоды Эль-Ниньо. Между  $\delta_{-cp}$  и высотой метеостанций наблюдалась отрицательная корреляция ( $R=-0,64$ ). Это значение показывает, что уменьшение количества осадков в периоды Ла-Нинья более ярко выражено на больших высотах.

5. Согласно результатам анализа линейной регрессии, высота оказывает значительное влияние на отклонения ENSO. В годы Эль-Ниньо с увеличением высоты положительное отклонение осадков усиливается, увеличиваясь в среднем на 4,7 мм на каждые 100 м подъема. Эта взаимосвязь относительно сильная ( $R^2=0,651$ ). В годы Ла-Нинья с увеличением высоты отрицательное отклонение осадков становится более глубоким, уменьшаясь на 4,0 мм на каждые 100 м. Однако эта взаимосвязь несколько слабее ( $R^2=0,410$ ).

6. В большинстве регионов Узбекистана в период сильного Эль-Ниньо зимой наблюдались устойчивые положительные аномалии температуры воздуха. Например, положительные аномалии в Нукусе от 3,3°C до 4,9°C; в Термезе от 1,8°C до 3,5°C; в Ташкенте от 2,0°C до 4,5 °C; в Андижане температура колебалась от 1,0°C до 2,5°C. В период сильной Ла-Нинья зимой в Нукусе от 1,5°C до 3,0°C; в Термезе от 1,0 °C до 2,0 °C; в Ташкенте от 1,5 °C до 3,0°C; в Андижане отмечены отрицательные аномалии от 2,0°C до 3,5 °C.

7. В период Эль-Ниньо на всех 50 метеостанциях количество осадков наблюдалось выше нормы, а в период Ла-Нинья - ниже нормы. С использованием метода ГИС созданы цифровые карты аномалий осадков по метеостанциям в Узбекистане в периоды фаз Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

8. На основе вероятности явления ENSO на следующее 10-летие был составлен прогноз количества осадков для территории Ферганской долины. Согласно сценарию, в 2025-2034 годах будет наблюдаться период Ла-Нинья. Это приведет к дефициту осадков на территориях Андижанской, Наманганской и Ферганской областей. Данный показатель может составить в среднем более 50 мм, или около 1 млрд. м<sup>3</sup> воды.

**SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 AT THE HYDROMETEOROLOGICAL  
RESEARCH INSTITUTE**

---

**HYDROMETEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE**

**BOBOKHONOVA MAMURAKHON NORMIRZA KIZI**

**ASSESSMENT OF THE POSSIBLE OF THE EL NIÑO AND LA NIÑA  
PROCESSES ON THE WEATHER OF UZBEKISTAN**

**11.00.04 – Meteorology. Climatology. Agrometeorology**

**DISSERTATION ABSTRACT  
OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
IN GEOGRAPHICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2026**

The title of the doctoral dissertation (PhD) has been registered by the the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan with registration number B2024.3.PhD/Gr339.

The dissertation has been prepared at the Hydrometeorological Research Institute.  
The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online on the Scientific Council website ([www.nigmi.uz](http://www.nigmi.uz)) and on the website of "Ziyo.net" Information-educational portal ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net).)

**Scientific consultant:** **Kadirov Bakhtiyor Sharafiddinovich**  
candidate of geographical sciences, senior researcher

**Official opponents:** **Egamberdiev Khamrokul Tursunkulovich**  
doctor of geographical sciences, professor

**Gafurov Zafar Asrorjonovich**  
doctor of philosophy (PhD) in geographical sciences

**Leading Organization:** **Namangan State University**

The defense of the dissertation will take place on «17» April 2026 in «10<sup>00</sup>» at the meeting of the Scientific Council for the award of scientific degrees DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 at the Hydrometeorological Research Institute (Address: 72, 1<sup>st</sup> Bodomzor yuli street, Tashkent, 100052, Ph: +998 71 2358512, Fax: +998 71 2371319; e-mail: [info@nigmi.uz](mailto:info@nigmi.uz)).

PhD dissertation can be found in the Scientific-technical Library of the Hydrometeorological Research Institute (registered under № 237). (Address: 72, 1<sup>st</sup> Bodomzor street, Tashkent, 100052, Ph: +998 71 2358512, Fax: +998 71 2371319).

Abstract of the dissertation has distributed on «3» April 2026.  
(Mailing report № 1 on «3» April 2026).



