

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ ВА МУҲАНДИСЛИК ГЕОЛОГИЯСИ
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.24/30.12.2019. GM.96.01 РАҚАМЛИ
ИЛМий КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

ЗАКИРОВ МИРАББАС МИРСААТОВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОН ЕР ОСТИ СУВЛАРИДА
ГЕЛИЙНИНГ ЎЗГАРИШ ҚОНУНИЯТЛАРИ**

04.00.04 – Гидрогеология ва муҳандислик геологияси

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

ТОШКЕНТ 2020

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

Закиров Миrabбас Мирсаатович Ўзбекистон ер ости сувларида гелийнинг ўзгариш қонуниятлари.....	3
Закиров Миrabбас Мирсаатович Закономерности изменения гелия в подземных водах Узбекистана.....	27
Zakirov Mirabbas Mirsaatovich Patterns of helium changes in groundwater of Uzbekistan.....	51
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works	55

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ ВА МУҲАНДИСЛИК ГЕОЛОГИЯСИ
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

ЗАКИРОВ МИРАББАС МИРСААТОВИЧ

**ЎЗБЕКИСТОН ЕР ОСТИ СУВЛАРИДА
ГЕЛИЙНИНГ ЎЗГАРИШ ҚОНУНИЯТЛАРИ**

04.00.04 – Гидрогеология ва муҳандислик геологияси

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

ТОШКЕНТ 2020

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.3 DSc/GM 19 сонли рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.hydroengeo.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Юсупов Шухрат Сакиджанович
геология-минералогия фанлари доктори

Расмий оппонентлар:

Акбаров Хабибулла Асатович
геология-минералогия фанлари доктори,
профессор, академик

Абдуллаев Ботиржон Дадажонович
геология-минералогия фанлари доктори

Шоймуратов Туйчи Халикулович
геология-минералогия фанлари доктори

Етакчи ташкилот:


“Ўзбекгидрогеология” Давлат унитар корхонаси


Диссертация ҳимояси Гидрогеология ва инженерлик геологияси институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc 24/30.12.2019.GM.96.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «5» ноябр соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100041, Тошкент шаҳри, Олимлар кўчаси, 64 уй. Тел.: (+99871) 262-75-92; факс: (+99871) 262-62-15, e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru).


Диссертация билан Гидрогеология ва инженерлик геологияси институти кутубхонасида танишиш мумкин (46 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100041, Тошкент шаҳри, Олимлар кўчаси, 64 уй. Тел.: (+99871) 262-75-92; факс: (+99871) 262-62-15, e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru

Диссертация автореферати 2020 йил «22» октябрь куни таркатилди.
(2020 йил «22» октябрьдаги _____ рақамли реестр баённомаси).




С.А. Бакиев
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси,
геология-минералогия фанлари доктори


М.Р. Жураев
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш илмий котиби,
геология-минералогия фанлари
бўйича фалсафа доктори (PhD)


И.Х. Хабибуллаев
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси,
техника фанлари доктори, профессор

КИРИШ (Фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон миқёсида ер қобиғининг чуқур эндоген жараёнлари ва уларнинг намоён бўлишини аниқланган даракчилар асосида башоратлаш ўта муҳим аҳамият касб этади. Дунёнинг кўплаб мамлакатларида, айниқса, сейсмиклик даражаси юқори бўлган давлатларда зилзилаларни ва ҳудуднинг ўзгарган геодинамик ҳолатини башорат қилиш мамлакатнинг барқарор ижтимоий – иқтисодий ривожланиши учун муҳим омил ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда геодинамик фаоллик юқори бўлган дунёнинг ривожланган давлатларида ер ости гидросферасининг радиоактив компоненти динамикасини мониторинг қилиш бўйича қуйидаги устивор илмий йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: ер қобиғининг юқори қатламларида гелий аномалияларининг ҳосил бўлиш хусусиятларини аниқлаш; ер қаъридан гелийнинг эркин шаклда ва ер ости сувлари билан биргаликда конвектив миграциясини аниқлаш; сейсмик фаолликдан олдинги ва сейсмик фаоллик даврида ер ости сувлари газ-кимёвий ва изотоп таркибининг ўзгаришларини моделлаштириш ва таҳлил қилиш услубларини ишлаб чиқиш; сейсмик фаолликнинг тайёргарлик даврида ер ости сувлари таркибида гелий концентрацияси аномал ўзгаришларининг табиати ва механизмини аниқлаш.

Ҳозирги кунда Республикамизда аҳолини ва ҳудудларни табиий ва техноген офатлардан муҳофаза қилишга қаратилган гидрогеологик ва гидрогеосейсмологик даракчиларни назарий асослашга алоҳида эътибор қаратилмоқда, жумладан ўрта ва қисқа муддатли истиқболларда зилзила юзага келиш эҳтимолини умумий мезонлар бўйича миқдорий баҳолаш технологияси ишлаб чиқилган. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясида¹ «Фавқулудда вазиятларни олдини олиш ва бартараф қилиш тизимини такомиллаштириш» бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада ер ости сувларида гелийнинг миқдорий таркиби ўзгаришлари Ер қаърининг зўриқиш-деформацияланиш ҳолатлари билан боғлиқлиги ва унинг ўзгариш қонуниятларини аниқлаш бўйича илмий тадқиқотларни ўтказиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2018 йил 1 мартдаги ПҚ-3578-сон «Ўзбекистон Республикаси Давлат геология ва минерал ресурслар кўмитаси фаолиятини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори, 2019 йил 23 июлдаги ПҚ-4401-сон «Ер қаърини геологик жиҳатдан ўрганишни янада такомиллаштириш ва 2020-2021 йилларда минерал-хомашё базасини ривожлантириш ва қайта тиклаш давлат дастурини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ва Давлат раҳбарининг Олий Мажлисга йўллаган мурожатномасида ҳар йили фаннинг

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

бир неча устувор тармоқларини, жумладан геология соҳасида фундаментал ва амалий тадқиқотларни фаоллаштириш тўғрисидаги кўрсатмалари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий–ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VIII «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хомашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналиши талабларига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи².

Зилзилаларнинг гидрогеологик даракчиларини қидириш ва гелий изотопларини аниқлаш мақсадида режим кузатувларини ўтказишнинг методологик ва назарий асосларини ишлаб чиқишга қаратилган кенг қамровли илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказлари ва олий илмий-таълим муассаларида, жумладан: National Environmental Satellite Data and Information Service – NESDIS (АҚШ), Пекин давлат сейсмологик бюросида (ХХР), РФА Геология институтида (Россия), МФА Геология ва геофизика институтида (Молдова), ТФА Сейсмология ва атмосфера физикаси институтида (Туркменистон), Қирғизистон Республикаси МФА Сейсмология институтида (Қирғизистон), Сейсмология институти ҳамда Тошкент давлат техника университетиди (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Ер қобиғида мантиядан гелийнинг чиқиши ва унинг кейинги тақсимланишини, шунингдек, метеоритларда, тоғ жинсларида, ер усти ва ер ости сувларида гелий миқдорини баҳолаш бўйича дунёда олиб борилган тадқиқотлар натижасида бир қатор илмий ва амалий натижалар олинган, жумладан: - тектоник мобил тузилмаларда, вулқон газларидаги характерли иссиқ доғлар – қуйи мантиядан чиқаётган плюмларда мантия гелийининг $1,2 \cdot 10^{-5}$ дан $3,5 \cdot 10^{-5}$ миқдорда намоён бўлиши аниқланган (National Environmental Satellite Data and Information Service – NESDIS); ер ости сувларида зилзилаларнинг гидрогеосейсмологик даракчиларини ўзгаришини ўрганиш учун зилзилаларни имитация қилиш экспериментал базаси яратилган (Пекин давлат сейсмологик бюроси, ХХР); турли хил ер ости флюидларида гелий изотоплари тақсимланишининг умумий ҳолатини аниқлаш, флюидларнинг геокимёвий ўзига хослиги билан унинг боғлиқлигини аниқлаштириш ҳамда континентал рифт бўйлаб ва унга кўндаланг йўналишда $^3\text{He}/^4\text{He}$ ўзгаришлари аниқланган (РФА Геология институти ва РФА СБ Ер қобиғи институти, Россия); Каспий олди сейсмик фаол минтақасидаги зилзилаларни башорат қилиш учун ер ости сувларининг газ (Rn , H_2) таркиби ва гидродинамик параметрларини кузатиш услублари ишлаб чиқилган (ТФА Сейсмология ва атмосфера физикаси институти, Туркменистон); Шимолий Тянь-Шандаги зилзилаларни башорат қилиш учун

²Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи <https://link.springer.com/article>; <https://docslide.net/documents/l-earthquake-hazard-and-risk-assessment-unisdr-hazard-fnd-risk-assessment-key/html>; <https://dx.doi.org/104236ojer> ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

термал сувларда газлар, карбонатлар мувозанати ва микро компонентларни таҳлил қилишнинг такомиллаштирилган услуби ишлаб чиқилган (Қирғизистон Республикаси МФА Сейсмология институти, Бишкек ш.); Молдова Республикаси жанубидаги грунт сувларида гелий тақсимотининг геохимёвий жиҳатлари ишлаб чиқилган (МФА Геология ва геофизика институти, Молдова, Кишинев ш.); ер ости сувларининг режими, газ таркиби ва микрокомпонентларини махсус режим кузатувлари методологияси ишлаб чиқилган (Сейсмология институти, Ўзбекистон); Тошкентолди райони ер ости сувларида гелий таркибини белгилловчи омиллар ишлаб чиқилган (Тошкент давлат техника университети, Ўзбекистон).

Шундай қилиб, дунёда ер ости сувларидаги гелийнинг таркибини ўрганиш соҳасида бир қатор устувор йўналишлар бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда, жумладан: атом электр станциялари, гидротехник иншоотлар ва углеводород сақлаш иншоотларида гелийли съёмка ёрдамида йўқотишлар мониторингини олиб бориш; ер ости сувлари таркибидаги табиий гелийдан индикатор сифатида фойдаланиб, сувли горизонтларнинг ўзаро таъсир шароитларини аниқлаш; ер қаъридан гелийнинг эркин шаклда ва ер ости сувларида эриган ҳолатда диффузион миграциясини математик моделларини яратиш; сейсмик режимдаги ўзгаришлар сабабли ер ости ва чуқур кўл сувларида эриган гелийнинг таркибий ўзгариши мониторингини олиб бориш; сейсмик фаолликдан олдинги ва сейсмик фаоллик даврида ер ости сувлари газ-химёвий ва изотоп таркибининг ўзгаришларини баҳолаш орқали магнитудаси 5,0 дан юқори бўлган кучли zilзилалар даракчиларини аниқлаш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ҳозирги кунда қаттиқ тоғ жинсларидаги, шунингдек ер ости сувларидаги гелийни ўрганишга қаратилган тадқиқотлар етакчи илмий марказларда, институтларда ва олий таълим муассасаларида амалга оширилмоқда. Жумладан: International Institute of seismology and Earthquake Engineering (Япония), Chines University of Geosciences (Хитой), ЎзРФА Сейсмология институти (Ўзбекистон), Тошкент давлат техника университети (Ўзбекистон), РФА Шимолий Карельск сув муаммолари институти илмий маркази (Петрозаводск ш., Россия), РФА Геология институти (Москва ш., Россия), РФА СБ Ер қобиғи институти (Иркутск ш., Россия), МФА Геология ва сейсмология институти (Молдова), РФА геофизика хизматининг Камчатка филиали ва РФА СБ Камчатка Ер қобиғи комплекс илмий тадқиқотлар институти (Петропавловск-Камчатский ш., Россия), Москва Давлат университети (Москва ш., Россия) да гелийни ўрганишга бағишланган кўплаб илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Турли йилларда А.Я. Крылов, Б.А. Мамырин ва бошқалар ҳар хил табиий ҳосилаларда, яъни турли йўллар билан ҳосил бўлган тоғ жинсларида $^3\text{He}/^4\text{He}$ нисбати қонуниятларини аниқладилар. Молдова Фанлар Академиясининг Геология ва сейсмология институтида А.В. Гырля ва К.Е. Морару фаол сув алмашинуви зоналарида (Молдова Республикаси жануби мисолида) гелий тарқалишининг геохимёвий хусусиятларини ўргандилар.

РФА СБ Ер қобиғи институтида Р.М.Семенов, зилзилаларнинг қисқа муддатли даракчилари эҳтимолини аниқлаш мақсадида, сейсмик режимдаги ўзгаришлар туфайли Байкал кўли чуқур сувларида эриган гелийнинг таркибий ўзгариши мониторингини олиб борди. Байкал кўлининг жанубий қисмидаги чуқур сувларда гелий таркибидаги ўзгаришларни кузатиш ишларининг олиб борилиши Бош Саян ёриғи жануби-шарқий қисмининг бу ердан ўтиши, шунингдек Обручев ва Ангарск ёриқларининг кесишуви ҳам шу ерда жойлашганлиги, бу зонада бир неча бор заиф ва жуда кучли зилзилалар содир бўлганлиги билан изоҳланади. РФА Геология институтида (Москва ш.) 2011 йилда Б.Г. Поляк ва б. томонидан Катта Кавказ орогени худудидаги минерал булоқлар, қатлам сувлари ва лойли вулқонлар газлари ўрганилди. Теберда дарёси водийсининг ғарбий қисмида, шунингдек Эльбрус ва Казбек фаол вулқонлари оралиғида, дарё водийсининг марказий сегментида жойлашган иккита булоқда ҳам гелийнинг изотоп таркиби мантия компоненти аралашмасининг индикатори сифатида ўрганилди.

Атом энергияси халқаро агентлиги изотоплар гидрологияси лабораториясида изотоп таҳлил бўйича мутахассис Такуя Мацумото тритий/гелий-3 таркиби таҳлил услубидан фойдаланиш бўйича қўлланма ишлаб чиқди. Изотопларни саралаш учун у масс-спектрометрдан фойдаланди. Бу концентрацияларни ва тритийни гелий-3 га айлантириш учун кетадиган вақтни билган ҳолда сувнинг ёшини ва унинг тўйиниш даврийлигини кузатиш ва аниқлаш мумкин.

Ер ости сувларидаги эриган газларни, хусусан гелийни кузатишнинг жаҳон тажрибаси шуни кўрсатадики, зилзила арафасида кузатув нуқталарини муваффақиятли танлаш билан уларнинг таркибидаги сезиларли ўзгаришларни қайд этиш мумкин. Бунинг яққол мисоли, ЎзР ФА Сейсмология институти олимлари томонидан Ўзбекистон ер ости сувларидаги гидрогеокимёвий параметрларнинг ўзгаришини ўрганиш учун олиб борилган мақсадли тадқиқотлар натижасида, 129-сонли илмий кашфиёт кашф қилинган (1966 йил 26-апрелдаги Тошкент зилзиласининг афтершоклари пайтида). Бу кашфиёт зилзилаларни башорат қилиш учун гидрогеокимёвий даракчиларни ўрганиш бўйича кўпчилик мамлакатларда янги йўналиш - Гидрогеосейсмологиянинг ривожланишига сабаб бўлди.

Илмий-тадқиқот лойиҳалари доирасида сўнгги йилларда ЎзР ФА Сейсмология институти ва Тошкент давлат техника университети олимлари томонидан Ўзбекистон Республикаси ва унга туташ ҳудудларда махсус маршрут тадқиқотлари ўтказилиб, мавзули ва амалий ишлар олиб борилди. Бундай тадқиқотларга ер ости сувларидаги гелий концентрациясининг ўзгариши ва унга таъсир этувчи омиллар (К.Н.Абдуллабеков, Г.Ю.Азизов, С.У.Латипов, Ш.С.Юсупов, И.А.Агзамова, Р.С.Зиявутдинов, М.М.Закиров, Л.Ю.Шин ва б.) мавзусидаги бир қанча илмий ишларни киритишимиз мумкин.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Сейсмология институтида ҳамда Тошкент давлат техника университети «Гидрогеология ва муҳандислик геологияси»

кафедрасида Ф8-ФА-0-69-962 «Зилзилаларни комплекс башорат қилиш учун Фарбий Тянь-Шань сейсמודинамикасини ўрганиш» (2012-2016), ПЗ-2014-0825091430 «Ўрта ва қисқа муддатли истиқболларда зилзила юзага келиш эҳтимолини умумий мезонлар бўйича миқдорий баҳолаш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017), «Ўзбекистон ва унга туташ ҳудудлардаги ер ости сувларида гелий миқдорий таркибининг шаклланиш қонуниятларини белгиловчи омиллар» (2018-2019) каби фундаментал ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади. Ўзбекистон ер ости сувларида гелий таркибий миқдорининг шаклланиш ва ўзгариш қонуниятларини аниқлаш ва ер ости сувларида гелий изотоплари тақсимланишини асослашдан иборат.

Тадқиқот вазифалари:

ер қобиғидаги гелийнинг кўчиши ҳақидаги мавжуд фаразларни таҳлил қилиш ва умумлаштириш ҳамда сувли горизонт табиий режими шароитларида гелий миграциясининг назарий моделини ишлаб чиқиш;

турли геологик-тектоник ва гидрогеологик шароитларда гелий концентрациясининг шаклланиши ва ўзгаришига таъсир этувчи асосий омилларни аниқлаш;

гелий концентрациясининг турли регионал шароитларини тавсифловчи омилларни аниқлаш;

Ўзбекистон ва унга туташ ҳудудлардаги ер ости сувларида гелий изотопларининг тақсимланиш хусусиятларини ўрганиш;

гелиомерик тадқиқотлар натижалари асосида, Марказий Осиёнинг айрим ҳудудларида гелий изотоп таркиби қийматлари тарқалишининг схематик харитасини тузиш.

Тадқиқот объекти Ўзбекистон ва унга туташ ҳудудларнинг ер ости сувлари ҳисобланади.

