

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

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**БЕГИМҚУЛОВ ДИЛШОД ҚАЛАНДАРОВИЧ**

**ҚАРШИ ШАҲРИ ҲУДУДИНИ СУВ БОСИШИ ВА  
ДРЕНАЖЛАНИШИНИ БАШОРАТЛИ БАҲОЛАШ ҲАМДА  
МОДЕЛЛАШТИРИШ**

**04.00.04 – Гидрогеология ва муҳандислик геологияси**

**ГЕОЛОГИЯ-МИНЕРАЛОГИЯ ФАНЛАРИ  
бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

**Фалсафа доктори(PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**  
**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Бегимкулов Дилшод Қаландарович**

Қарши шаҳри ҳудудини сув босиши ва дренажланишини башоратли  
баҳолаш ҳамда моделлаштириш .....3

**Бегимкулов Дилшод Қаландарович**

Моделирование и прогнозные оценки подтопления и дренирования  
территории города Карши .....21

**Begimkulov Dilshod Kalandarovich**

Modeling and predictive estimates of underflooding and drainage  
of the territory of the city of Karshi. ....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works .....42

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

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**БЕГИМҚУЛОВ ДИЛШОД ҚАЛАНДАРОВИЧ**

**ҚАРШИ ШАҲРИ ҲУДУДИНИ СУВ БОСИШИ ВА  
ДРЕНАЖЛАНИШИНИ БАШОРАТЛИ БАҲОЛАШ ҲАМДА  
МОДЕЛЛАШТИРИШ**

**04.00.04 – Гидрогеология ва муҳандислик геологияси**

**ГЕОЛОГИЯ-МИНЕРАЛОГИЯ ФАНЛАРИ  
бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.4.PhD/GM96 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Ислоҳ Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

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

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Иргашев Юлдашбай</b> геология-минералогия фанлари доктори, профессор
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Хабибуллаев Иброҳим</b> техника фанлари доктори, профессор <b>Таджибаева Нодира Рузиевна</b> геология-минералогия фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>«Ўзбекгидрогеология» ДУК</b>

Диссертация химояси Гидрогеология ва инженерлик геологияси институти хузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «07» июль соат 10<sup>00</sup> 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 (48 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 2021 йил «19» июнь кuni тарқатилди.  
(2021 йил «20» апрелдаги 3- рақамли реестр баённомаси).



**А.А. Мавлонов**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш раис ўринбосари,  
геология-минералогия фанлари доктори

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

**А.С. Ибрагимов**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси ўринбосари,  
геология-минералогия фанлари доктори (DSc)

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда урбанлашган шаҳарлар ҳудудларининг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини ўрганиш ва бирламчи геологик-гидрогеологик маълумотлар базаси сифатида аниқланган омиллар асосида уларнинг вужудга келишини башорат қилиш масаласи муҳим аҳамият касб этади. Ҳозирги вақтда ер ости сувлари сатҳи ер юзасига яқин жойлашган шаҳарлар ҳудудининг ер ости гидросфераси моделини тузиш орқали сув босиш ва дренажланиш жараёнларини башорат қилишни ҳал этиш мамлакатнинг барқарор ижтимоий-иқтисодий ривожланиши учун муҳим омил ҳисобланади. Бу борада географик ахборот тизимлари (ГАТ) технологияларини соҳага татбиқ қилишнинг назарий, услубий ва технологик асосларини ишлаб чиқиш шаҳарларнинг сув босиш жараёни тарқалган ҳудудларида фавқулодда вазиятларни олдиндан огоҳлантириш ва уларни бартараф қилишга хизмат қилади.

Дунёда ГАТ технологияларидан фойдаланган ҳолда хусусан, геофилтрация жараёнларини тавсифловчи дифференциал тенгламалар системасини ифодаловчи математик моделларни ишлаб чиқиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, грунт сувлари сатҳини башоратлашда филтрация масалаларини ечиш ва моделлаштириш услубиятини яратиш, урбанлашган шаҳар ҳудудларининг ер ости сувлари сатҳини башорат қилиш бўйича гидрогеологик масалаларни комплекс ҳал этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда шаҳар ҳудудларининг сув босиши ва дренажланишини башоратлаш билан боғлиқ гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тадқиқотларни бажаришда ГАТ технологияларидан фойдаланишга алоҳида эътибор қаратилиб, жумладан, урбанлашган шаҳарларни сув босиш жараёнларини таҳлил қилиш ва башоратлаш учун гидрогеологик шароитларни моделлаштириш технологияси ишлаб чиқилган. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида<sup>1</sup> «Фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва бартараф этиш тизимини такомиллаштириш» бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифалардан келиб чиқиб, шаҳар ҳудудларини сув босиш жараёнининг салбий оқибатларидан бино ва иншоотларни муҳофаза қилиш учун геоахборот технологияларидан кенг фойдаланиш асосида геофилтрацияни моделлаштириш методологияси бўйича тадқиқотлар олиб бориш муҳим илмий аҳамиятга эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 1 июндаги ПФ-5066-сон «Фавқулодда вазиятларнинг олдини олиш ва уларни бартараф этиш тизими