*[Handwritten signature]*

**B.M. Kholmatjanov**  
Chairman of the Scientific council  
for award of scientific degrees,  
Doctor of Geographical Sciences

*[Handwritten signature]*  
**B.E. Nishonov**  
Scientific Secretary of the Scientific council  
for award of scientific degrees,  
Candidate of Technical Sciences

*[Handwritten signature]*  
**D.M. Turgunov**  
Chairman of the Scientific seminar under Scientific  
council for award of scientific degrees,  
Doctor of Geographical Sciences

## INTRODUCTION (abstract of doctoral dissertation)

**The aim of the research work** is consists of the assessment of the probable impact of the El Niño and La Niña phenomena on the precipitation and air temperature regimes in the territory of Uzbekistan.

**The object of the research work** is the main meteorological parameters of the climate of Uzbekistan – precipitation and air temperature.

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

it has been determined that during the observed El Niño phase, the amount of precipitation in the territory of Uzbekistan was above the norm, and conversely, during the La Niña phase, the amount of precipitation was below the norm;

the change in the amount of precipitation anomalies according to elevation during the El Niño and La Niña phases has been determined;

digital maps of precipitation anomalies observed in Uzbekistan during the El Niño and La Niña phases have been created based on GIS;

a methodological basis for a climate model related to the precipitation regime of the next decade has been developed.

**Implementation of research results.**

Based on the scientific results obtained from the study evaluating the probable impact of El Niño and La Niña processes on the weather of Uzbekistan:

the finding that the amount of precipitation in the territory of Uzbekistan is above the norm during the observed El Niño phase and, conversely, is below the norm during the La Niña phase, has been implemented in precipitation forecasting at the Agency of Hydrometeorological Service (Reference of the Agency of Hydrometeorological Service under the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan № 01-15/1593 dated October 28, 2025). Consequently, an opportunity has been created to compile seasonal and long-term forecasts based on the identified patterns of above- or below-norm precipitation observed in Uzbekistan during the El Niño and La Niña phases;

the change in the amount of precipitation anomalies according to elevation during the El Niño and La Niña phases has been implemented in the practice of compiling specialized forecasts for foothill and mountainous areas at the Agency of Hydrometeorological Service (Reference of the Agency of Hydrometeorological Service under the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan № 01-15/1593 dated October 28, 2025). Consequently, an opportunity has been created to predetermine the formation of water resources in mountainous and foothill areas, as well as to reduce the risk of mudflows and effectively manage water resources;

the digital maps of precipitation anomalies observed in Uzbekistan during the El Niño and La Niña phases, created based on GIS technologies, have been implemented in the practical forecasting of precipitation amounts across regions at the Agency of Hydrometeorological Service (Reference of the Agency of Hydrometeorological Service under the Ministry of Ecology, Environmental

Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan № 01-15/1593 dated October 28, 2025). Consequently, an opportunity has been created to compile forecasts for future El Niño and La Niña periods on a regional basis;

the long-term precipitation forecast developed for the next 10-year period in the Fergana Valley region, based on the probability of the El Niño and La Niña phenomena, has been utilized in the activities of providing meteorological services to the population and compiling meteorological forecasts at the Agency of Hydrometeorological Service (Reference of the Agency of Hydrometeorological Service under the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan № 01-15/1593 dated October 28, 2025). Consequently, an opportunity has been created to prepare 10-year precipitation forecasts for the central, southern, and northern regions of Uzbekistan, based on the probability of the El Niño and La Niña phases.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation work consists of introduction, three chapters, conclusion, list of references, a list of terms and abbreviations. The volume of the dissertation is 98 pages.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Кадиров Б.Ш., Бобохонова М.Н. Сўнгги йилларда кузатилган кучли Эль-Ниньо жараёнлари ва Ўзбекистонда ҳарорат аномалиялари // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. – 2024. – 66-жилд. – Б. 187-192. (11.00.00; №6)

2. Бобохонова М.Н., Кадиров Б.Ш. Эль-Ниньо ва Ла-Нинья ҳодисалари ҳақида умумий тушунчалар ва Ла-Нинья ҳодисаси давомида Ўзбекистонда кузатилган ёғингарчилик аномалиялари // Экономика и социум. – 2024. – №12 (127). – С. 1-9. (11.00.00; №11)

3. Boboixonova M.N., Kadirov B.SH. El-Nino – Janubiy tebranish hodisasi va O‘zbekistonda kuzatilgan yog‘ingarchilik anomalialari // Ekologiya xabarnomasi. – 2025. – №1[13]. – В. 57-60. (11.00.00; №1)