Тадқиқот предмети сифатида ер ости сувларида гелий концентрациясининг шаклланишига таъсир этувчи гидрогеологик ва геолого-тектоник омиллар танлаб олинган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертацияда гидрогеологик ва гидрогеосейсмологик тадқиқотларда қўлланиладиган, ер ости сувлари газ ва гидрогеокимёвий таркибини дала ва лаборатория шароитида ўрганишнинг анъанавий усулларида фойдаланилган. Намуналарда эриган гелий мутлоқ миқдорини ўлчаш учун ИНГЕМ-1 ўлчов асбобидан фойдаланилди. Бундан ташқари, гидрогеосейсмологик тадқиқотлар дала материалларига хроматографик усул ёрдамида қайта ишлов берилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

Ўзбекистон ҳудудидаги палеозой, бўр ва палеоген ётқизикларида гелийнинг мутлоқ қиймати ва ҳажмий миқдори концентрациялари юқори бўлган сувли горизонтлар аниқланган;

чуқурлик бўйича гелий концентрациясининг мутлоқ ва ҳажмий қийматининг қонуниятли ўсиши, шунингдек, бўр ва палеоген ёшидаги ётқизикларнинг 1600-1800 м интервалида гелийнинг кескин ошиши, гилли ва

мергелли қатламлар эса гелий тўпланиши учун "тузоқ" вазифасини ўташи аниқланган;

Ўзбекистондаги сеноман сувли горизонти ер ости сувларида гелий миграциясининг принципиал модели ишлаб чиқилган;

илк бор ер ости сувларида гелий концентрациясининг ўзгаришига таъсир этувчи табиий омиллар таснифи ишлаб чиқилган;

горизонтал йўналишда тўйиниш майдонларидан қатламларнинг ер юзасидан чуқурроқ ботган томонига қараб гелий концентрациясининг ошиб бориши аниқланган;

Ўзбекистон ер ости сувларидаги гелий концентрацияси фон қийматининг кузатув сув нуқталари жойлашган майдонлардаги геодинамик жараёнлар фаоллиги билан боғлиқлиги аниқланган;

Марказий Осиёнинг маълум ҳудудларида гелий изотопи қийматлари тарқалишининг схематик харитаси гелий изотопларининг тарқалиши ва тақсимланишига асосланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

режим кузатувлари тармоқларини жойлаштириш учун асос ҳисобланган, Ўзбекистон ҳудудидаги палеозой, бўр ва палеоген ётқизиқлари сувли горизонтларига мансуб юқори таркибли гелий тарқалиш ҳудудлари аниқланган;

ер қобиғининг геодинамик жараёнларини самарали башоратлаш учун хизмат қилган Ўзбекистон ер ости сувларида гелий аномалиялари намоён бўлишининг илмий-услубий маълумотлар базаси яратилган;

Марказий Осиёнинг маълум ҳудудларида гелий изотопи қийматлари тарқалишининг схематик харитаси тузилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Олинган натижаларнинг ишончлилиги Ўзбекистон ва унга туташ ҳудудлар ер ости сувларида гелий концентрациясининг ўзгаришларини гидрогеологик ва гидрогеосейсмологик махсус кўп йиллик режим кузатувларини олиб боришда тўпланган далилий материаллар билан тасдиқланган. 47 та сув нуқталари бўйича натижалар олинган бўлиб, катта ҳажмдаги далилий материаллардан (сув ва газларнинг 2000 дан ортиқ намуналари) фойдаланилган ва кузатув нуқталари тавсифланганлиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти сеноман сувли горизонти ер ости сувларида гелий миграциясининг модели яратилганлиги, ер ости сувларида гелий миқдорий таркибининг ўзгариш қонунияти асосланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ер ости сувларида гелий аномалияларининг шаклланишига таъсир қилувчи асосий омилларни аниқлаш бўйича ишлаб чиқилган услубий ёндашувлар кучли зилзилалар даракчиларини аниқлаш учун башоратлаш–мониторинг тадқиқотларини миқдорий баҳолаш ишонччилигини оширишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ер ости сувларида гелий изотоплари тақсимланишини асослаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида:

ёриқсимон-томирли, дарзланган сеноман ётқиқликларидаги ер ости сувларида тарқалган гелий концентрацияси қийматларининг шаклланиш ва намоён бўлиши “ГИДРОИНГЕО институти” ДК фаолиятига жорий этилган (Давлат геология қўмитасининг 2020 йил 18 мартдаги 04/02-сон маълумотномаси). Натижада Ўзбекистондаги сеноман сувли горизонти ер ости сувларида гелий миграциясининг принципиал модели ишлаб чиқилган;

ер ости сувларида турли табиий ва техноген омиллар таъсирида юзага келган гелий концентрациясининг ва ер қобиғининг геодинамик фаоллиги билан боғлиқ фон қийматлари табиатининг ўзгариши “ГИДРОИНГЕО институти” ДК фаолиятига жорий этилган (Давлат геология қўмитасининг 2020 йил 18 мартдаги 04/02-сон маълумотномаси). Натижалар ер ости сувларида гелийнинг максимал қийматларига эга бўлган аномалияларини асосли ажратиш имконини берган;

гелий концентрациясининг турли қийматларига эга сувли горизонтлар ва ўзида сув ушловчи тоғ жинсларининг гидрогеологик ва тектоник шароитларини гуруҳлаш асосида ажратилган омиллар “ГИДРОИНГЕО институти” ДК фаолиятига жорий этилган (Давлат геология қўмитасининг 2020 йил 18 мартдаги 04/02-сон маълумотномаси). Натижалар гидродинamik жараёнлар билан боғлиқ бўлган гелий аномалияларини баҳолаш имконини берган;

зилзила содир бўлиш даврида ер ости сувларининг изотоп ва газ (He, H₂, CO₂) таркибида юзага келадиган аномалияларни аниқлаш услублари “ГИДРОИНГЕО институти” ДК фаолиятига жорий этилган (Давлат геология қўмитасининг 2020 йил 18 мартдаги 04/02-сон маълумотномаси). Натижалар Ўзбекистон ер ости сувларининг башоратлаш-мониторинг тадқиқотлари илмий-услубий базасини такомиллаштириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот ишининг асосий илмий натижалари ва алоҳида қисмлари 7 та халқаро ва 5 та республика илмий ва илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 26 та илмий ишлар чоп этилган. Шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этган илмий нашрларда 12 та мақола, жумладан, 10 та Республика ва 2 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши 201 варақдан таркиб топган ва кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Матн қисмида 29 та жадвал ва 26 та расм келтирилган. Адабиётлар рўйхати 153 номдаги адабиётларни ўз ичига олган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва

предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ер қобиғида гелий кўчишининг назарий жиҳатлари**» деб номланган биринчи бобида Ер қобиғидаги нодир газ – гелий бўйича хорижий ва республикамиз тадқиқотчиларининг адабий манбаларини таҳлил қилиш ва умумлаштириш натижалари келтирилган. Шу ўринда, И.Л. Каменский, В.П. Якуцени, Э.К. Герлинг, Б.А. Мамырин, Б.А. Крылов, О.И. Силин, Л.Б. Хабарин, И.Н. Толстихин, В.Л. Зверев, А.Н. Султанходжаев, И.Г. Чернов, А.А. Султанходжаев, Т.И. Исамухамедов, Д.М. Закиров, Ш.С. Юсупов, Л.Ю. Шин, Р.С. Зиявуддинов, М.М. Закиров ва бошқа кўплаб олимларнинг илмий ишлари гелий геологияси ривожига катта ҳисса қўшганлиги таъкидлаб ўтилган. Ушбу тадқиқотларда Ер қобиғидаги нодир газ – гелийнинг ҳосил бўлиши турлича эканлиги айтиб ўтилган. Унинг бир қисмини Куёш системаси планеталари, жумладан Ер планетасини ҳам ҳосил қилган протопланетар моддалар билан келтирилган бирламчи газлар ташкил қилади. Реал шароитларда атмосферадаги гелий барқарор изотопларнинг табиий аралашмаси бўлиб, унинг асосий ташкил этувчиси масса сони ^4He бўлган атомлар, аралашмалари эса масса сони ^3He бўлган енгил атомлардир. Табиий объектларда барқарор изотопларнинг тарқалиши жуда нотекис. Атмосферадаги гелий таркибида ^3He енгил изотоплари умумий газ миқдорининг атиги $1,9 \cdot 10^{-4}$ қисмини ташкил қилади, метеоритларда эса бу кўрсаткич 10-30 % атрофида бўлади.

Асосий тоғ жинс ҳосил қилувчи минераллардан ажралувчи гелийнинг кўчиш йўллари мураккаб ва кам ўрганилган, шунинг учун гелийнинг ер остки қисмларидаги кўчиш табиати ва йўналишини баҳолаш асосан ер ости сувларидаги гелий концентрациясининг миқдорий таркибига ва бу масала бўйича назарий фикрларга асосланган ҳолда тахминий шаклда берилиши мумкин. Шунинг учун, ернинг остки қисмларидаги гелийнинг асосий ҳаракат шакллари, бошқа ҳар қандай газлар каби, диффузия ва уларнинг эриган ҳолатдаги фильтрацияси ҳисобланади. С.И. Смирнов таърифига кўра диффузия деганда, одатда материянинг ажралмас ва характерли хоссаси ҳисобланган зарраларнинг тартибсиз ҳаракати тушунилади, бунда зарраларнинг ҳаракати эҳтимоллар назариясининг статистик қонунларига бўйсунди. Эркин ёки кучсиз адсорбланган ҳолатда бўлган гелийнинг кўчиш қобилияти шубҳасиздир. Ўта енгил ва унча катта бўлмаган гелий атоми кристаллардаги энг кичик дарзликлари ва капилляр тизимлари орқали кичикроқ градиентларга томон эркин кўчиб ўтади.

Диффузия ҳаракатланувчи муҳитлар – газлар, суюқликлар ва эритмаларда ҳам содир бўлади. Бу ҳолда зарралар фазода иккита бутунлай фарқли механизмлар таъсирида ҳаракатланади: - ҳаракатланаётган муҳитда концентрациялар фарқи бўлса, молекуляр диффузия содир бўлади; -

заррачалар ҳаракатланаётган муҳитга қўшилиб кетади ва у билан бирга ташилиб, тарқалиб кетади.

Молекуляр эркин гелий Ернинг тубидан ер юзасига томон кўчиши мобайнида, дастлаб метаморфик, сўнгра чўкинди тоғ жинслари қатламларига киради, суюқликлар ва ер ости сувларида эриб, уларни тўйинтиради ва диффузия ҳамда фильтрация йўллари орқали ер юзасига кўтарилади, ундан кейин атмосферага тарқалиб кетади.

Шуни таъкидлаш керакки, газларнинг, хусусан гелий кўчишининг фаол шакллари диффузияга қараганда кам даражада ўрганилган. Бундай шароитларда гелий сезиларли ҳаракатчанликка эга бўлади ва ташувчи фазалар ёрдамида ўтказувчи тузилмалар орқали сезиларли масофаларга ташилади.

Ҳозирги кунга қадар Ер қобиғида гелий кўчишини миқдорий тавсифловчи ишончли модел мавжуд эмас. Гелийнинг кўчиши ҳақидаги ҳозирги замон ғоялари унинг ташувчи фаза – ер ости сувларида эриган ҳолатда узатилишига асосланган. Ўзбекистоннинг турли геодинамик полигонларида ўтказилган кўплаб тадқиқотларнинг натижалари ер ости сувларида юқори контрастли гелий аномалиялари мавжудлигини аниқлаш имконини берди.

Шуни таъкидлаш керакки, гелий аномалияларининг шаклланиши ёриқ-томирли дарзликлар тарқалган худудлар ер ости сувларида ва қаватланган сувли горизонтлар тарқалган шароитдаги ер ости сувларида бир-биридан сезиларли даражада фарқ қилади. Кристалл пойдевор ер юзасига чиққан майдонларда ер юзасига яқин гелий аномалияларининг шаклланиши очиқ суюқлик ўтказувчи тизимга эга чуқур ботган узилишлар мавжудлиги билан аниқланади, улар орқали гелийга тўйинган сувларнинг юқорига интилувчи ҳаракатлари ёки оқиб чиқиб кетиш имкони таъминланади. Бунда пойдевор жинсларининг қаттиқ (сув ўтказмайдиган) блоклари гелийнинг минимал (фон) концентрациялари билан характерланади, аномал қийматлар эса чуқур ёриқларнинг ўтказувчан зоналарига тегишли бўлади.

Қалин чўкинди ётқизиклари қоплами мавжуд бўлган ҳолатларда гелий аномалияларининг шаклланиши муҳитнинг ҳар хиллиги сабабли мураккаблашади. Платформалар артезиан ҳавзалари типигади структуралар қирқимларида гелий тақсимланишининг принципал сифатли модели қирқимнинг турли сатҳларида ер ости сувлари динамикасининг хусусиятларига ва ер ости сувлари оқимининг шаклланиш қонуниятларига асосланган ҳолда кўриб чиқилиши мумкин. Платформа типигади артезиан ҳавза тузилишида суст ўтказувчан қатламларнинг 4 та қаватини ажратишимиз мумкин. Ҳавзанинг ҳар бир гидрогеологик қаватлар мажмуаси қўшни зоналардан аниқ ажралиб турувчи алоҳида гидродинамик зона ҳосил қилади.

Ўзбекистон худудининг гидрогеологик районлаштирилишига (СССР гидрогеологияси, Ўзбекистон ССР XXXIX томи) мувофиқ текислик-платформа худуди йирик артезиан ҳавзаларининг ривожланганлиги билан характерланади. Бу ерда бўр ва юра даври ётқизикларига мансуб босимли сув горизонтлари кенг тарқалган. Ажратилган қаватларга биноан қуйи структурали-гидрогеологик қават палеозой даврининг қоятошли, кучли метаморфлашган ва сезиларли даражада дислокацияланган чўкинди ва

магматик тоғ жинсларига мансуб бўлиб, уларда ёриқ, ёриқ-томир ва баъзан ёриқ-карст сувлари тарқалган.

Ўрта структурали-гидрогеологик қават юра, бўр, палеоген ва неогеннинг камроқ дислокацияланган ва кучсиз метаморфлашган сувли комплексларидан ташкил топган. Бўр ётқизиклари сеноман ярусига мансуб сувли горизонт бундан мустасно.

Юқори структурали-гидрогеологик қават фаол сув алмашинуви билан характерланадиган бўшоқ-чақиқ тўртламчи давр ётқизикларининг сувли комплексларидан ташкил топган (СССР гидрогеологияси, Ўзбекистон ССР XXXIX томи).

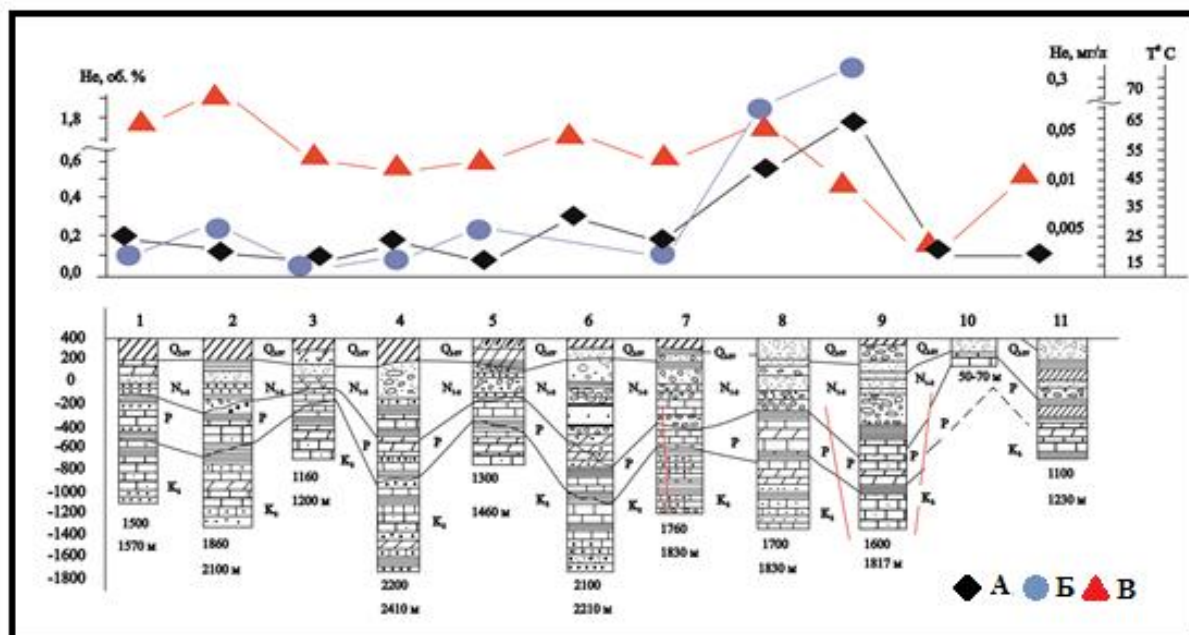
Бундан шундай хулоса қилиш мумкинки, айнан юқори гидродинамик зонада чуқурликдан чиқиб келаётган гелий оқимининг қатламли тизимда тарқалиши ва қайта тақсимланиши содир бўлади. Мухитлар ҳақидаги тасаввурларга асосланиб, бу жараёнлар интенсив сув алмашиниш зонаси қирқимининг юқори қисми дарзланмаган тоғ жинслари билан ифодаланган жойларда жадал кечади деб тахмин қилишимиз мумкин. Интенсив сув алмашинуви зонасида гелийнинг шаклланиш қонуниятларини ўрганиш гидрогеологик жиҳатдан етарлича ўрганилган Тошкентолди артезиан ҳавзаси қирқимининг юқори қисми (1-расм) ва Марказий Қизилқум платформа типигадаги ёриқ ва артезиан сув ҳавзалари гуруҳи шароитларида гелий кўчишининг гидрогеологик модели асосида кўриб чиқилган. Гелий кўчишининг модели аниқ шарт-шароитларни ўрганиш материалларига ҳам асосланган.

Ш.С. Юсупов ва М.М. Зокировлар ўтказган тадқиқотлар ва фонд материалларига асосланиб, Тошкентолди ва Амударё артезиан ҳавзаларидаги чуқур қудуқлар маълумотлари асосида тузилган вертикал қирқимларда юқоридан пастга қараб турли гидрогеофизик хусусиятларга эга бўлган гидрогеологик бирликларни ажратган.

Гидрогеологик бирликларни ажратиш икки босқичда амалга оширилган: сеноман сувли горизонти гидродинамикасини тузиш; унда гелий концентрациясининг тақсимланишини ўрганиш.

Сеноман сувли горизонти оқим балансини ўрганиш ва унинг гидродинамик тўрини тузиш учун, бутун горизонт 4 та зонага ажратилган. Бу зоналар чегаралари ер ости сувларининг тўйиниш жойларидан ва чиқиб кетиш зоналаридан (табақаланган рельеф, дарё водийлари қисмлари) ўтади. Тасвирланган алгоритм FORTRAN компьютер дастурида бажарилган. Бажарилган ҳисоб-китоблар асосида гелий концентрацияларининг изолиниялари тузилди ва профилда сеноман сувли горизонтида гелий оқимининг шаклланиши кўриб чиқилди.

Биринчи зона блокада (тўйиниш майдони) юқори сувли комплексдан пастки қисмларга сув фильтрацияси устунлиги мавжуд ва бу жойда қатламга гелий кўшилиши содир бўлмайди.



1-расм. Янгийўл-Чотқол сихатгоҳлари йўналишида гелий концентрациясининг ўзгариши.

А-гелийнинг ҳажмий % даги концентрацияси, Б – гелийнинг мл/л даги концентрацияси, В-ҳарорат; 1-скв. Янгийўл, 2-скв. Зангиота, 3-скв. Назарбек, 4-скв. Текстиль, 5-скв. Чинобод, 6-скв. Сув спорти саройи (Тошшаҳарнур), 7-скв. Семашко сихатгоҳи, 8-скв. Сабзавот ва полиз экинлари Институти (СПЭИ), 9-скв. Улуғбек посёлкаси, 10-скв. Озодбош, 11-скв. Чотқол сихатгоҳи.

Иккинчи блокда (транзит зонасида) пастки қисмдан - палеозой горизонтдан тўйиниш миқдори умумий тўйиниш миқдорининг 0,6 % ни ташкил этади ва бу жойда ҳам қатламга гелий қўшилиши содир бўлмайди. Учинчи блокда пастдан тўйиниш миқдори 8,0 % гача ортади, бу вазиятда қатлам остки қисмларида $4,0 \cdot 10^{-5}$ мл/л гелий таркибли аномалиялар шакллана бошлайди, бу миқдор палеозой горизонтидаги гелий концентрациясининг 0,2-0,4 % ини ташкил этади. Тўртинчи блок сеноман сувли горизонтида гелий концентрациясининг муҳим ўзгаришлари мавжудлиги билан тавсифланади. Яъни, пастдан тўйиниш миқдори умумий тўйинишнинг 90% га етадиган жойларда қатламнинг бутун қалинлиги бўйлаб гелий миқдори $2,0 \cdot 10^{-3}$ дан $2,2 \cdot 10^{-2}$ мл/л гача бўлган аномалиялар шаклланади.

Умуман, чуқур ер ости сувларининг минтақавий оқим жойларида гелий аномалияларининг мавжудлиги ва концентрацияларининг ўзгариши, нисбатан қисқа (3-5 км) масофаларда гелий концентрациясининг кескин (бир бўғин ва ундан кўп) ўзгаришида ҳар бир блокнинг сув баланси элементлари билан аниқланади. Олинган натижалар, ер ости сувлари динамикасининг гелий аномалияларининг шаклланишига ҳал қилувчи таъсир кўрсатишидан далолат беради.

Диссертациянинг «**Ер ости сувларида гелийни тадқиқ қилиш усуллари**» деб номланган иккинчи бобида ер ости сувларида гелийни ўлчаш усуллари кўриб чиқилган бўлиб, унда бу усулларнинг афзалликлари ва

камчиликлари кўрсатилган. Ер ости сувларида гелийни аниқлашда асосан иккита усулнинг афзаллиги алоҳида таъкидлаб ўтилган:

1. «диффузия оқими» усули – гелий Фикнинг биринчи қонунига асосан ғовак кварц мембранаси ёрдамида вакуумланган шиша идишга парциал диффузион оқимни ажратиш йўли билан шакллантирилади;

2. гелий съёмкаси усули – ер ости сувларида гелийнинг абсолют таркибини аниқлаш учун ўтказилади.

Тадқиқотларда ер ости сувларидаги газларнинг абсолют ва ҳажмий таркибини аниқлаш учун ИНГЕМ-1 ўлчов асбоби ва хроматографдан фойдаланилди.

Диссертациянинг «**Ўзбекистон ва унга туташ ҳудудлар артезиан ҳавзаларида гелий тақсимланишининг гидрогеологик хусусиятлари**» деб номланган учинчи бобида кўп йиллик гидрогеологик тадқиқотларнинг илмий-амалий натижалари келтирилган. Фонд материаллари ва шахсий тадқиқот натижаларини таҳлил қилиш ва умумлаштириш асосида гелийлиликнинг шаклланиши бўйича регионал тадқиқотларни олиб бориш учун ўрганилаётган ҳудудлар иқлим омилларини, ер усти ва ер ости сувларининг гидрогеологик шароитларини, рельефнинг мураккаблик характерини ҳисобга олиш зарурлиги аниқланди. Таҳлил ва умумлашмалар натижасида ҳудудий белгилар бўйича гелийлиликнинг батафсил геологик-гидрокимёвий тавсифи баён этилди.

Тошкентолди артезиан ҳавзасида иқлим, геологик тузилиш ва тектоника нуқтаи назаридан ер ости сувларининг тўйинишига таъсир этувчи гидрогеологик омиллар аниқланган. Мезозой ва Кайнозой ёшидаги ётқизиқлар қатламлараро ва ер ости сувлари горизонтларини ўз ичига олади. Қатламлараро сувлар гил ва алевролит қатламлари орасидаги қумлар, кумтошлар, гравелитлар ва конгломератларда жойлашган, грунт сувлари эса асосан галечникларда, супесларда ва суглинокларда (СССР гидрогеологияси, Ўзбекистон ССР XXXIX томи) ҳаракатланади.

Ушбу ҳавзадаги ер ости сувларининг турли литологик фарқларга, даврлар свиталарига, чўкиндилар генезисига ва сувли тоғ жинсларининг ётиш шароитларига мансублигига мувофиқ, сувли комплекслар ва горизонтларнинг гелийлилиги бўйича гидрогеологик тавсифи келтирилган.

Фарғона тоғлараро артезиан ҳавзасида водий рельефи тузилишининг зоналик хусусиятлари қайд этилган бўлиб, баланд тоғлар зонаси, тоғ этаклари ва марказий текислик зонаси (СССР гидрогеологияси, Ўзбекистон ССР XXXIX томи) характерли хусусиятлари ҳисобланади.

Ушбу ҳавза ер ости сувларининг кимёвий таркиби, шунингдек, гелийлилик нуқтаи назаридан тадқиқот объектларининг газ-кимёвий хусусиятлари ҳақида батафсил маълумотлар келтирилган.

Жанубий-ғарбий Ўзбекистон минтақаси бўйича тадқиқот натижаларини таҳлил қилиш ва умумлаштириш асосида қуйи бўр ва палеозой ётқизиқларидаги ер ости сувларининг газ-кимёвий хусусиятлари ёритилган. Минтақанинг марказий ва периферик қисмларида босимли ер ости сувлари (100 м дан ортиқ чуқурликда) тарқалган. Тўртламчи давр ётқизиқлари юқори

қисмида грунт сувлари, қуйи қисмида эса босимли сувлар (СССР гидрогеологияси, Ўзбекистон ССР XXXIX томи) тарқалган ягона сувли комплекси ҳосил қилади. Шу сабабли бу ётқизикларда гелий тўпланиш имконияти мавжуд эмас, ва аксинча, бутун тўртламчи давр ётқизиклари сувли комплекси бўйлаб Шўрчидаги қудуқларда қайд этилган аҳамиятсиз микдорий таркибда тақсимланади.

Жанубий Тянь-Шань ва Помир ер ости сувларининг асосий хусусияти ғарбдан Ҳиндикуш, жанубдан Ҳимолай ва Қоракурум, шарқдан Кунлун, шимолдан Жанубий Тянь-Шань билан чегараланган тоғ тизмасини ҳосил қилувчи кучли орографик омилнинг мавжудлигидир (Р.С. Зияутдинов, 2011). Жанубий Тянь-Шань ва Помирнинг танланган сув нуқталари ва чуқур ёриқлари газ-кимёвий хусусиятларини ўрганиш натижаларига кўра гелий концентрацияси таркибининг ўзгариши геологик-тектоник шароитларга боғлиқ ва бу гелий оқимининг энергетик потенциалини аниқлаш имконини беради. Тектоник шароит эса гелийнинг фильтрация йўлини аниқлашга имкон яратади ва турли структуравий-литологик бузилишлар (ёриқлар ва ер қобиғининг заифлашган зоналари) орқали унинг кўчиши содир бўлади.

Диссертациянинг «**Ўзбекистон ва унга туташ ҳудудлар артезиан хавзалари ер ости сувларида гелийнинг шаклланиш ва тарқалиш қонуниятлари**» деб номланган тўртинчи бобида гелийнинг ер ости сувларида фазовий тарқалиши ҳақида сўз боради.

Гелийнинг фазовий тақсимотини ўрганишнинг дастлабки тадқиқотларини В.П. Якуцени, И.Н. Яницкий ва В.И. Башорин каби олимлар бошлаб берганлар, кейинчалик Ю.Б. Силантьев, И.Г. Киссин, Б.Р. Кусов, Р.М. Семенов, О.П. Смекалин ва кўплаб бошқа олимлар давом эттирганлар. Бу тадқиқотларнинг натижалари сифатида геологик изланишларнинг алоҳида бўлими - «гелийли съёмка» ажралиб чиқди. Ушбу съёмка ёрдамида углеводород ётқизиклари, тектоник ёриқ зоналари аниқланади, атом электр станциялари ва гидротехник иншоотлар учун мониторинг кузатувлари олиб борилади.

Тектоник фаоллашиш билан боғлиқ гелий кўчишининг пульсацион табиати Марказий Осиёда зилзилаларнинг гидрогеосейсмологик даракчиларини аниқлаш учун махсус режим кузатувлари орқали гелий концентрацияларини ўрганишга ёрдам берди.

Зилзилани башорат қилиш муаммоси бўйича тадқиқот методологиясини ишлаб чиқиш ривожига ўзбек олимлари катта ҳисса қўшдилар. Сўнги 50 йил мобайнида ЎзРФА Г.А.Мавлянов номидаги Сейсмология институти ходимлари (А.Н. Султанходжаев, И.Г. Чернов, Ш.С. Юсупов, Ф.Г. Зиган, С.У. Латипов, Г.Ю. Азизов, Д.М. Закиров, Т.З. Закиров, Р.С. Зиявуддинов ва б.) томонидан зилзила даракчиларини қидириш ва уларни башорат қилиш бўйича кўплаб илмий ишлар, ихтиролар ва илмий кашфиёт эълон қилинган.

Зилзилаларнинг гидрогеосейсмологик даракчиларини аниқлаш ва холисона баҳолашдаги қийинчиликлар ер ости сувларининг газ-кимёвий режимини кам ўрганилганлиги ҳамда ер ости сувларининг газ ва изотоп таркибига зилзила содир бўлиши қайишқоқ деформация жараёнларининг

таъсирини етарли даражада тушунмаслик билан боғлиқ. Умуман, гидрогеосейсмологик даракчиларни аниқлаш учун ер ости сувларининг сейсмик фаоллик билан боғлиқ бўлмаган газ таркибидаги, айнан гелий билан боғлиқ вариацияларни истисно қилиш керак. Амалда ер ости сувларидаги гелий концентрациясининг фон ўзгаришлари интервалларидан ташқарига чиқувчи аномалияларни аниқлаш ҳамда уларни сейсмик фаоллик билан таққослаш лозим. Бироқ, бу зилзила тайёргарлик даврида юзага келадиган кучсиз аномалиялардан башоратлаш мақсадларида фойдаланишга имкон бермайди. Кучли аномалияларнинг номаълум табиати сейсмик фаоллик билан боғлиқ бўлиши ҳам мумкин. Шу сабабли газ кўрсаткичларидаги ўзгаришларнинг генетик хусусиятларини ўрганиш мумкин. Шунинг учун, шубҳасиз, ушбу режимга таъсир қилувчи газ режими ва барча омилларни янада мураккаб ва чуқур таҳлил қилиш талаб қилинади. Тадқиқот ишида сейсмик фаолликка боғлиқ бўлмаган асосий табиий ва сунъий омилларнинг турли сув алмашув шароитига эга бўлган майдонлардаги ер ости сувларининг газ режимига таъсирини кўриб чиқилган.

Гелий концентрацияси таркибини аниқлаш қуйидагиларни ўз ичига олади: қудуқлардан намуна олиш; лаборатория ва дала шароитида эриган газдаги, сувдаги гелий таркибини ўлчаш ҳамда олинган маълумотларни геологик-тектоник шароитлар билан таққослаш.

Ер ости сувлари гелий концентрациясининг вариацияларни кўриб чиқиш асносида, ердаги суткалик, мавсумий ва узоқ вақт давом этадиган даврий ўзгаришлар билан боғлиқ бўлган вариация аниқланмади. Биз зилзила содир бўлиш эҳтимоли анча юқори бўлган Марказий Осиёнинг сейсмик фаол худудларидан бири – Тошкентолди артезиан ҳавзаси ер ости сувларининг изотоп ва газ таркиби вариациялари табиатини ўрганиш мақсадида тадқиқотлар олиб бордик.

Гелий, карбонат ангидрид ва водород режим кузатувлари остидаги асосий газ компонентларидан бири ҳисобланади. Бу биринчи навбатда уларнинг ер қаъридан юқори миграция қобилияти ва атроф - муҳит билан реакцияланиш хусусиятига боғлиқ бўлиб, бу уларнинг вариацияларидан зилзилаларни ўрта ва қисқа муддатли даракчилари сифатида фойдаланиш имконини беради. Бу ҳолат газ кўрсаткичлари концентрацияларининг вақт давомида вариацияларини ўрганиш, шунингдек ер ости сувларининг барқарор изотоплари ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$, сувнинг D/H, $\delta^{18}\text{O}$ ва б.) вариацияларини кузатишда бугунги кунга қадар тўпланган тажрибалар билан тасдиқланади.

Зилзила содир бўлиш жараёнларининг ер ости сувлари газ ва изотоп таркибига таъсирини бир қанча усуллар мажмуасини қўллаган ҳолда ҳал қилиш мумкин. Шубҳасиз, «газ-сув-тоғ жинси» тизимида юзага келадиган ҳодисаларни тушунишга алоҳида эътибор қаратиш керак, чунки зилзила содир бўлиш вақти ва тоғ жинсларидан кимёвий компонентларни ажралиб, ғовакликлар эритмасига кўшилиш тезлиги ўртасидаги нисбат охир-оқибатда гидрогеокимёвий аномалияни белгилайди.

Режим кузатув тадқиқотлари натижаларига асосан ер ости сувларининг газ таркиби (CO_2 , He, H_2) қийматлари, сувнинг (D/H, $\delta^{18}\text{O}$) ва унда эриган

CO₂ нинг δ¹³C изотоп таркиби қийматлари аниқланди. Эпицентри Назарбекда жойлашган жуда кучли зилзила содир бўлиш даврида ундан 25 км узоқликдаги кузатув сув нуқтаси ер ости сувларида зилзила содир бўлиши билан боғлиқ газ-кимёвий ва изотопик аномалиялар кузатилди.

Бевосита тадқиқотлар майдонида содир бўлган, M=5,3 ли Назарбек (11.12.1980) зилзиласи арафасида барча геохимёвий ва изотоп кўрсаткичларнинг кескин ўзгариши кузатилган. Таъкидлаш жоизки, Назарбек зилзиласи пайтида He ва CO₂ концентрациялари аномалиялари билан бир қаторда, уларнинг изотоп таркибида ҳам ўзгаришлар кузатилган. Бунда, агар CO₂ концентрацияси учун аномалия икки юқори нуқта сифатида намоён бўлса, δ¹³C қиймати учун битта юқори нуқта намоён бўлган ва бу нуқта вақт бўйича CO₂ нинг иккинчи юқори нуқтаси намоён бўлиш вақтига мос келган. Муаллифларнинг (И.Г. Чернов, Ш.С. Юсупов, М.М. Закиров, 2016, 2019) фикрича, карбонат ангидрид газы умумий таркибининг биринчи юқори нуқтаси зилзила содир бўлишининг дастлабки жараёнларига боғлиқ бўлиши мумкин. Бу даврда δ¹³C қийматларининг тебранишлари унча катта эмас. δ¹³C максимал қийматлари билан боғлиқ CO₂ нинг иккинчи юқори нуқтаси, карбонат тоғ жинсларидан оғирроқ ¹³C изотопли карбонат кислотасининг (δ¹³C = - 4,9 ÷ +5,6 ‰) сувга қўшилишини енгиллаштирувчи қайишқоқ тўлқинлар генерацияси сабабли юзага келадиган зўриқишлар ҳамда уларга тегишли тоғ жинсларининг деформацияларини янада жадал ривожланиши билан боғлиқ бўлиши мумкин.

Литологик қирқимни ер ости сувларидаги гелий концентрацияси билан майдон ва чуқурлик бўйича солиштириш борасида олиб борилган тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатадики, тадқиқот майдонида гелийнинг миқдорий ва ҳажмий таркиби 0,022 дан 1,12 мл/л гача ва 0,014 дан 1,6 ҳажмий % гача ораликда ўзгаради. Гелийнинг юқори миқдори (1,12 мл/л гача ва 1,6 ҳажмий % гача), бир томондан, қалин чўкинди қопламанинг, хусусан, палеоген ва палеоген-неоген ёшидаги гилли ва мергилли ётқизикларнинг кучли тўсиқлилиқ қобиляти билан, бошқа томондан, сув нуқталарининг тектоник ёриқлар ва заифлашган зоналар, яъни парчаланиш зоналарига тааллуқлилиги билан изоҳланади. Угам дарёси водийсидаги «Тескари булоқ», «Хумсон», Чимгансойдаги 36-скважина, Чирчиқ дарёси юқори қисмидаги «Хўжакент булоқ» ер ости сувларида гелийнинг паст концентрациялари аниқланган. Бу ҳолат санаб ўтилган манбаларнинг сув чиқиб кетиш жойларига тўғри келиши, рельефнинг кучли табақаланиши, майдон бўйича қуйи горизонт ер ости сувларининг ер усти сувлари билан филтрацион тўйинишининг жадаллиги, булоқларнинг кўплиги билан тушунтирилади.

Геологик-тектоник шароитларга кўра, ўрганилган полигонларда чуқур ёриқлар давомийлиги кўп ҳолларда гелийнинг юқори концентрациялари аниқланган юра ва юқори девон ётқизикларида тугайди. Уларнинг энг жадал ривожланганлари Улуғбек (1,8 ҳажмий %) ва Ҳавотаг хавзаси (6-скв. 1,6 ҳажмий %; 8-скв. 1,12 ҳажмий %) майдонларида жойлашган. Тошкентолди артезиан хавзаси ер ости сувларидаги гелий концентрациясининг максимал қиймати Каржантау кўтарилмаси ва Чирчиқ-Мирзачўл синклинал зонаси

оралиғида жойлашган узилиш деформацияларига, шунингдек ҳавзанинг чеккасида жойлашган Ҳавотаг структурасига тааллуқли (СССР гидрогеологияси, Ўзбекистон ССР XXXIX томи). Ҳавзанинг бу қисмидаги палеозой асосида бир қатор ёриқлар мавжуд. Бу ёриқлар чуқур палеозой сувларининг чўкинди қатламлардан эркин фильтрацияланишига шароит яратади, шунинг учун бу ерда аниқланган гелий аномалиялари чуқур ёриқларнинг гелий концентрациясининг ортишига давомий таъсирини кўрсатади.

Сув алмашув қийинлашган зоналарда гелий концентрациясидаги энг юқори қийматлар (0,13-0,3 ҳажмий %, 0,0023-0,0061 мл/л, ҳарорати 55⁰С дан 69⁰С гача) Зангиота, Аҳмад Яссавий, Янгийўл, Қибрай, Ботаника ва Тошшаҳарнур сув манбаларининг ер ости сувларида қайд этилган. Ҳароратнинг ва гелий концентрацияси қийматларининг нисбатан кичик фарқи ер қаърида кўшимча оқим мавжудлиги ёки ер қобиғининг юқори ўтказувчанлигидан далолат беради. Янгийўл ва Зангиота сув нуқталарида гелийнинг 1570-2000 метр чуқурликлардаги концентрацияси Назарбек ва сабзавот ва полиз экинлари институти (СПЭИ) сув манбаларининг шу чуқурликлардаги концентрациясига нисбатан анча юқори.