4. Бобохонова М.Н., Кадиров Б.Ш., Каратаев М.Н. Эль-Ниньо Жанубий тебраниш ҳодисаси ва унинг умумий тавсифи // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. – 2025. – 67-жилд. – Б. 123-131. (11.00.00; №6)

5. Имамджанов Х.А., Кадиров Б.Ш., Филиппов С.Г., Сайдиллаева С.Н., Бобохонова М.Н., Каратаев М.Н. Радиолокацион метеорологияда географик ахборот технологияларидан фойдаланиш имкониятлари // Экономика и социум. – 2025. – №5 (132). – С. 1-16. (11.00.00; №11)

6. Бобохонова М.Н., Бегматов С.У., Усаров З.Ш., Кадиров Б.Ш., Каримов И.А., Назруллаев А.Б., Холматжанов Б.М. Влияние фаз Эль-Ниньо – Южного колебания на климатические параметры в Ферганской долине: ретроспектива и десятилетний прогноз // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги. – 2025. – №2. – Б. 8-24. (11.00.00; №11)

7. Кадиров Б.Ш., Бобохонова М.Н. Эль-Ниньо – Жанубий тебраниш ҳодисаси ва унинг Ўзбекистонда ёғингарчилик режимига таъсири // Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги. – 2025. – №3. – Б. 16-24. (11.00.00; №11)

**II бўлим (II часть; II part)**

8. Бобохонова М.Н., Кадыров Б.Ш. К вопросу влияния на режим осадков в Средней Азии явлений глобального масштаба типа Эль Нинья и Ла Нинья / Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты экологии и климата», посвященной Всемирному дню ледников». – Душанбе: МГУ, 2023. – С. 28-31.

9. Бобохонова М.Н., Кадиров Б.Ш. Ўзбекистон дарёлари сувдорлигига Эль-Ниньо феноменининг эҳтимолий таъсирини баҳолаш / “Географик тадқиқотлар: Инновацион ғоялар ва ривожланиш истиқболлари” мавзусидаги

III Халқаро илмий-амалий конференция тўплами.– Тошкент: ЎзМУ, 2023. – Б. 119-121.

10. Кадиров Б.Ш., Бобохонова М.Н. Иқлим ўзгариши шароитида Оролбўйи хавзаси минтақаларида метеорологик курғоқчиликни баҳолаш / “Ўзбекистонда иқлим ўзгариши муаммоларини таълимга интеграция қилиш” Халқаро илмий амалий конференция тўплами. – Тошкент: ЎзМУ, 2024. – Б. 39-44.

11. Бобохонова М.Н., Кадыров Б.Ш. Изменчивость осадков в Узбекистана во время явления ЭНЮК / Материалы международной научно-практической конференции XV Ломоносовские чтения «Кооперация науки и национальноориентированных стратегий: цифровая модернизация и инновационное развитие». – Душанбе: МГУ, 2025. – С. 196-200.

12. Кадиров Б.Ш., Бобохонова М.Н. Влияние солнечной активности на вероятность развития Эль-Ниньо: кросс-корреляционный анализ за 2013-2025 гг. / “Иқлим ўзгариши шароитида гидрологик тадқиқотларнинг асосий йўналишлари: Замонавий ёндашувлар ва технологиялар” Халқаро илмий амалий конференция тўплами – Тошкент: ЎзМУ, 2025. – С. 57-60.

13. Бобохонова М.Н., Кадиров Б.Ш. Увеличение осадков как мера замедления деградации ледников в бассейне реки Пскем: роль ENSO и управляемое наращивание снега / “Иқлим ўзгариши шароитида тоғ музликларини мониторинг қилишнинг инновацион усуллари ва гляциологияни ривожлантиришнинг долзарб муаммолари” Халқаро илмий-амалий конференция тўплами. – Тошкент: ГМИТИ, 2025. – Б. 171-178.

14. Бобохонова М.Н. Писком музликлари ва 2025-2034 йиллар ёғингарчилик режимининг эҳтимолий прогнози (ENSO даврларининг таҳлили асосида) / “Иқлим ўзгариши шароитида тоғ музликларини мониторинг қилишнинг инновацион усуллари ва гляциологияни ривожлантиришнинг долзарб муаммолари” Халқаро илмий-амалий конференция тўплами. – Тошкент: ГМИТИ, 2025. – Б. 183-186.