Чуқурлик бўйича гелий концентрациясининг ҳажмий фоизда ва абсолют таркибда қонуниятли ортиб боради, 1600-1800 метр чуқурлик интервалларида эса гелий концентрациясининг кескин ортиши кузатилади. Бунинг сабаби, қирқимда палеоген ва палеоген-неоген чўкиндилари гилли ва мергелли ётқизиқларининг қалин сув ўтказмас қатлами мавжуд, бу қатлам табиий тўсиқ вазифасини бажариб, ер ости сувларининг алмашинувини ва гелийнинг ер юзаси томон кўчишини қийинлаштиради.

Юқоридагиларга асосланиб, жойнинг сувли комплекслари ва ўзида сув ушлаб турувчи тоғ жинслари геологик-литологик ва тектоник шароитларидан келиб чиққан ҳолда, кўриб чиқиладиган ҳар бир сув нуқтаси учун ер ости сувларида гелийнинг концентрациясини белгиловчи қуйидаги омиллар ажратилди:

А-омил – α -алфа нурланиш манбаларининг (гранитлар ва интрузив массивлар) яқинлиги ва барқарор палеозой тоғ жинсларининг мавжудлиги. Фарғона депрессияси, Жанубий Тянь-Шань ва Помир баланд-тоғ қисмларидаги ҳамда 1800 м чуқурликдаги Ҳавотаг тузилмасининг парчаланган юқори қисми тоғ жинсларини ўз ичига олади. Умуман, минтақанинг палеозой ётқизиқлари юқори геотермал ва неотектоник режимга эгаллиги билан тавсифланади ва унда кўп сонли узилишлар ажралиб туради. Ушбу омилга Ҳавотаг посёлкасидаги сув манбалари, Жанубий Тянь-Шань, Помир баланд тоғ булоқлари ва Арашанбулоқ киритилган.

Ҳавотаг скважиналарининг ер ости сувлари Тошкентолди артезиан ҳавзасининг жанубий қисмида, шу номдаги тузилмада жойлашган. 1800-2100 метр чуқурликда палеозой ётқизиқларида очилган, дарзланган-карст ёриқларидаги босимли, термал сувлар (46-52⁰С) ҳисобланади. Ер ости сувларида гелийнинг концентрацияси 1,1-1,6 ҳажмий %, 0,016-0,022 мл/л оралиғида ўзгаради.

Сассиккўл, Арашанбулок, Қирқ-қиз, Томдикўл, Жилонди, Авни, Гарм - Чашма, Обигарм баланд тоғ булоклари, Сассиккўл кўли ва Ҳавотаг 6, Ҳавотаг 8, Сох 122, Сох 127, Жонгелди 2, Қалама, Олтинсой скважиналари палеозой ётқизикларига мансуб бўлиб, ҳарорати 12⁰С дан 84⁰С гача ўзгаради, гелийнинг концентрацияси 0,02-1,34 ҳажмий %, 0,002-0,08 мл/л. Юқорида кўрсатиб ўтилган сув манбаларидаги гелий концентрациясининг бундай қиймати, биринчидан, мунтазам табиий радиоактив парчаланиш билан боғлиқ, яъни: тоғ жинсларида α -нурланиш қанча юқори бўлса, шунча кўп гелий ажралади; иккинчидан, ер ости сувларини гелий билан бойитилишини баҳолашда нафақат ўзида сув ушловчи тоғ жинсларининг, балки қуйи қисмдаги ётқизикларнинг радиоактивлиги ҳам ҳисобга олинади. Литологик нуқтаи назардан бу шароит қадимги дарз кетган карбонат-гранитли, вулқон-гранодиоритли ва интрузив тоғ жинсларига хосдир. Бундан ташқари, гелийнинг юқори қийматлари гелийни ер юзасига ажралиб чиқишига сабаб бўладиган тектоник ёриқлар билан боғлиқ. Бу гелийнинг асосий юқори фон концентрациялари айнан ёриқларга мансублиги билан изоҳланади.

Б-омил – юра, бўр, палеоген ва неоген ёшидаги чўкинди тоғ жинслари мавжудлиги, мураккаб тузилган бурмаларда ғижимланган, баъзи жойларда ёриқлар билан узилган ҳолда намоён бўлади. Сув таркибли тоғ жинсларида ёриқлар ҳосил бўлиш жараёнларининг ривожланиши ва газларнинг чуқур горизонтлардан мавжуд узилишлар, яъни тектоник ёриқлар бўйлаб кўчиши кузатилади. Улар кўтарилмалар гуруҳлари (Газли, Уч-Қир ва Тошқудук), адирлар (Наманган, Андижон, шимолий ва жанубий Оламушук) ва адирорти ботиқлиги (Ўш - Араван) тузилмалари орқали ифодаланган. Асосан, улар карбонат ва терриген тоғ жинслари қатламчали, нисбатан сув ўтказмас қатламлардан тузилган. Ушбу омилга Фозилов, Улуғбек, Газли, Кўл, Ҳўжобад 745, Нурабод, Чотқол, Жонгелди, Наманган, Андижон, Жалолобад 745, Оламушук, Чортоқ, Зорқўл скважиналари каби сув манбаларига мансуб бўлиб, ер ости сувлари чуқурлиги 220-300 м ва 1600-2300 метрга тенг. Ўзида сув ушловчи тоғ жинслари – кумлар, гил қатламчали кумтошлар, оҳак цементли кумтошлар, гил қатламчали кумли оҳактошлар линзалари, магматик тоғ жинсларидан тузилган бўлиб, гелий концентрацияси – 0,012-0,156 ҳажмий %, баъзан 1,8 ҳажмий % ва 0,0084-0,025 мл/л, камдан-кам ҳолларда 0,35 мл/л, ҳарорати 22-42⁰С.

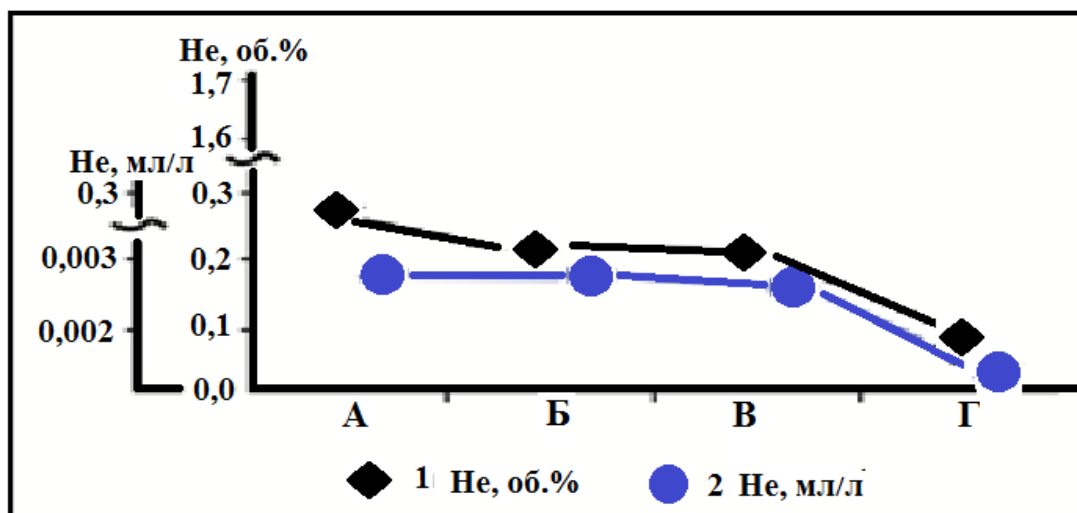
Маълумки, гелий фон қийматларининг намоён бўлиш механизми ўзида сув ушловчи тоғ жинсларига, уларнинг деформацияланганлиги ёки дарзланганлигига, шунингдек ёпиқ тектоник ёриқларнинг мавжудлигига боғлиқ. Бундай шароитда гелийнинг кўчиши асосан сув ва флюидларда ташилиш ва диффузия жараёнлари билан аниқланади.

В-омил турғун зоналарда гелий тўпланиш жараёнлари билан ифодаланади. Бу омилнинг ўзига хос хусусияти шундаки, синалаётган сувли горизонтнинг ўзида, яъни чўкинди қопламанинг 200-800 метрдан 1300-3800 метргача чуқурликлар билан чегараланган қисмларида гелий тўпланиши учун қулай шароитлар мавжуд бўлади. Бу зоналардаги ер ости сувлари режими қийин ва ўта қийин сув алмашинуви билан тавсифланади. Ушбу

жойлар остки ва устки қисмидан гилли ва гил-мергелли сув ўтказмайдиған ётқизиклар билан қопланган. Ўзида сув ушловчи тоғ жинслари антиклинал бурмалар шаклида ётқизилганлиги сабабли углеводородлар учун, ушбу ҳолатда гелий учун табиий «қопқон» вазифасини бажаради. Қуйи қисмларда палеозой ётқизиклари жойлашган бўлиб, улар ёриклар орқали ер ости сувларининг оқиб чиқиши сабабли гелийнинг тўпланишига имкон беради. Бундан ташқари, гелийнинг тўпланиши ва сақланишининг муҳим омилларидан бири ер ости сувларининг гелий ҳосил қилувчи тоғ жинслари билан контактининг давомийлигидир. Бундай ҳолда, парчаланган минераллардан кимёвий ва механик кимёвий йўллар билан ажралган, ер ости сувларида эриган гелий пуфакчалари қирқимнинг юқори қисмларига диффузияланиб ёки узилиш ёриклари орқали кўчиб ўтади. Бундай шароит тадқиқот майдонининг текислик қисмларида жойлашган Янгийўл, Зангиота, Семашко сихатгоҳи, Сув спорт саройи (Тошшаҳарнур), СПЭИ (сабзавот ва полиз экинлари институти), Аҳмад Яссавий, Текстиль, Озодбош, Минора, Чимён 14а, Чимён 14к, жанубий Оламушук 6, шарқий Избоскан, Наманган 12, Наманган 11 сув манбаларида энг кўп тарқалган. Бу сув манбаларидаги гелий концентрацияси 0,062-0,32 ҳажмий % ёки 0,002-0,006 мл/л ни ташкил этади, сув ҳарорати 44-65⁰С.

Г-омил ер ости сувларида гелий концентрациясининг паст қийматлари билан тавсифланадиган фаол сув алмашинуви зоналарини ўз ичига олади. Сув нуқталарининг жойлашуви геоморфологик ва гидрогеологик шароитларининг хусусиятлари гелийнинг тўпланиши ва тақсимланишига сезиларли таъсир кўрсатади. Ушбу омилга Шўрчи 5, 7, 8, Чимгансой скважиналари, Чинор, Хўжакент, Тескарибулоқ, Хумсон ва Нурота булоқлари тааллуқли. Бу ерда гелийни атмосферага тарқалиб кетиши учун қулай шароит мавжуд, бошқача қилиб айтганда, ер ости сувларида эриган гелийнинг кўчиши содир бўладиган филтрланиш йўллари жойлашган. Фаол сув алмашинуви зонасида гелий концентрациясининг тўпланиши содир бўлмайди, балки гелийнинг структуравий-тектоник узилишлар орқали кўчиши кузатилади. Шу муносабат билан ўрганилган сув манбаларининг ер ости сувларидаги гелийнинг бу концентрациялари анча паст бўлиб, 0,00002-0,00008 мл/л ва 0,05-0,15 ҳажмий % ни ташкил этади.

Агар гелий таркибининг ўзгаришини кузатадиган бўлсак (2-расм), умуман олганда, бир қарашда, горизонтал йўналишда тўйиниш майдонидан қатламларнинг ер юзасидан чуқурроқ ботган томонига қараб гелий концентрациясининг нотекис ортиши кузатилади. Гидрогеологик ва тектоник шарт-шароитларнинг яхлитлиги нуқтаи назаридан бузилмаган структураларда гелий миқдори юқори, яъни қийин сув алмашинуви жойларида максимал қийматга эга. Минимал қиймат фаол сув алмашинуви зонасида кузатилади.



2-расм. Гелий концентрациясининг гидрогеологик ва тектоник омилларга (А, Б,В, Г) боғлиқлиги графиги. 1-ҳажмий % , 2-гелий мл/л.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, қуйидаги хулосалар қилиш мумкин: - турли табиий ва сунъий омиллар таъсирида юзага келадиган гелий концентрациясининг ер ости сувларидаги ўзгариши турличадир. Сейсмикликка боғлиқ бўлмаган гелий концентрациясининг фон ўзгаришлари табиатини ўрганиш зилзилаларнинг гидрогеосейсмологик даракчиларини асосли ажратиш учун зарурий шарт ҳисобланади; - ушбу ишда илк бор сувли ётқизиқлар ва ўзида сув ушловчи тоғ жинсларининг гидрогеологик ва тектоник шароитлари гуруҳланган, гелий концентрациясининг турли қийматларига эга бўлган тўртта омил ажратилган, горизонтал йўналишда тўйиниш майдонидан қатламларнинг ер юзасидан чуқурроқ ботган томонига қараб гелий концентрациясининг нотекис ортиши аниқланган; - аниқланган омиллар сейсмик ҳодисалар билан боғлиқ гелий ўзгаришларини тўғри баҳолашга имкон беради.

Диссертацияда ўрганилган сув манбалари ер ости сувларидаги гелий ($^3\text{He}/^4\text{He}$), неон ($^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$, $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$, $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$), аргон ($^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$), карбонат ангидрит газидаги углерод ($\delta^{13}\text{C}$) изотоп таркиби, сувдаги дейтерий (δD) ва кислород ($\delta^{18}\text{O}$) изотопларининг таҳлили ва умумлаштирилган натижалари келтирилган. Бу маълумотларнинг аксарияти ЎзР ФА Г.А. Мавлянов номидаги Сейсмология институти гидрогеосейсмология лабораториясининг изотоп гуруҳи томонидан олинган. Бундан ташқари, Тянь-Шаннинг ер ости флюидларидаги нодир газларнинг изотоп таркибини ўрганиш бўйича РФА Геология институти ва Кола илмий марказининг фонд материалларидан фойдаланилди. Тадқиқот майдонида $^3\text{He}/^4\text{He}$ қийматларининг фазовий тақсимланишида сезиларли ўзгаришлар кузатилади. $^3\text{He}/^4\text{He}$ тақсимотининг энг ёрқин хусусияти Фарғона тизмасининг жануби-шарқий ёнбағирларида, Отбоши тизмасининг жанубий этақларида ва Заилийский Алатау тизмасининг этақларидаги термоминерал сувларда намоён бўлади, яъни бу қийматнинг сезиларли даражада ошганлиги кузатилади. Шунини таъкидлаш керакки, бу майдонларнинг барчаси юқори сейсмиклиги билан ажралиб туради. Шу билан бирга, сейсмиклик ўзи-ўзидан $^3\text{He}/^4\text{He}$ нинг юқори

қийматларини шакллантира олмайди, бу жойларда фаол чуқур ёриқларнинг мавжудлиги гелий энгил изотопининг ер юзасига чиқишини осонлаштиради.

Марказий Осиё ҳудудида $^3\text{He}/^4\text{He}$ қийматининг фазовий тақсимланишини кўриб чиқиш мобайнида, тоғолди ва тоғлараро депрессияларнинг ер ости флюидларида $^3\text{He}/^4\text{He}$ нинг ўртача қийматлари тоғ тизмаларининг флюидларидаги ўртача қийматларидан пастроқ эканлиги аниқланди. Бундай фарқни мантия манбаи билан боғлиқ бўлган орогеник магматизм орқали изоҳлаш мумкин. Бундай интрузив ёки субвулқон тоғ жинслари яқинида шаклланган суюқликлар мантия гелийи билан бойиган бўлади.

Гелийнинг изотоп таркибини флюидлар ва коллекторларнинг хусусиятлари билан таққослаш $^3\text{He}/^4\text{He}$ нинг қиймати ер ости сувларининг минерализация даражаси ва турига, ўрганилаётган газларнинг умумий таркибига боғлиқ эмас деган хулосага келиш имконини беради. Шунингдек, $^3\text{He}/^4\text{He}$ нинг қиймати флюидларнинг ҳароратига ва биринчи яқинлашишда уларни ўз ичига олган коллекторларнинг литологик таркиби ва ёшига боғлиқ эмас. Тадқиқотларимиз И.Н. Толстихиннинг битта минтақанинг ҳар қандай ер ости флюидлари гелий изотопининг кўрсаткичи универсаллиги ҳақидаги хулосаси билан тасдиқланади.

ХУЛОСА

«Ўзбекистон ер ости сувларида гелийнинг ўзгариш қонуниятлари» мавзусида докторлик диссертациясида олиб борилган тадқиқотлар асосида кўйидаги хулосаларга келинди:

1. Гелий таркибига оид геологик, гидрогеологик ва гидрогеосейсмологик тадқиқотларни кўриб чиқиш, таҳлил қилиш ва умумлаштириш амалга оширилган. Турли тоғ жинсларидаги ва ер қобиғининг ҳар хил сувли горизонтларидаги гелийни ўрганиш ва унинг тақсимланиш хусусиятларини аниқлаш соҳасидаги олимларнинг илмий фикрлари таҳлилий шарҳи келтирилган. Бир қанча зиддиятли гипотезалар таҳлил қилиниб, Ватанимиз ва хориж етакчи олимларининг гелийлилик бўйича асосий илмий хулосалари келтириб ўтилди. Ўзбекистон ва унга туташ ҳудудлар ер ости сувларида гелий концентрацияси режим кузатувларининг 1976 йилдан 2017 йилгача бўлган 40 йиллик маълумотлари умумлашган таҳлили асосида гелийлилик ва сувли горизонтларда гелий аномалиясининг намоён бўлиш назарияси яна бир бор ўз исботини топди.

2. Биринчи мартаба Ўзбекистон ҳудудида қатламли системада гелий миграциясини ўрганиш бўйича тадқиқотлар натижалари тақдим этилди. Олинган маълумотлар асосида чўкинди тоғ жинслари сувли қатламида юқори контрастли гелий аномалиялари намоён бўлиш далиллари келтирилган ва Ўзбекистон ҳудудига хос бўлган ёриқ-томирли дарзликларда ва қаватланган сувли горизонтларда тарқалган ер ости сувларида гелий аномалияларини баҳолаш учун тавсия этилган.

3. Ер ости сувлари табиий режими шароитларида, қатламли тизимда гелийнинг кўшилиш ва тақсимланиш схемаси тузилди, унинг тарқалиш

йўллари белгиланди ва гелийнинг кўчиш модели яратилди. Гелий концентрациясининг шаклланиши ва интенсивлиги суств ўтказувчан қатламлар орқали юқорига йўналган босимли фильтрация миқдори билан аниқланади. Остки қатламда гелийнинг концентрацияси 1 мл/л гача бўлганда, пастки горизонтдан тўйиниш миқдори умумий миқдорнинг 20% дан кам бўлмаган блокларда гелий таркиби $10 \cdot 10^{-5}$ мл/л гача бўлган аномалиялар шаклланади. Гелийнинг кўшилиши фақат қатламнинг қуйи қисмида (умумий қалинликнинг 0,2-0,5 қисми) қайд қилинади. Ер ости сувларининг юқоридаги сувли горизонтлардан интенсив тўйиниш (умумий тўйиниш миқдорининг 90% ва ундан кўп) жойларида гелийли аномалиялар умуман шаклланмайди. Тадқиқот натижалари ер ости сувлари таркибидаги табиий гелийдан индикатор сифатида фойдаланиб, сувли горизонтларнинг ўзаро таъсир шароитларини аниқлаш учун тавсия этилган.

4. Ўзбекистон ва унга туташ ҳудудлар ер ости сувларида гелий миқдорини аниқлаш учун Фикнинг биринчи қонунига мувофиқ ғовак кварц мембранаси ёрдамида вакуумланган шиша идишга гелийнинг парциал диффузион оқимини ажратишга асосланган «диффузия оқими» усули, ер ости сув манбаларида гелийнинг абсолют таркибини аниқлашга асосланган гелий съёмкаси усули ҳамда ер ости сувларининг газ таркибини аниқлашга асосланган хроматографик усуллар белгиланган ва тавсия этилган.

5. Тошкентолди артезиан ҳавзаси, Фарғона тоғлараро артезиан ҳавзаси, Жанубий-ғарбий Ўзбекистон ер ости сувлари, Жанубий Тянь-Шань ва Помир ер ости сувлари минтақаларида ўтказилган махсус режим кузатувлари натижалари асосида биринчи марта сувли горизонтлар ва ўзида сув ушловчи тоғ жинсларининг гидрогеологик ва тектоник шароитлари гуруҳланди ва гелий концентрациясининг турли қийматларига эга бўлган тўртта омил ажратилди. Горизонтал йўналишда тўйиниш майдонидан қатламларнинг ер юзасидан чуқурроқ ботган томонига қараб гелий концентрациясининг нотекис ортиши, чуқурлик бўйича гелий миқдори мутлоқ ва ҳажмий қийматининг қонуниятли ўсиши, шунингдек бўр ва палеоген ёшидаги ётқизиқларнинг 1600-1800 м интервалида гелийнинг кескин ошиши, гилли ва мергелли қатламлар эса гелий тўпланиши учун «тузоқ» вазифасини ўташи аниқланди. Бу натижалар Ўзбекистон ер ости сувларида гелий таркибий миқдорининг шаклланиш ва ўзгариш қонуниятларини асослайди.

6. Сейсмикликка боғлиқ бўлмаган гелий концентрациясининг фон ўзгаришлари табиати зилзилаларнинг гидрогеосейсмологик даракчиларини асосли ажратиш учун зарурий шарт ҳисобланади ва кузатув сув нуқталари жойлашган майдонлардаги геодинамик жараёнлар фаоллигини баҳолашга, шунингдек сеймик фаоллик билан боғлиқ гелий вариациясини тўғри баҳолашга имкон беради

7. Зилзилаларнинг содир бўлиш даврида ер ости сувларининг изотоп ва газ (He , H_2 , CO_2) таркибида юзага келадиган аномалиялар ўрганилаётган ҳудудларнинг кузатув сув манбалари атрофидаги ўзида сув ушловчи тоғ жинслари учун тегишли «газ-сув-тоғ жинси» тизимидаги ўзаро таъсир жараёнларига боғлиқ. Ер ости сувларида гелийнинг кузатиладиган

вариациялари зилзилаларнинг содир бўлиш даврида узатиладиган қайишқоқ зўриқишларнинг натижаси бўлиб, бунда сув таркибли тоғ жинслари дарзланиш жараёнига учрайди ва чуқурроқ қатламлардан мавжуд ёриқлар, тектоник узилмалар бўйлаб газларнинг юқорига кўчиши кузатилади. Зилзила содир бўлиш даврида ер ости сувларидаги гелий концентрацияси, эриган карбонат ангидрид газидаги углерод ($\delta^{13}\text{C}$) изотоп таркиби аномалиялари, CO_2 концентрацияси аномалияси билан бирга, қайишқоқ тўлқинлар генерацияси сабабли юзага келадиган қайишқоқ зўриқишлар ҳамда уларга тегишли тоғ жинсларининг деформацияларини янада жадал ривожланиши билан боғлиқ бўлиши мумкин. Бу жараён дарзланган карбонатли тоғ жинсларидан гелий ва оғирроқ изотопли ($\delta^{13}\text{C}$) карбонат ангидрид газини ер ости сувларига кўшилишини енгиллаштиради. Ушбу натижалар сейсмик фаолликдан олдинги ва сейсмик фаоллик даврида ер ости сувлари газ-кимёвий ва изотоп таркибининг ўзгаришларини баҳолаш орқали магнитудаси 5,0 дан юқори бўлган кучли зилзилалар даракчиларини ўрганишга асос бўлиб хизмат қилади.

8. Марказий Осиё худудида $^3\text{He}/^4\text{He}$ қийматларининг фазовий тақсимланиши тадқиқотлари натижаларига кўра, тоғолди ва тоғлараро депрессиялар ер ости флюидлари таркибида тоғлардаги ер ости флюидларига нисбатан пастроқ $^3\text{He}/^4\text{He}$ қийматлари хос эканлиги қайд этилди. Бу фарқни модданинг мантия манбаи билан боғлиқ орогеник магматизм билан изоҳлаш мумкин. Бундай интрузив ёки субвулқон тоғ жинслар яқинида ҳосил бўлган ер ости флюидлари мантия гелийи билан бойитилган бўлади. Марказий Осиё худудида $^3\text{He}/^4\text{He}$ қийматларининг фазовий тақсимланиши тадқиқотлари натижалари асосида ушбу ҳудуд учун уларнинг фазовий тарқалиш схематик харитаси тузилган. Ўзбекистон ер ости сувларида гелийнинг тарқалишини ўрганишда ушбу харитадан кенг фойдаланилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 24/30.12.2019. GM.96.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ ГИДРОГЕОЛОГИИ И
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

ЗАКИРОВ МИРАББАС МИРСААТОВИЧ

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕЛИЯ
В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ УЗБЕКИСТАНА**

04.00.04 – Гидрогеология и инженерная геология

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

ТАШКЕНТ 2020

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2020.3.DSc/GM 19.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу (www.hydroengeo.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz).

Научный консультант:

Юсупов Шухрат Сакиджанович
доктор геолого-минералогических наук

Официальные оппоненты:

Акбаров Хабибулла Асатович
доктор геолого-минералогических наук, профессор,
академик

Абдуллаев Ботиржон Дадажонович
доктор геолого-минералогических наук

Шоймуратов Туйчи Халикулович
доктор геолого-минералогических наук

Ведущая организация:


Государственное унитарное предприятие
«Узбекгидрогеология»


Защита диссертации состоится «5» Ноября 2020 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc 24/30.12.2019.GM.96.01 при Институте гидрогеологии и инженерной геологии (Адрес: 100041, г. Ташкент, ул. Олимлар, дом 64, Тел.: (+99871) 262-75-92, Факс.: (+99871) 262-62-15, e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru).

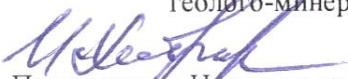
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института гидрогеологии и инженерной геологии Госкомгеологии РУз (зарегистрировано за № 46). Адрес: 100041, г. Ташкент, ул. Олимлар, дом 64, Тел.: (+99871) 262-75-92, Факс: (+99871) 262-62-15, e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru

Автореферат диссертации разослан «22» Октября 2020 года
(реестр протокола рассылки № 1 от «22» Октября 2020 года)




С.А. Бакиев
Председатель Научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор геолого-минералогических наук


М.Р. Жураев
Учёный секретарь Научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор философии (PhD) по
геолого-минералогическим наукам


И.Х. Хабибуллаев
Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировом масштабе проблема исследования глубинных эндогенных процессов земной коры и прогнозирование их проявления на основе выявленных предвестников является чрезвычайно актуальной. Во многих странах мира, особенно с высоким уровнем сейсмичности, решение проблемы прогнозирования землетрясений и измененной геодинамической обстановки территории рассматривается как важный фактор для стабильного социально-экономического развития страны.

В настоящее время в развитых странах мира с высоким уровнем геодинамической активности проводятся исследования по мониторингу динамики радиоактивной составляющей подземной гидросферы по ниже следующим приоритетным научным направлениям: выявление особенностей формирования гелиевых аномалий в верхних слоях земной коры; установление конвективной миграции гелия с глубины, как в свободной форме, так и вместе с подземными водами; разработка методов моделирования и анализа изменений газохимического и изотопного состава подземных вод в периоды, предшествующих и сопутствующих сейсмической активности; определение характера и механизма проявления аномальных изменений концентрации гелия в подземных водах в период подготовки сейсмической активности.

В республике особое внимание уделяется теоретическим положениям о формировании гидрогеологических, сейсмических предвестников по данным режимных наблюдений в целях прогноза землетрясений, направленных на защиту населения и территорий от природных и техногенных катастроф в частности, разработана технология количественной оценки вероятности возникновения землетрясения по совокупным критериям на среднесрочную и краткосрочную перспективу. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан¹ определены важные задачи по «Совершенствованию системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». В связи с этим целесообразно проводить научные исследования по изучению изменений количественного содержания гелия в подземных водах с напряженно-деформированным состоянием земной коры и определению закономерностей его изменения.

Данное диссертационное исследование в определенной степени соответствует выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики № УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлений Президента № ПП-3578 от 1 марта 2018 г. «О мерах по коренному совершенствованию деятельности Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам», № ПП-4401 от 23 июля 2019 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию геологического изучения недр и

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

реализации Государственной программы развития воспроизводства минерально-сырьевой базы на 2020-2021 годы». В своем послании Олий Мажлису глава государства отметил необходимость определения и развития ежегодно нескольких приоритетных отраслей науки, в т. ч. фундаментальных и прикладных исследований в области геологии.

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

Обзор зарубежных исследований по теме диссертации². Широкие научные исследования, направленные на изучение и разработку методических и теоретических основ для проведения режимных наблюдений с целью поиска гидрогеологических предвестников землетрясений и исследованию изотопов гелия, осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в частности: National Environmental Satellite Data and Information Service – NESDIS (США), Пекинское Государственное сейсмологическое бюро (КНР), Геологический институт РАН (Россия), Институт геологии и геофизики (Молдова), Институт сейсмологии и физика атмосферы АНТ (Туркменистан), Институт сейсмологии НАН Киргизской Республики, (Киргизистан), Институт сейсмологии, а также в Ташкентском государственном техническом университете (Узбекистан).

В результате проведенных в мире исследований по оценке, поступлению гелия из мантии и последующего его распределения его по земной коре, а также содержанию гелия в метеоритах, горных породах, поверхностных и подземных водах получены научно-практические результаты, в том числе: изучается проявление мантийного гелия (от $1,2 \cdot 10^{-5}$ до $3,5 \cdot 10^{-5}$) в тектонически мобильных структурах, в газах вулканов, характеризующие горячие пятна – плюмы из нижней мантии (National Environmental Satellite Data and Information Service – NESDIS); создана экспериментальная база имитации землетрясений для изучения изменения в подземных водах гидрогеосейсмологических предвестников землетрясений (Пекинское Государственное сейсмологическое бюро, КНР); выявление общей картины распределения изотопов гелия в разнообразных подземных флюидах, выяснение его связи с геохимической спецификой флюидов и поиска закономерностей в вариациях $^3\text{He}/^4\text{He}$ вдоль и поперек простирания континентального рифта (Геологический институт РАН и Институт земной коры СО РАН, Россия); разработана методика наблюдения за газовым (Rn , H_2) составом и гидродинамическими параметрами подземных вод с целью прогноза землетрясений в Прикаспийском сейсмоактивном регионе (Институт сейсмологии и физика атмосферы АН Т, Туркменистан);

² Обзор иностранных научных исследований по теме диссертации произведен на основе: <https://link.springer.com/article>; <https://docslide.net/documents/1-earthquake-hazard-and-risk-assessment-unisdr-hazard-fnd-risk-assessment-key/html>; <https://dx.doi.org/104236/ojer> и др. источников.

разработана усовершенствованная методика анализа газов, карбонатного равновесия и микрокомпонентов в термальных водах для прогноза землетрясений Северного Тянь-Шаня (Институт сейсмологии НАН Киргизской Республики, г.Бишкек); разработаны геохимические аспекты распределения гелия в грунтовых водах юга Республики Молдова (Институт геологии и геофизики АНМ, г.Кишинев); разработана методология специализированных режимных наблюдений за режимом, газовым составом и микрокомпонентами подземных вод (Институт сейсмологии Узбекистан); разработаны факторы, определяющие содержание гелия в подземных водах Приташкентского района (Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан).

Таким образом, в мире научные исследования проводятся по ряду приоритетных направлений в области изучения содержания гелия в подземных водах, в частности: мониторинг атомных электростанциях, гидротехнических сооружениях и объектов хранения углеводородов с помощью гелиевой съемки; использование количественного содержания гелия в подземных водах как индикатора при определении условий взаимодействия водоносных горизонтов; создание математической модели диффузионной миграции гелия в подземных водах как свободном, так и растворенном состоянии; мониторинг количественного содержания гелия, растворенного в подземных и глубоководных водах озер, обусловленных изменением сейсмического режима; разработка методов оценки изменения геохимического, изотопного составов подземных вод и изучение предвестников сильных землетрясений с магнитудой более 5,0 в периоды, предшествующие и сопутствующие сейсмической активности.

Степень изученности проблемы. В настоящее время научные исследования, направленные на изучение гелия, как в твердых фазах, так и в подземных водах, осуществляются в ведущих научных центрах, институтах и высших образовательных учреждениях: International Institute of seismology and Earthquake Engineering (Япония), Chinese University of Geosciences (КНР), Институт сейсмологии АН РУз (Узбекистан), Ташкентский государственный технический университет (Узбекистан), Институт водных проблем Северо-Карельского НЦ РАН (г. Петрозаводск, Россия), Геологический институт РАН (г. Москва, Россия), Институт земной коры СО РАН (г. Иркутск, Россия), Институт геологии и сейсмологии АН (Молдова), Камчатский филиал Геофизической службы РАН и Камчатский комплексный научно-исследовательский Институт земной коры СО РАН (г. Петропавловск-Камчатский, Россия), МГУ (г. Москва, Россия).

В разные годы А.Я.Крылов, Б.А.Мамырин и др. определяли закономерность в отношениях $^3\text{He}/^4\text{He}$ в различных природных образованиях, т.е. в горных породах различного происхождения. В Институте геологии и сейсмологии АН Молдовы А.В.Гырля, К.Е.Морару изучали геохимические особенности распространения гелия в грунтовых водах и в зонах активного водообмена (на примере юга Республики Молдова).

Р.М.Семеновым из Института земной коры СО РАН с целью возможного

выявления краткосрочных предвестников землетрясений произведен мониторинг содержания растворенного гелия в глубинной воде оз. Байкал в связи с изменением сейсмического режима. Наблюдения за изменением содержаний гелия в глубинных водах южной части Байкала были предопределены тем, что здесь проходит юго-восточная часть Главного Саянского разлома, а также находится узел пересечения Обручевского и Ангарского разломов, в зоне которых неоднократно происходили как слабые, так и довольно сильные землетрясения.

В Геологическом институте РАН (г. Москва) в 2011 г. Б.Г.Поляком и др. в пределах орогена Большого Кавказа исследованы газы минеральных источников, пластовых вод и грязевых вулканов. Западнее долины р. Теберды и двух источников его центрального сегмента между активными вулканами Эльбрус и Казбек изучен изотопный состав гелия как индикатора примеси мантийного компонента.

Такуя Мацумото, специалист по изотопному анализу лаборатории изотопной гидрологии МАГАТЭ, разработал руководство по использованию метода анализа содержания трития/гелия-3. Для сортировки изотопов используется масс-спектрометр. Зная эти концентрации и время, необходимое для превращения трития в гелий-3, ученые могут отслеживать и определять возраст воды и периодичность ее пополнения.

Мировой опыт наблюдений за растворенными газами подземных вод, в частности, гелием, показывает, что при удачном подборе наблюдательных пунктов накануне землетрясения можно зафиксировать заметные изменения их содержаний. Явный примером служит целенаправленные исследования по изучению изменения гидрогеохимических параметров в подземных водах Узбекистана сотрудниками Института сейсмологии АН РУз и сделано открытие № 129 (в период афтершоков Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 г.). Это дало начало развитию нового направления – гидрогеосейсмологии во многих странах по изучению гидрогеохимических предвестников для прогноза землетрясений.

В рамках научно-исследовательских проектов в последние годы в Институте сейсмологии АН РУз и Ташкентском государственном техническом университете проведены специализированные маршрутные исследования по Узбекистану и прилегающих к нему территорий, выполнены тематические и практические работы, куда входило изучение изменения концентрации гелия в подземных водах и факторы, влияющие на них (К.Н.Абдуллабеков, Г.Ю.Азизов, С.У.Латипов, Ш.С.Юсупов, И.А.Агзамова, Р.С.Зиявутдинов, М.М.Закиров, Л.Ю.Шин и др.).

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами организации, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках фундаментальной и прикладных тем в Институте сейсмологии и Ташкентском государственном техническом университете на кафедре: «Гидрогеология и инженерная геология» Ф8-ФА-0-69-962 «Исследование сейсмодинамики Западного Тянь-Шаня для комплексного прогнозирования землетрясений» (2012-2016 гг.), ПЗ-2014-0825091430

«Разработка технологии количественной оценки вероятности возникновения землетрясения по совокупным критериям на среднесрочную и краткосрочную перспективу» (2015-2017 гг.), и «Факторы, определяющие закономерности формирования количественного содержания гелия в подземных водах Узбекистана и прилегающих территорий». (2018-2019).

Целью исследования является в определении закономерностей формирования и изменения содержания гелия и обоснование распределения изотопов гелия в подземных водах Узбекистана.

Задачи исследования:

анализ и обобщение существующих представлений о миграции гелия в Земной коре и разработка теоретической модели миграции гелия в условиях естественного режима водоносного горизонта;

выявление основных факторов, влияющих на формирование и изменение концентраций гелия в различных геолого-тектонических и гидрогеологических условиях;

определение факторов, характеризующих различные региональные условия концентрации гелия;

особенности распределения изотопов гелия в подземных водах Узбекистана и прилегающих территорий;

по результатам гелиометрических исследований составить схематическую карту распространения величин изотопного состава гелия на территории некоторых районов Центральной Азии.

Объект исследования подземные воды Узбекистана и прилегающих территорий.

Предметом исследования выбраны гидрогеологические и геолого-тектонические факторы, влияющие на формирование концентрации гелия в подземных водах.

Методы исследований. В диссертации использованы традиционные методы, применяемые в гидрогеологических и гидрогеосейсмологических исследованиях, включающие полевое и лабораторное изучение газового и гидрогеохимического состава подземных вод. При определении абсолютного содержания растворенного гелия в пробах использовали прибор ИНГЕМ-1. Кроме этого, полевые материалы гидрогеосейсмологических исследований обрабатывались хроматографическим методом.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

выявлены различные водоносные горизонты с повышенной концентрацией, как абсолютного значения, так и объёмного содержания гелия, в палеозойских, меловых и палеогеновых отложениях на территории Узбекистана;

установлено закономерное увеличение как абсолютного, так и объёмного значения концентрации гелия с глубиной, а также скачкообразное увеличение гелия в отложениях мелового и палеогенового возрастов в интервале 1600-1800 м, а глинистые и мергелистые толщи представляют «ловушку» для накопления гелия;

разработана принципиальная модель миграции гелия в подземных водах

сеноманского водоносного горизонта Узбекистана;

впервые разработана классификация природных факторов, влияющих на изменение значений концентрации гелия в подземных водах;

установлено закономерное увеличение концентрации гелия горизонтальном простирании от областей питания в сторону погружения пластов;

установлена связь фонового значения концентрации гелия в подземных водах Узбекистана с активностью геодинамических процессов в районах расположения наблюдательных водопунктов;

составленная схематическая карта распространения значений изотопов гелия отдельных регионов Центральной Азии основана на распространении и распределении изотопов гелия

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

выявлены области распространения повышенного содержания гелия, относящиеся к водоносным горизонтам палеозойских, меловых и палеогеновых отложений на территории Узбекистана, являющиеся основой для размещения сетей режимных наблюдений;

составлена научно-методическая база данных проявления гелиевых аномалий подземных вод Узбекистана, служащий эффективно прогнозированию геодинамических процессов земной коры;

составлена схематическая карта распространения значений изотопов гелия отдельных регионов Центральной Азии.

Достоверность полученных результатов. Достоверность полученных результатов исследований подтверждается фактическим материалом собранных при проведении гидрогеологических и гидрогеосейсмологических специализированных многолетних режимных наблюдений за изменением концентрации гелия в подземных водах Узбекистана и прилегающих территорий. Получены результаты по 47 водопунктам с использованием большого объема фактического материала (более 2000 проб воды и газов), описанием пунктов наблюдений.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что разработана модель миграции гелия в подземных водах сеноманского водоносного горизонта, обосновано закономерное изменение количественного содержания гелия в подземных водах.

Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанные методические подходы по выявлению основных факторов, влияющих на формирование гелиевых аномалий в подземных водах, служат повышению достоверности количественной оценки прогнозно-мониторинговых исследований для выявления предвестников сильных землетрясений.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов исследований по обоснованию распространения изотопов гелия в подземных водах:

формирование и проявление значений концентрации гелия, распространенного в подземных водах трещиноватых и трещино-жильных,

сеноманских отложениях внедрены в ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» (справка № 04/02 от 18.03.2020г. Госкомгеологии). В результате разработана принципиальная модель миграции гелия в подземных водах сеноманского водоносного горизонта Узбекистана;

изменения концентрации гелия в подземных водах, вызванные влиянием различных естественных и техногенных факторов и природа фоновых значений, связанных с геодинамической активностью земной коры, внедрены в ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» (справка №04/02 от 18.03.2020г. Госкомгеологии). Результаты позволили обоснованно выделить аномалии с максимальными значениями гелия в подземных водах;

выделенные факторы, на основе сгруппирования гидрогеологических и тектонических условий водоносных горизонтов и водовмещающих пород с различными значениями концентрации гелия, внедрены в ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» (справка №04/02 от 18.03.2020г. Госкомгеологии). Результаты позволили оценить аномалии гелия, связанные с геодинамическими процессами;

методика выявления аномалий, возникающих в периоды подготовки землетрясений как в изотопном, так и в газовом (He, H₂, CO₂) составе подземных вод, успешно внедрена в ГП «Институт ГИДРОИНГЕО» (справка №04/02 от 18.03.2020г. Госкомгеологии). Результаты позволили усовершенствовать научно-методическую базу прогнозно-мониторинговых исследований подземных вод Узбекистана.

Апробация результатов исследования. Основные научные результаты и отдельные части диссертации обсуждены и прошли апробацию на 7 международных и 5 республиканских научных и научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 26 научных работ. Из них 12 научных статей, в т.ч. 10 в республиканских, 2 зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Работа содержит 201 страниц и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Текстовая часть иллюстрирована 29-ю таблицами, 26-ю рисунками. Список литературы включает 153 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенных исследований, формируются цели и задачи, характеризуются объект и предмет изучения, подчеркивается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследований, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследований, сведения по

опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Теоретические аспекты миграции гелия в земной коре**» приведены результаты анализа и обобщения литературных источников зарубежных и республиканских исследователей, по благородному газу – гелию Земли. Отмечается, что большой вклад в развитие геологии гелия внесли работы И.Л. Каменского, В.П. Якуцени, Э.К. Герлинга, Б.А. Мамырина, Б.А. Крылова, О.И. Силина, Л.Б. Хабарина, И.Н. Толстихина, В.Л. Зверева, А.Н. Султанходжаева, И.Г. Чернова, Т.И. Исамухамедова, Д.М. Закирова, Ш.С. Юсупова, Л.Ю. Шин, Р.С. Зиявуддинова, М.М. Закирова и мн. др. В этих исследованиях отмечается, что у благородного газа – гелия Земли разное происхождение. Одна часть его была принесена протопланетным веществом, из которого образовались планеты Солнечной системы, и Земля в т. ч., – это первичные газы. В реальных условиях атмосферный гелий представляет природную смесь стабильных изотопов, в которой главной составляющей являются атомы с массовым числом ^4He , а примесью – легкие атомы ^3He . Распространенность стабильных изотопов в природных объектах крайне неравномерна. В атмосферном гелии легкого изотопа ^3He содержится всего $1,9 \cdot 10^{-4} \%$ от всего количества газов, тогда как в метеоритах – около 10-30 %.

Пути миграции гелия, выделяющегося из генерирующих минералов, сложны и мало изучены, поэтому оценка характера и направления миграции гелия в недрах может быть дана в ориентировочной форме, основываясь, главным образом, на количественном содержании концентрации гелия в подземных водах и теоретических представлениях. Поэтому основными формами движения гелия так же, как и любого другого газа в недрах, являются диффузия и фильтрация его в растворенном состоянии. По определению С.И. Смирнова, под диффузией в общем случае понимается беспорядочное движение частиц, являющееся неотъемлемым и характерным свойством материи, при этом движение частиц подчиняется статистическим законам теории вероятностей. Способность к перемещению гелия, находящегося в свободном или слабо адсорбированном состоянии, не вызывает сомнений. Крайне легкий и незначительный по размеру атом гелия свободно мигрирует по мельчайшим трещинам и капиллярным системам в кристаллах в сторону меньших градиентов.

Диффузия происходит также и в движущихся средах – газах, жидкостях и расплавах. В этом случае частицы перемещаются в пространстве под влиянием двух совершенно различных механизмов: при наличии в движущейся среде разности концентрации возникает молекулярная диффузия; частицы увлекаются средой в процессе ее движения и переносятся вместе с ней, подвергаясь при этом рассеянию.

Мигрируя к земной поверхности из глубин, молекулярный свободный гелий входит вначале в метаморфическую, а затем в осадочную толщу пород и, растворяясь во флюидах и подземных водах, ее насыщает, и продолжает свой путь как в виде диффузии, так и фильтрации к поверхности и далее в атмосферу.

Отметим, что активные формы миграции газов, в частности гелия,

исследованы в меньшей степени, чем диффузия. В таких условиях гелий получает значительную подвижность и переносится фазой-носителем по проницаемым структурам на значительные расстояния.

До настоящего времени достоверной модели, количественно описывающей миграцию гелия в толще земной коры, не существует. Современные представления о миграции гелия основаны на переносе его в растворенном состоянии фазой-носителем, подземной водой. Многочисленные исследования на различных геодинамических полигонах Узбекистана позволили установить существование высококонтрастных гелиевых аномалий в подземных водах.

Формирование гелиевых аномалий существенно различается в районах с преимущественным распространением трещинно-жильных подземных вод и в условиях этажно расположенных водоносных горизонтов, а также приповерхностных гелиевых аномалий на участках выхода кристаллического фундамента на дневную поверхность. В этих условиях положение аномалий будет определяться наличием глубоких проницаемых разрывных нарушений с открытой флюидопроводящей системой, по которой возможны восходящие движения и разгрузка вод с высокой степенью гелиенасыщения. Жесткие (непроницаемые) блоки пород фундамента характеризуются минимальными (фоновыми) концентрациями гелия, аномальные же значения будут приурочены к наиболее проницаемым участкам зон разломов.

Формирование гелиевых аномалий при наличии мощного чехла осадочных отложений осложняется значительной неоднородностью системы. Принципиально качественная модель распределения гелия в разрезе в структурах типа артезианских бассейнов платформ может рассматриваться исходя из особенностей динамики подземных вод на различных уровнях разреза и закономерностях формирования потока подземных вод. В строении артезианского бассейна платформенного типа нами выделены 4 этажа со слабопроницаемыми разделяющими толщами. Каждый комплекс гидрогеологических этажей бассейна формирует отдельную гидродинамическую зону, четко отделенную от соседних зон.

В соответствии с гидрогеологическим районированием территории Узбекистана (Гидрогеология СССР, том XXXIX, Узбекская ССР), равнинно-платформенная область характеризуется развитием крупных артезианских бассейнов. Здесь преобладают напорные водоносные горизонты, приуроченные к отложениям мелового и юрского возраста. Согласно выделенным этажам, нижний структурно-гидрогеологический этаж приурочен к скальным, сильно метаморфизованным и значительно дислоцированным осадочным и изверженным породам палеозоя; с этим этажом связаны трещинные, трещинно-жильные, реже, трещинно-карстовые воды.

Средний структурно-гидрогеологический этаж сформирован менее дислоцированными и слабо метаморфизованными водоносными комплексами юры, мела, палеогена и неогена. Исключение составляет водоносный горизонт, приуроченный к меловым отложениям сеноманского яруса.

Верхний структурно-гидрогеологический этаж сложен водоносными комплексами рыхлообломочных четвертичных отложений, с характерным активным водообменом (Гидрогеология СССР, том XXXIX, Узбекская ССР).

Отсюда следует вывод, что именно в верхней гидродинамической зоне должно происходить рассеяние потока глубинного гелия и перераспределение его в слоистой системе. Опираясь на представление о средах, можно предположить, что наиболее интенсивно эти процессы происходят в районах, где верхняя часть разреза зоны интенсивного водообмена представлена нетрещиноватыми породами, в которых отсутствует движение по зонам проницаемых разрывных нарушений. Исследование закономерностей формирования гелия в зоне интенсивного водообмена рассмотрено на основе гидрогеологической модели миграции гелия для условий верхней части разреза Приташкентского артезианского бассейна (Рис. 1) и Центрально-Кызылкумской группы бассейнов трещинных и артезианских вод платформенного типа, в достаточно хорошо изученной в гидрогеологическом отношении части. Модель миграции гелия основывается также и на материалах исследований конкретных условий.

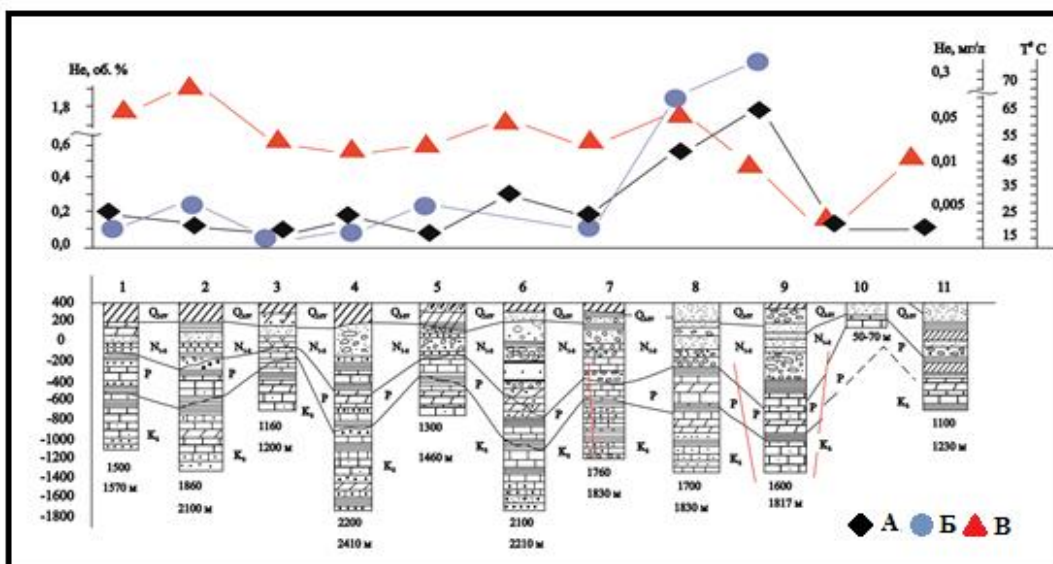


Рис. 1. Изменение концентрации гелия по направлению сан. Янгиуль – сан. Чаткал.

А – концентрация гелия, об.%, Б – концентрация гелия, мл/л, В – температура; 1 – скв. Янгиуль, 2 – скв. Занги-ота, 3 – скв. Назарбек, 4 – скв. Текстиль, 5 – скв. Чинабад, 6 – скв. ДВС (Тошшахарнур), 7 – скв. Семашко, 8 – Институт овоще-бахчевых культур (ИБК), 9 – скв. Улугбек, 10 – скв. Озодбош, 11 – скв. Чаткал.

В вертикальных разрезах, составленных по данным глубоких скважин Приташкентского и Амударьинского артезианских бассейнов Ш.С. Юсуповым и М.М. Закировым, по личным исследованиям и фондовым материалам, сверху вниз выделяются гидрогеологические единицы с различными водно-физическими свойствами.

Выделение гидрогеологических единиц выполнялось в два этапа: - построение гидродинамики сеноманского водоносного горизонта; - изучение распределения в нем концентрации гелия.

Для изучения баланса потока сеноманского водоносного горизонта и построения его гидродинамической сетки весь горизонт разделен на 4 зоны с границами, проходящими через области питания и зоны (расчлененный рельеф, участки речных долин) разгрузки.

Описанный алгоритм реализован в виде программы для ЕС ЭВМ на ФОРТРАНЕ. На основании проведенных расчетов построили изолинии концентраций гелия; на профиле рассмотрено формирование потока гелия в сеноманском водоносном горизонте.

Блок первой зоны (область питания) характеризуется преобладанием нисходящей разгрузки из верхнего водоносного комплекса, и поступления в пласт гелия на этом участке не происходит. Во втором блоке (зона транзита) величина питания снизу из палеозойского горизонта составляет 0,6% от суммарного питания, здесь поступление гелия в пласт также не наблюдается. В третьем блоке величина питания снизу возрастает до 8%, при этом в подошве слоя начинается формирование аномалий с содержанием гелия $0,0-4,0 \cdot 10^{-5}$ мл/л, что составляет 0,2-0,4% от концентрации гелия в палеозойском горизонте. Четвертый блок характеризуется существенными изменениями концентрации гелия в водоносном сеноманском горизонте. Так, на участках, где величина питания снизу достигает 90% от суммарного питания, формируются аномалии в пределах всей мощности пласта с содержанием гелия от $2,0 \cdot 10^{-3}$ до $2,2 \cdot 10^{-2}$ мл/л.

Таким образом, в пределах участков региональной разгрузки глубоких подземных вод наличие аномалий и изменение концентраций гелия в них определяется элементами водного баланса каждого блока при резких (на порядок и более) изменениях концентрации гелия на относительно коротких (3-5 км) расстояниях. Полученные результаты свидетельствуют о решающем влиянии динамики подземных вод на формирование гелиевых аномалий.

Во второй главе диссертации **«Методы исследования гелия в подземных водах»** рассмотрены методы измерения, где указаны достоинства и недостатки этих методов. Предпочтение дано определению гелия в подземных водах методом:

1. «диффузионного потока», где гелий формируется путем выделения парциального диффузионного потока в вакуумированный объем при помощи пористой кварцевой мембраны, основываясь на первом законе Фика;
2. метод гелиевой съемки для определения абсолютного содержания гелия в подземных водах.

При исследованиях использован прибор ИНГЕМ-1 и хроматограф для определения абсолютного и объемного содержания газов в подземных водах.

В третьей главе диссертации **«Гидрогеологические особенности распределения гелия в артезианских бассейнах Узбекистана и прилегающих территорий»** приведены научно-практические результаты многолетних гидрогеологических исследований на основании анализа и обобщений фондовых материалов и личных результатов исследований. Установлено, что для проведения региональных исследований по формированию гелиеносности необходимо учитывать климатические

факторы, гидрогеологические условия поверхностных и подземных вод, сложный характер рельефа изучаемых территорий. Описаны подробные геолого-гидрохимические характеристики гелиеносности по территориальным признакам.

В Приташкентском артезианском бассейне выявлены гидрогеологические факторы, влияющие на питание подземных вод с точки зрения климата, геологического строения и тектоники. Отложения мезозойского и кайнозойского возрастов содержат горизонты межпластовых и грунтовых вод. Межпластовые воды приурочены к пескам, песчаникам, гравелитам и конгломератам, заключенными в толще глин и алевролитов, а грунтовые воды – в основном к галечникам, супесям и суглинкам (Гидрогеология СССР, том XXXIX, Узбекская ССР).

В соответствии с приуроченностью подземных вод к различным литологическим разностям, возрастным свитам, генезису осадков и условиям залегания водосодержащих пород, приведены гидрогеологические характеристики по гелиеносности водоносных комплексов и горизонтов.

В Ферганском межгорном артезианском бассейне отмечены особенности зональности построения рельефа долины, характерной чертой которых является зона высоких гор, предгорий и центральная равнинная зона (Гидрогеология СССР, том XXXIX, Узбекская ССР).

Приведены подробные данные химического состава подземных вод, а также газохимическая характеристика объектов исследований с точки зрения гелиеносности.

На основе анализа и обобщения результатов исследований по региону Юго-Западного Узбекистана представлена газохимическая характеристика подземных вод нижнемеловых и палеозойских отложений. В центральных и периферийных частях напорные подземные воды находятся на глубине более 100 м. Четвертичные отложения – это единый водоносный комплекс, в котором в верхней части развиты грунтовые воды, а в нижней – напорные (Гидрогеология СССР, том XXXIX, Узбекская ССР). Гелий здесь не имеет возможности скапливаться, а наоборот, распределяется по всему водоносному комплексу четвертичных отложений, имея незначительное количественное содержание, отмеченное по скважинам г. Шурчи.

Главной особенностью подземных вод Южного Тянь-Шаня и Памира является наличие мощного орографического фактора, который образует горную систему, граничащую на западе с Гиндукушем, на юге с Гималаями и Каракорумом, на востоке с Куэнь-Лунем и на севере с Южным Тянь-Шанем (Р.С.Зияуддинов, 2011). По результатам газохимического исследования отобранных водопунктов и глубинных разломов Южного Тянь-Шаня и Памира установлено, что изменение содержания концентрации гелия зависит от геолого-тектонических условий и определяет энергетический потенциал гелиевого потока, а тектонические условия – пути фильтрации гелия, по которым происходит его миграция через различные структурно-литологические нарушения (разломы и ослабленные зоны земной коры).

В четвертой главе **«Закономерности формирования и**

распространения гелия в подземных водах Узбекистана и прилегающих территорий» идет речь о значении изучения пространственного распределения гелия в подземных водах.

У истоков изучения пространственного распространения гелия стояли В.П. Якуцени, И.Н. Яницкий и В.И. Башорин, позднее Ю.Б. Силантьев, И.Г. Киссин, Б.Р. Кусов, Р.М. Семенов, О.П. Смекалин и мн. др. Результатами их исследований явился отдельный раздел геологических изысканий – «гелиевая съемка», определяющая залежи углеводородов, зоны тектонических разломов и проведение мониторинговых наблюдений за АЭС и гидротехническими сооружениями.

Пульсационный характер миграции гелия, связанный с тектонической активизацией, на территории Центральной Азии способствовал изучению концентрации гелия специализированными режимными наблюдениями для определения гидрогеосейсмологических предвестников землетрясений.

Большой вклад в развитие методологии исследований по проблеме прогноза землетрясений внесли ученые Узбекистана. В течение последних 50 лет сотрудниками Института сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН РУз (А.Н. Султанходжаев, И.Г. Чернов, Ш.С. Юсупов, Ф.Г. Зиган, С.У. Латипов, Г.Ю. Азизов, Д.М. Закиров, Т.З. Закиров, Т.Л. Ибрагимова, Р.С. Зиявуддинов и др.) по поиску предвестников и прогноза землетрясений опубликованы научные труды, изобретения и научное открытие.

Сложности выявления и объективной оценки гидрогеосейсмологических предвестников землетрясений обусловлены слабой изученностью газохимического режима подземных вод и недостаточным пониманием воздействий упругих деформационных процессов подготовки землетрясений на газовый, изотопный состав подземных вод. Чтобы выявить гидрогеосейсмологические предвестники, необходимо исключить вариации газового состава, а именно гелия, в подземных водах, не связанные с сейсмической активностью. На практике можно определить фоновые вариации концентрации гелия в подземных водах и аномалии, выходящие за пределы интервалов фоновых концентраций, сопоставить с сейсмической активностью. Однако для прогностических целей не используются слабые аномалии, которые могут быть обусловлены подготовкой землетрясений. Не исключено также, что сильные аномалии невыясненной природы будут связываться с сейсмической активностью. Следовательно, можно исследовать генетические особенности вариаций газовых показателей. Поэтому, несомненно, требуется более сложный и углубленный анализ газового режима и всех факторов, влияющих на этот режим. Ниже нами рассматривается влияние основных естественных и искусственных факторов, не связанных с сейсмической активностью, на газовый режим подземных вод в зонах с различной интенсивностью водообмена.

Определение содержания концентрации гелия включает: опробование скважин; лабораторные и полевые измерения содержания гелия в растворенном газе, в воде и сопоставление полученных данных с геолого-тектоническими условиями.

Рассматривая вариации концентрации гелия в подземных водах, нами не обнаружены изменения, обусловленные земными приливами, суточными и более длительными периодическими изменениями. Нами проводились исследования с целью изучения характера вариаций изотопного и газового составов подземных вод Приташкентского артезианского бассейна, приуроченные к одному из сейсмоактивных районов Центральной Азии, в котором возможность возникновения землетрясений довольно высока.

Основные газовые компоненты, находящиеся под режимным наблюдением, – гелий, углекислый газ и водород. Обусловлено это, в первую очередь, их высокой миграционной способностью из земных недр и взаимодействием с окружающей средой, что позволяет использовать их вариации в качестве средне- и краткосрочных предвестников землетрясений. Это положение поддерживается накопленным к настоящему времени опытом в изучении вариаций во времени концентраций газовых параметров, а также наблюдениями за вариациями стабильных изотопов подземных вод ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в CO_2 , $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$, D/H и $\delta^{18}\text{O}$ воды и др.).

Воздействие процессов подготовки землетрясений на газовый и изотопный составы подземных вод может быть решено с применением широкого комплекса методов. Несомненно, что особое внимание в проводимых исследованиях должно уделяться пониманию явлений, происходящих в системе «газ-вода-порода», поскольку соотношение между временем подготовки землетрясения и скоростью поступления химических компонентов из породы в поровый раствор определяет, в конечном счете, гидрогеохимическую аномалию.

Результатами исследований режимных наблюдений определены значения газового состава подземных вод (CO_2 , He, H_2) и изотопный состав как самой воды (D/H, $\delta^{18}\text{O}$), так и $\delta^{13}\text{C}$ растворенных в ней CO_2 . Выявлены геохимические и изотопные аномалии, соответствующие периодам подготовки довольно сильного землетрясения с эпицентром в п. Назарбек, в 25 км от наблюдательного водопункта.

В момент свершения Назарбекского (11.12.1980 г.) землетрясения с $M = 5.3$, происшедшего непосредственно в исследуемом регионе, все геохимические и изотопные параметры варьируют в период подготовки указанного землетрясения. Отметим, что наряду с аномалией концентраций He и CO_2 на период Назарбекского землетрясения наблюдается также и аномалия в его изотопном составе. Причем, если для концентрации CO_2 аномалия представлена в виде двух пиков, то для величины $\delta^{13}\text{C}$ – только одним, по времени проявления совпадающим со вторым пиком CO_2 . Первый пик общего содержания углекислого газа, как считает автор (И.Г. Чернов, Ш.С. Юсупов, М.М. Закиров, 2016), обусловлен начальными процессами подготовки землетрясения. В этот период колебания значений $\delta^{13}\text{C}$ были не очень велики. Второй пик CO_2 , коррелирующий с максимальными значениями $\delta^{13}\text{C}$, может быть связан с более интенсивным развитием упругих напряжений и соответствующих деформаций горных пород, с генерацией упругих волн,

облегчающих поступление в воду более тяжелой по изотопу ^{13}C углекислоты из карбонатов ($\delta^{13}\text{C} = -4,9 \div +5,6 \text{ ‰}$).

Анализ исследований по сопоставлению литологического разреза с концентрацией гелия в подземных водах по площади и глубине показывает, что на территории исследований количественное и объемное содержание гелия находится в пределах от 0,022 до 1,12 мл/л и от 0,014 до 1,6 об.%. Повышенное содержание гелия (до 1,12 мл/л и до 1,6 об.%), с одной стороны, объясняется сильной экранирующей способностью мощного осадочного чехла, в частности, глинистых и мергелистых отложений палеогена и палеоген-неогенового возраста, с другой – приуроченностью водопунктов к тектоническим разломам и ослабленным зонам, т. е. к зонам дробления. Отмечены пониженные концентрации гелия в подземных водах на участках разгрузки подземных вод в долине р. Угам в источниках Тескари булок, Хумсан, в Чимгансае (скв. № 36с в Чимгане) и верховьях р. Чирчик Ходжикент булак. Это объясняется сильной расчлененностью рельефа, интенсивностью по площади фильтрационного питания поверхностных вод нижних горизонтов, наличием многочисленных источников в виде родников.

Согласно геолого-тектоническим условиям, на исследуемых полигонах глубинные разломы затухают в большинстве случаев в юрских и верхнедевонских отложениях, где обнаружены повышенные концентрации гелия. Наиболее интенсивные из них расположены в пределах скв. в пос. Улугбек (1,8 об.%) и в скв. Хавотаг № 6 (1,6 об.%), № 8 (1,12 об.%). Максимальные значения концентрации гелия в подземных водах Приташкентского артезианского бассейна приурочены к разрывным деформациям между Каржантауским поднятием и Чирчикско-Голодностепской синклиналиной зоной, а также к району Хавотагского участка в пределах одноименной Хавотагской структуры на периферии Приташкентского артезианского бассейна (Гидрогеология СССР, том XXXIX, Узбекская ССР). Палеозойский фундамент в этой части бассейна разбит серией разломов, обусловивших наличие зон аномальной проницаемости осадочной толщи для глубинных палеозойских вод, и поэтому здесь выявленные гелиевые аномалии указывают на продолжительное влияние глубинных разломов, на увеличение концентрации гелия.

В зоне затрудненного водообмена наибольшие значения в концентрации гелия отмечены в подземных водах водопунктов: Занги-ота, Ахмад Яссавий, Янгиюль, Кибрай, Ботаника и ДВС в пределах 0,13-0,3 об.%, 0,0023-0,0061 мл/л с температурой от 55 до 69°C. Данный факт (приблизительно небольшая разница температуры и значений концентрации гелия), возможно, допускает наличие дополнительного глубинного корового подтока или повышенной проницаемости земной коры. В водопунктах Янгиюль, Занги-ота концентрации гелия на глубине 1570-2000 м существенно выше, чем на тех же глубинах в водопунктах Назарбек и Институт овоще-бахчевых культур (ИОБК).

При наблюдаемом закономерном росте концентрации гелия как в объемном проценте (об.%), так и в абсолютном содержании (мл/л) с

глубиной в интервале 1600-1800 м происходит скачкообразное увеличение концентрации гелия. Это обусловлено наличием в разрезе мощной водоупорной толщи глинистых и мергелистых отложений палеогеновых и палеоген-неогеновых осадков, представляющих «ловушки» и затрудняющих водообмен подземных вод и миграцию гелия к поверхности земли.

Исходя из вышеизложенного, нами в каждом рассматриваемом водопункте с его геолого-литологическими и тектоническими условиями водоносных комплексов и водовмещающих пород выделены факторы, определяющие концентрацию гелия в подземных водах.

А-фактор близости источников α -излучений (граниты и массивы интрузивов) и наличия устойчивых палеозойских пород. Включает породы преимущественно высокогорной части обрамления Ферганской депрессии, Южный Тянь-Шань и Памир и верхней раздробленной части структуры Хавотаг на глубине 1800 м. Палеозойские отложения региона характеризуются повышенным геотермическим и неотектоническим режимом с многочисленными разрывными нарушениями. К этому фактору отнесены водопункты в районе п. Хавотаг, высокогорные родники Южного Тянь-Шаня, Памира и Арашанбулак.

Подземные воды скв. Хавотаг находятся в южной части Приташкентского артезианского бассейна на одноименной структуре. На глубинах 1800-2100 м вскрыты в отложениях палеозоя трещинно-карстовые напорные, термальные воды (46-52°C). Концентрация гелия в пределах 1,1-1,6 об.%, 0,016-0,022 мл/л.

Высокогорные родники Сассыкуль, Арашанбулак, Кирк-киз, Тамдыкуль, Джиланды, Авни, Гарм Чашма, Обигарм, оз. Сассыкуль и скв. Хавотаг 6, Хаватаг 8, Сох 122, Сох 127, Дженгельды 2, Калама, Алтынсай представлены отложениями палеозоя, с температурой воды от 12 до 84°C. Концентрация гелия 0,02-1,34 об.% или 0,002-0,08 мл/л. Подобное значение концентрации гелия здесь связано, во-первых, с закономерным радиоактивным распадом, т. е. чем больше α -излучение в породах, тем больше генерируется гелий; во-вторых, при оценке обогащения подземных вод гелием учитывается не только радиоактивность водовмещающих пород, но и подстилающих отложений. С литологической точки зрения эти условия наиболее характерны для древних трещиноватых карбонатно-гранитовых, вулканогенно-гранодиоритовых и интрузивных пород. Кроме этого, повышенное значение гелия связано с тектоническими разломами, которые генерируют гелий на поверхность, что объясняет приуроченность повышенных основных фоновых объемов концентрации гелия.

Б-фактор представлен наличием осадочных пород юрского, мелового, палеогенового и неогенового возрастов, смятых сложнопостроенными складками, местами разорванными разломами. Развиты процессы трещинообразования в водосодержащих породах и миграция газов из более глубоких погребенных горизонтов, по имеющимся разрывным нарушениям, т. е. по тектоническим разломам. Они представлены структурами групп поднятий (Газли, Уч-кир, Ташкудук), адыров (Наманганский, Андижанский,

Северо- и Южно-Аламушикский), задырных впадин (Ош-Араванская). В основном, они представлены пластами относительно водоупорных с прослоями карбонатных и терригенных пород. К этому фактору относятся водопункты скв. Фазылов, Улугбек, Газли, Озеро, Ходжабад 745, Нагорный, Чаткал, Дженгельды, Наманган, Андижан, Джалалабад 745, Аламушик, Чартак, родн. Зоркуль, с глубиной залегания подземных вод 220-300 и 1600-2300 м. Водовмещающими породами являются пески, песчаники с прослоями глин, песчаники на известковом цементе, линзы песчаных известняков с прослоями глин, магматические породы. Концентрация гелия – от 0,012-0,156 об.%, реже, 1,8 об.% и 0,0084-0,025 мл/л, редко, 0,35 мл/л, температура в пределах 22-42°C.

Как известно, механизм проявления фоновых значений гелия зависит от самих водовмещающих пород, от их деформированности или трещиноватости, а также от наличия погребенных тектонических разломов. В подобных условиях миграция гелия определяется в основном транспортными (водами и флюидами) и диффузионными процессами.

В-фактор представлен процессами скопления гелия в застойных зонах. Отличительная черта этого фактора в том, что сам опробуемый водоносный горизонт на глубине от 200-800 до 1300-3800 м, где оптимальные условия для накопления гелия создаются в ограниченной части осадочного чехла. Режим воды в этих зонах затрудненного и весьма затрудненного водообмена. Эти участки перекрыты с подошвы и кровли глинами и глинисто-мергелистыми водонепроницаемыми отложениями. Водовмещающие породы залегают в виде антиклинальных складок, являющихся естественными «ловушками» для углеводородов, в данном случае для гелия. Ниже залегают допалеозойские и палеозойские отложения, способствующие скоплению гелия за счет притока подземных вод по разрывным нарушениям. Кроме этого, один из важных факторов накопления и сохранения гелия – длительность контакта подземных вод с породами, продуцирующими гелий. Освободившиеся из разрушенных минералов химическим или механохимическим путем гелиевые пузырьки, растворенные в водах, мигрируют диффузионно или по разрывным нарушениям в верхние части разреза. Подобные условия наиболее распространены в водопунктах, расположенных в равнинной части исследуемой территории: скв. Янгиюль, Занги-ота, ДВС (Дворец водного спорта), ИОБК, А.Яссавий и Текстиль, Озодбаш, Минора, Чимион 14а, Чимион 14к, Южный Аламушик 6, Восточный Избоскент, Наманган 12, Наманган 11. Эти водопункты имеют концентрацию гелия в пределах 0,062-0,32 об.% или 0,002-0,006 мл/л, температура воды 44-65°C.

Г-фактор определяет зоны активного водообмена, характеризующиеся низкими значениями концентрации гелия в подземных водах. Значительно влияют на скопление и распределение гелия особенности геоморфологических и гидрогеологических условий расположения водопунктов. К ним относятся водопункты скв. Шурчи 5, 7, 8, Чимганская и родники Чинар, Ходжикент, Тескарибулак, Хумсан и Нурата. Здесь существуют оптимальные условия для диссипации гелия в атмосферу, иными

словами, размещены пути фильтрации, по которым происходит миграция гелия, растворенного в подземных водах. В зоне интенсивного водообмена не происходит скопление концентрации гелия, а наблюдается миграция гелия через структурно-тектонические нарушения. В связи с этим концентрации гелия в подземных водах изученных водопунктов значительно низкие – 0,00002-0,00008 мл/л и 0,05-0,15 об.%. Если проследить за изменением содержания гелия (Рис. 2), то наблюдается, на первый взгляд, нечеткое, но плавное его увеличение в горизонтальном простирании от областей питания в сторону погружения пластов. С точки зрения целостности гидрогеологических и тектонических условий, содержание гелия в ненарушенных структурах высокое, т. е. имеет максимальное значение в зонах затрудненного водообмена, а минимальное – в зоне активного водообмена. Таким образом, можно сделать следующее заключение: изменения концентрации гелия в подземных водах, вызванные влиянием различных естественных и искусственных факторов, весьма различны. Изучение природы фоновых, не связанных с сейсмичностью, изменений концентрации гелия - необходимое условие для обоснованного выделения гидрогеосейсмологических предвестников землетрясений; впервые в настоящей работе сгруппированы гидрогеологические и тектонические условия водоносных отложений и водовмещающих пород. Выделенные четыре фактора с различными значениями концентрации гелия свидетельствуют о плавном увеличении концентрации гелия в горизонтальном простирании от областей питания в сторону погружения пластов; выявленные факторы позволяют правильно оценить вариации гелия, связанные с сейсмическими событиями.

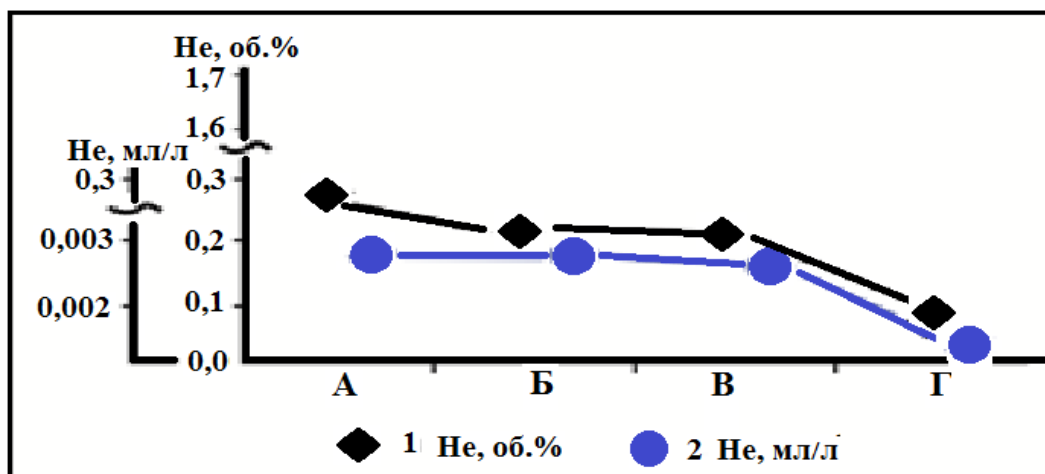


Рис. 2. График зависимости концентрации гелия от гидрогеологических и тектонических факторов (А, Б, В, Г).
1 – гелий, об.%, 2 – гелий, мл/л.

В диссертационной работе представлен анализ и обобщенные результаты изотопного состава гелия ($^3\text{He}/^4\text{He}$), неона ($^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$, $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$, $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$), аргона ($^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$), углерода углекислого газа ($\delta^{13}\text{C}$), изотопы дейтерия (δD) и кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) в подземных водах из обследованных водопунктов. Большая часть этих данных получена в группе изотопии лаборатории гидрогеосейсмологии Института сейсмологии им.

Г.А.Мавлянова АН РУз. Кроме этого, использованы фондовые материалы Геологического института и Института геологии Кольского научного центра АН РФ по изучению изотопного состава благородных газов в подземных флюидах Тянь-Шаня. В пространственном распределении значений $^3\text{He}/^4\text{He}$ на территории исследований наблюдаются заметные изменения. Самой яркой чертой распределения $^3\text{He}/^4\text{He}$ является значительное повышение этой величины в термоминеральных водах Юго-Восточных склонов Ферганского хребта, южных предгорий хребта Атбаши, а также предгорий хребта Заилийского Алатау. Отметим, что все эти районы отличаются высокой сейсмичностью. Но подчеркнем, что сейсмичность сама по себе не может привести к формированию повышенных значений $^3\text{He}/^4\text{He}$, так что, по-видимому, наличие на данных участках активных глубинных разломов лишь облегчает поступления к поверхности Земли повышенного содержания легкого изотопа гелия.

Рассматривая пространственное распределение величины $^3\text{He}/^4\text{He}$ на территории Центральной Азии отметим, что для подземных флюидов предгорных и межгорных депрессий характерны в среднем пониженные значения $^3\text{He}/^4\text{He}$ по сравнению с флюидами горных сооружений. Такое различие можно объяснить орогенным магматизмом, связанным с мантийным источником вещества. Формирующиеся близ таких интрузивных или субвулканических тел флюиды должны быть обогащены мантийным гелием.

Сопоставление изотопного состава гелия с характеристиками флюидов и коллекторов позволяет заключить, что $^3\text{He}/^4\text{He}$ не зависят от степени и типа минерализации подземных вод и от общего состава исследованных газов, а также от температуры флюидов и, в первом приближении, от литологического состава и возраста вмещающих их коллекторов. Наши исследования подтверждаются заключением, сделанным И.Н. Толстихиным, об универсальности изотопно-гелиевой метки любых подземных флюидов одного региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследований, представленных в докторской диссертации на тему: «Закономерности изменения гелия в подземных водах Узбекистана», сделаны следующие выводы:

1. Проведен обзор, анализ и обобщение геологических, гидрогеологических и гидрогеосейсмологических исследований по содержанию гелия. Представлен аналитический обзор научных взглядов ученых в области изучения свойств гелия и особенности распределения в различных горных породах и разных водоносных горизонтах земной коры. Рассмотрено несколько противоречивых гипотез, представлены основные научные выводы по гелиеносности ведущих отечественных и зарубежных ученых. На основе обобщенного анализа результатов режимных наблюдений за концентрацией гелия в подземных водах Узбекистана и прилегающих территорий за 40-летний (с 1976 по 2017 годы) период, теория проявления гелиевых аномалий в водоносных горизонтах подземных вод в очередной раз нашло свое подтверждение.

2. Впервые представлены результаты исследований по изучению миграции гелия в слоистой системе на территории Узбекистан. На основании полученных данных установлены факты проявления высококонтрастных гелиевых аномалий в водоносной толще осадочных пород и рекомендованы для оценки аномалий гелия в трещинно-жилных подземных водах и в условиях этажно расположенных водоносных горизонтах характерных для территории Узбекистана.

3. Составлена схема поступления и распределения гелия, установлены их пути распространения и построена модель миграции гелия в слоистой системе в условиях естественного режима подземных вод. Формирование гелиевых концентраций и их интенсивность определяются величиной восходящей напорной фильтрацией через слабопроницаемые слои. При концентрации гелия в нижнем слое до 1 мл/л аномалии с содержанием гелия до $10 \cdot 10^{-5}$ мл/л формируются в пределах блоков, где разгрузка из нижележащего горизонта составляет не менее 20% от суммы расхода. Поступление гелия фиксируется только в нижней части слоя (0,2-0,5 части от общей мощности). На участках интенсивного питания подземных вод из верхних горизонтов (до 90% и более суммарного расхода) гелиевые аномалии практически не формируются. Результаты исследований рекомендованы для определения условий взаимодействия водоносных горизонтов, используя естественный гелий в подземных водах как индикатор.

4. Установлены и рекомендованы методы: «диффузионный поток» – основанный на выделения парциального диффузионного потока гелия в вакуумированный объем при помощи пористой кварцевой мембраны, согласно первому закону Фика; гелиевая съемка – основанный на определении абсолютного содержания гелия в подземных водах; хроматографический метод – основанный на определении газового состава подземных вод.

5. По результатам специализированных режимных наблюдений проведенных в районах Приташкентского артезианского бассейна, Ферганского межгорного артезианского бассейна, подземных водах Юго-западного Узбекистана, Южного Тянь-Шаня и Памира, впервые сгруппированы различные гидрогеологические и тектонические условия водоносных горизонтов и водовмещающих пород, выделены четыре фактора с различными значениями концентрации гелия. Установлены неравномерное увеличение концентрации гелия в горизонтальном простирании от областей питания в сторону погружения пластов, закономерное увеличение значений абсолютного и объемного содержания гелия по глубине, а также резкое увеличение концентрации гелия в интервале 1600-1800 м отложений мелового и палеогенового возраста, что глинистые и мергелистые слои пород служат «ловушкой» для накопления гелия. Эти результаты обосновывают закономерности формирования и изменения количественного содержания гелия в подземных водах Узбекистана.

6. Изменение фоновой концентрации гелия в подземных водах, не связанные с сейсмичностью является необходимым условием для обоснованного выделения гидрогеосейсмологических предвестников землетрясений, и оценки геодинамических процессов на площадях вокруг наблюдательных водопунктов, а также позволит правильно оценить вариации гелия, связанные с сейсмической активностью.

7. Аномалии, возникающие в периоды подготовки землетрясений в изотопном и газовом (He , H_2 , CO_2) составе подземных вод, обусловлены процессами взаимодействия в системе «газ-вода-порода» для водовмещающих пород вокруг наблюдательных водопунктов исследуемых территорий. Наблюдаемые вариации гелия в подземных водах – следствие передаваемых упругих напряжений на стадии подготовки землетрясения, при этом наблюдается процесс трещинообразования водосодержащих пород и происходит миграция газов из более глубоких слоев по имеющимся разрывным нарушениям, тектоническим разломам. Аномалии концентрации гелия, наряду с аномалией концентрации CO_2 – изотопного состава углерода ($\delta^{13}\text{C}$) углекислого газа, растворенного в подземных водах в период подготовки землетрясения, возможно, связаны с более интенсивным развитием упругих напряжений и соответствующих деформаций горных пород с генерацией упругих волн. Этот процесс облегчает поступление в подземные воды гелия и более тяжелого изотопа ($\delta^{13}\text{C}$) углекислого газа из трещиноватых карбонатных пород. Эти результаты служат основой для изучения сильных землетрясений, магнитудой более 5,0, путем оценки изменений газохимического и изотопного состава подземных вод до и во время сейсмической активности.

8. Пространственное распределение значений $^3\text{He}/^4\text{He}$ в подземных флюидах предгорных и межгорных депрессий было зафиксировано с более низкими значениями, чем подземных флюидов горных территорий. Это различие объясняется орогенным магматизмом, связанный с источником мантийного вещества. Формирующиеся близ таких интрузивных или

субвулканических тел флюиды должны быть обогащены мантийным гелием. На основе результатов этих исследований составлена схематическая карта распространения значений $^3\text{He}/^4\text{He}$ для изучаемого региона Центральной Азии. Это карта широко используется при изучении распространения гелия в подземных водах Узбекистана.

**SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDED ACADEMIC DEGREES
DSc 24/30.12.2019.GM.96.01 AT THE INSTITUTE OF HYDROGEOLOGY
AND ENGINEERING GEOLOGY**

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

ZAKIROV MIRABBAS MIRSAATOVICH

**REGULARITIES OF HELIUM CHANGES IN
UNDERGROUND WATERS OF UZBEKISTAN**

04.00.04 – Hydrogeology and Engineering geology

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF SCIENCE (DSc)
OF GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES**

TASHKENT 2020

The theme of doctoral dissertation (DSc) has been registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under registration number B2020.3 DSc/GM 19

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific council website (www.hydroengeo.uz) and on the website of «Ziyonet» Information and educational portal (www.ziyonet.uz).


Scientific consultant:	Yusupov Shukhrat Sakidjanovich doctor of geological and mineralogical sciences
Official opponents:	Akbarov Khabibulla Asatovich doctor of geological and mineralogical Sciences, Professor, academician
	Abdullayev Botirjon Dadajonovich doctor of geological and mineralogical sciences
	Shoymuratov Tuychi Khalikulovich doctor of geological and mineralogical sciences
Leading organization:	State unitary enterprise «Uzbekhydrogeology»


The defense of the dissertation will be held on « 5 » November 2020 d. at 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council DSc 24/30.12.2019.GM.96.01 at the Institute of hydrogeology and engineering geology (Address: 64 Olimlar street, Tashkent, Tel: (+99871) 262-75-92; Fax:(+99871)262-62-15, e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru).


The dissertation can be reviewed in the library of the Institute of hydrogeology and engineering geology (has been registered under № 46). Address: 64 Olimlar street, Tashkent, Tel.: (+99871) 262-75-92); fax:(+99871) 262-62-15, e-mail: gidro_ilmkeng@mail.ru

The abstract of the dissertation is distributed on « 22 » October 2020 (protocol at the register № 1 dated on « 22 » October 2020




S.A. Bakiyev
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of geological and mineralogical sciences


M.R. Jurayev
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees,
PhD of geological and mineralogical sciences


I.Kh. Khabibullayev
Chairman of scientific seminar at scientific
council on awarding of scientific degrees,
doctor of technical Sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The purpose of the study is to determine the regularities of formation and change of the helium content and substantiate the distribution of gel isotopes in the underground waters of Uzbekistan.

The object of research: underground water of Uzbekistan and adjacent territories.

The scientific novelty of the research is as follows:

various aquifers with high concentrations of both absolute value and volume content of helium were identified in Paleozoic, Cretaceous and Paleogene deposits on the territory of Uzbekistan;

a regular increase in both the absolute and volumetric values of the helium concentration with depth, as well as a jump-like increase in helium in deposits of Cretaceous and Paleogene ages in the range of 1600-1800 m, and clay and marl strata are a "trap" for the accumulation of helium;

a principal model of helium migration in the underground waters of the Cenomanian aquifer of Uzbekistan has been developed;

for the first time, a classification of natural factors that affect changes in the concentration of helium in groundwater has been developed;

a regular increase in the concentration of helium in the horizontal stretch from the feeding areas towards the sinking of the layers was found;

the connection of the background value of the helium concentration in the underground waters of Uzbekistan with the activity of geodynamic processes in the areas of observation water points has been established;

the schematic map of the distribution of helium isotope values in individual regions of Central Asia is based on the distribution and distribution of helium isotopes

Implementation of research results. Based on the results of research on the justification of the distribution of helium isotopes in underground waters:

the formation and manifestation of the values of the concentration of helium common in the underground waters of fractured and fissure-vein, Cenomanian deposits were introduced in the state enterprise " Institute of hydroingeo "(reference no. 04/02 of 18.03.2020 Goscomgeology). As a result, a principal model of helium migration in the underground waters of the Cenomanian aquifer of Uzbekistan has been developed;

changes in the concentration of helium in groundwater caused by the influence of various natural and man-made factors and the nature of background values associated with the geodynamic activity of the earth's crust were introduced in the state enterprise " Institute of hydroingeo "(reference no. 04/02 of 18.03.2020 Goscom-Geology). The results allowed us to reasonably identify anomalies with maximum values of helium in groundwater;

the selected factors, based on the grouping of hydrogeological and tectonic conditions of aquifers and water-bearing rocks with different values of helium concentration, were introduced in the state enterprise " Institute of hydroingeo

"(reference no. 04/02 of 18.03.2020 Goscomgeology). The results allowed us to evaluate helium anomalies associated with geodynamic processes;

the method of detecting anomalies that occur during the preparation of earthquakes in both the isotope and gas (Non-H₂, CO₂) composition of groundwater has been successfully implemented in the state enterprise " Institute of hydroingeo "(reference no. 04/02 of 18.03.2020 Goscomgeology).

Structure and scope of the dissertation. The work contains 201 pages and consists of an introduction, four chapters, conclusion, and a list of references. The text part is illustrated with 29 tables and 26 figures. The list of references includes 153 titles.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; part I)

1. Закиров М.М., Умурзаков Р.К., Шин Л.Ю., Тухтамишев Ф.Г. Анализ изменения гидрогеохимических параметров подземных вод в период сейсмической активизации 1983-1986 гг. // Вестник НУУз. - 2016. - № 3/1. - С. 142-145 (04.00.00; № 7).

2. Закиров М.М., Юсупов Ш.С., Умурзаков Р.К., Шин Л.Ю. Особенности изменения гидрогеохимических параметров подземных вод в период предшествующей и сопутствующей сейсмической активности. // Вестник НУУз. - 2016. - № 3/1. - С. 223-228. (04.00.00; № 7).

3. Чернов И., Закиров М.М., Юсупов Ш.С., Умурзаков Р.К., Шин Л.Ю. Изучение вариаций изотопного и газового составов подземных вод Приташкентского артезианского бассейна, в связи с сейсмичностью // Экологический вестник Узбекистана. - 2016. - № 4. - С. 32-35 (04.00.00; № 1).

4. Закиров М.М., Юсупов Ш.С. Результаты исследования распространения гелия в подземных водах // Доклады АН РУз. - 2017. - № 2. - С. 78-82 (04.00.00; № 5).

5. Закиров М.М. Некоторые особенности формирования и распространения гелия в подземных водах Приташкентского артезианского бассейна // Геология и минеральные ресурсы. - 2017. - № 3. - С. 42-45 (04.00.00; № 2).

6. Закиров М.М., Юсупов Ш.С. Результаты исследования распространения гелия в подземных водах (на примере Приташкентского артезианского бассейна) // Доклады АН РУз. - 2017. - № 4. - С. 55-58 (04.00.00; № 5).

7. Закиров М.М., Юсупов Ш.С., Умурзаков Р.К. Особенности распространения растворенных газов в подземных водах Приташкентского артезианского бассейна // Экологический вестник Узбекистана. - 2018. - № 1. - С. 29-33 (04.00.00; № 1).

8. Закиров М.М., Шин Л.Ю. О факторах, влияющих на изменения концентрации водно-растворимого гелия в подземных водах Узбекистана // Доклады АН Руз. - 2018. - № 2. - С. 79-86 (04.00.00; № 5).

9. Закиров М.М., Юсупов Ш.С., Зиявуддинов Р.С. Особенности изменения концентрации гелия в подземных водах (на примере Южного Тянь-Шаня и Памира) // Геология и минеральные ресурсы. - 2018. - № 4. - С. 44-47 (04.00.00; № 2).

10. Zakirov M.M., Ziyavuddinov R.S. Features of change of helium concentration in underground water (on the example of the Southern Tien-Shan and the Pamirs) // International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences. - Jaipur, India: Centre for info Bio Technology (CIBTech), 2019. - Vol. 9 (1). - p. 29-33 (04.00.00; № 7).

11. Umurzakov R., Zakirov M. Conditions at formation of molecular

hydrogen in groundwaters of seismoactive regions of Uzbekistan // International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences. - Jaipur, India: Centre for info Bio Technology (CIBTech), 2019. - Vol. 9 (1). - P. 71-75 (04.00.00; № 7).

12. Zakirov M., Agzamova I., Mavlyanova N. Factors determining the change of helium concentration in underground waters of Uzbekistan and the according territories // Technical science and innovation. - T.: Tashkent state technical university named after Islam Karimov, 2019. - № 2. - P. 148-153 (04.00.00; № 6).

II бўлим (II часть; part II)

13. Азизов У.А., Закиров М.М., Умурзаков Р.К. Роль новейшей тектоники в формировании гидрогеологических условий города // Проблемы снижения природных опасностей и рисков / Материалы Междунар. Науч.-прак. конф. «ГЕОРИСК-2012». М.: РУДН, 2012. - С. 99-100.

14. Закиров М.М., Юсупов Ш.С., Зиявуддинов Р.С., Шин Л.Ю., Умурзаков Р.К., Абдунабиев Ш.А. Особенности изменения гидрогеохимического состава подземных вод в период сейсмической активизации за 1983-1986 гг. // «Проблемы сейсмической опасности и риска в Узбекистане, обеспечение безопасности населения при землетрясениях». Труды и тезисы Республиканской науч.-прак. конф. Ташкент: ИС, 2015. - С. 14-20.

15. Закиров М.М. О формировании гелия в природе, его связи с разрывными нарушениями и ослабленными зонами // «Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения / Междунар. науч.-техн. конф. Ташкент, ГИДРОИНГЕО, 2015. - С. 146-151.

16. Закиров М.М. Особенности аномальных изменений гелия в подземных водах, связанные с подготовкой предстоящего сильного землетрясения // Тез. междунар. конф. «Актуальные проблемы современной сейсмологии» посвящ. 50-летию ИС им. акад. Г.А.Мавлянова АН РУз. - Ташкент, ИС, 2016. - С. 56-58.

17. Юсупов Ш.С., Закиров М.М., Умурзаков Р.К., Шин Л.Ю. Исследование газохимического и изотопного состава подземных вод Приташкентского артезианского бассейна в связи с сейсмичностью // Там же. - С. 80-82.

18. Закиров М.М., Зиявуддинов Р.С. Особенности гидрогео-сейсмологических исследований на прогностических полигонах Узбекистана с целью прогноза землетрясений // Проблемы сейсмологии в Узбекистане. - Ташкент, ИС, 2016. - № 13. - С. 80-84.

19. Юсупов Ш.С., Закиров М.М., Умурзаков Р.К., Шин Л.Ю. Газохимический и изотопный составов подземных вод Приташкентского артезианского бассейна в связи с сейсмичностью // Там же. - С. 84-87.

20. Закиров М.М. Результаты оценки изменения содержания гелия в подземных водах, связанных с геолого-тектоническими условиями // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска

Центральной Азии / Мат-лы 9-го Казахстанско-Китайского Междунар. симпоз. - Алматы, 2017. - С. 137-140.

21. Закиров М.М. Об особенностях изменения концентрации гелия в подземных водах (на примере Южного Тянь-Шаня и Памира) // Современные проблемы механики. Прогноз и предупреждение горных ударов и землетрясений, мониторинг деформационных процессов в природном массиве: Научно-техн. журн. - Бишкек, 2018. - № 33. - С. 356-361.

22. Закиров М.М. Некоторые факторы, влияющие на содержание гелия в подземных водах Южного Тянь-Шаня и Памира как предвестники подготовки предстоящего сильного землетрясения // Анализ, прогноз и управление природными рисками с учетом глобального изменения климата. - М.: РУДН. 2018. - Т. 1. - С. 182-188.

23. Закиров М.М., Агзамова И.А. Оценка изменения содержания гелия в подземных водах, связанных с геолого-тектоническими условиями // Инновационное развитие нефтегазогеологической науки Узбекистана и роль молодежи в решении ее проблем / Мат-лы VI науч-практ. молодёж. конф. – Ташкент: ТГТУ, 2018. - С. 221-224.

24. Закиров М.М., Агзамова И.А. Факторы, определяющие изменение концентрации гелия в подземных водах Узбекистана и прилегающих территорий // Геодезические и маркшейдерские проблемы ведения кадастровых работ на объектах горно-металлургической отрасли. - Ташкент: ТГТУ: 2018. - С. 204-208.

25. Закиров М.М., Агзамова И.А., Очилов Г.Э., Бозоров Ж.Ш. Особенности изменения гидрогеохимических параметров подземных вод в период предшествующей и сопутствующей сейсмической активности // 58 Междунар. конф. «Итоги науки в теории и практике 2019г.». М.: ЕНО, 2019. №12,-С.511-515.

Автореферат “ТошДТУ хабарлари” илмий журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84 ¹/₁₆. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи:3,5. Адади 100. Буюртма № 34Т
«ALEKSA POLIGRAFIYA» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100084, Тошкент ш., Чингиза Айтматова, 33уй