---

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

самарадорлигини тубдан ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари, 2018 йил 1 мартдаги ПҚ-3578-сон «Ўзбекистон Республикаси Давлат геология ва минерал ресурслар қўмитаси фаолиятини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда мазкур диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Шаҳар ҳудудларининг сув босиши ва дренажланишини ўрганиш бўйича илмий тадқиқотлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари олимлари S.P.Larson, M.P.Anderson, Y.K.Cheung, P.C.Trescott, E.C.Дзекцер, А.Ж.Муфтахов, В.И.Сологаев ва бошқалар томонидан ўрганилган. Ўзбекистоннинг урбанлашган шаҳар ҳудудларини сув босиши ва дренажланиши муаммоларини ўрганишнинг илмий-услубий ва башоратлашнинг амалий жиҳатларини ўрганиш бўйича турли йилларда Г.А.Мавлянов, Н.Н.Ходжибаев, К.П.Пулатов, Э.В.Мавлянов, Ф.Б.Абуталиев, У.У.Умаров, Б.Я.Нейман, М.А.Панков, К.М.Арипов, В.Г.Самойленко, Ю.И.Иргашев, Л.З.Шерфединов, Я.С.Садыков, А.И.Голованов, В.А.Гейнц, М.М.Крылов, У.У.Усмонов, М.Р.Рахимов, А.А.Мавлонов, И.Х.Хабибуллаев, М.С.Алимов, В.У.Магдиев, Н.Н.Камилов, Ж.Х.Джуманов, С.Х.Хушвактов, А.Б.Алимбаев, П.П.Нагевич, О.В.Чеботарев, И.Н.Грачева ва бошқалар томонидан тадқиқотлар олиб борилган, тадқиқотлар натижасида Ўзбекистон республикаси ҳудуди учун гидрогеологик шароитларни моделлаштириш технологияси ишлаб чиқилган, турли геологик ва муҳандислик-геологик шароитларда регионал ва локал мониторингни ўтказиш мезонлари белгиланган.

Эришилган илмий натижаларга қарамасдан, соҳада ечими топилмаган қатор муаммолар мавжуд. Жумладан, аввалги йиллардаги гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тадқиқотларининг далилий материалларини чуқур таҳлил қилиш ва кечаётган жараёнлар ҳақида янги тасаввурларни олиш учун уларни моделлаштириш бўйича қўшимча илмий изланишларни давом эттириш талаб этилади. Бу борада сув босиш ва дренажланиш ҳудудлари, хусусан Қарши шаҳри ва унга туташ ҳудудлар бўйича замонавий рақамли гидрогеологик моделни яратишнинг илмий асосларини чуқур тадқиқ этиш орқали сув босиши ва дренажланишни башоратли баҳолаш мазкур масалаларни ечишга имкон беради.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №И-2012-37/1

«Геология-қидирув ишлари натижаларини қайта ишлаш, ресурсларни баҳолаш ва улардан оқилона фойдаланиш учун Ўзбекистон Республикаси ер ости сув конлари бўйича замонавий рақамли гидрогеологик 3D-моделларни яратиш» (2012-2013), «Урбанлашган ҳудудларнинг сув босиши таҳлили ва уларни башорат қилиш учун гидрогеологик шароитларни моделлаштириш (Қарши шаҳри мисолида)» (2016-2020) ва «Худудларни сув босиш пайтида лёсс грунтларининг муҳандислик-геологик ва сейсмик хусусиятларини ўрганишнинг ўзига хос жиҳатлари» (2019-2020) каби инновацион ва амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Қарши шаҳри урбанлашган ҳудудининг сув босиш ва дренажланиш жараёнларининг ўзига хос хусусиятларини гидрогеологик моделлаштириш орқали башорат қилиш ва баҳолашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари** қуйидагилардан иборат:

Қарши шаҳри урбанлашган ҳудудининг сув босиш жараёнининг ривожланишига таъсир этувчи ноқулай табиий шароитларини аниқлаш;

Қарши шаҳри ҳудудининг ер ости гидросферасини шакллантирувчи асосий манбаларни аниқлаш;

геоахборот тизимлари асосида ҳудудларнинг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини ўрганишнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш;

Қарши шаҳри урбанлашган ҳудуди ер ости гидросферасининг уч ўлчамли моделини яратиш;

Қарши шаҳри ҳудудининг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини башоратли баҳолаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Қарши шаҳри урбанлашган ҳудудининг ер ости гидросфераси олинган.

**Тадқиқотнинг предмети**ни Қарши шаҳри ер ости гидросферасининг гидрогеологик шароити, асосий геофилтрация кўрсаткичлари, ер ости сувлари сатҳининг ўзгариши ва ҳудуднинг дренажланиши ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқотларни бажаришда гидрогеологик ва муҳандислик-геологик изланишларнинг анъанавий дала ва лаборатория усуллари, материалларни назарий умумлаштириш ва тизимли таҳлил қилиш усуллари, ҳудудларнинг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини ГАТ технологиялари ёрдамида моделлаштиришнинг замонавий усуллари қўлланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

сув босиш жараёнининг ривожланишига таъсир этувчи омиллар ва Қарши шаҳри ер ости гидросфераси шаклланишининг асосий манбалари аниқланган;

геоахборот тизимлари асосида ҳудудларнинг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини аниқлашнинг технологик схемаси ишлаб чиқилган;

Қарши шаҳри урбанлашган ҳудуди ер ости гидросферасининг уч ўлчамли модели ишлаб чиқилган;

табиий-техноген шароитларда Қарши шаҳри ҳудудининг сув босиш ва дренажланиш жараёнлари башоратланган ва баҳоланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

геоахборот тизимларининг асосий функциялари, уларнинг гидрогеологик тизимларга қўлланиладиган компонентлари ва модулларини ўзида мужассамлаштирган, Қарши шаҳри ҳудуди сув босиш ва дренажланиш жараёнлари бўйича янги технологик схема ишлаб чиқилган;

Қарши шаҳри ер ости гидросферасининг яратилган уч ўлчамли модели асосида урбанлашган ҳудуднинг алоҳида участкаларининг потенциал сув босиш даражасини тезкор баҳолаш имкони яратилган;

мураккаб гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тизимларни тадқиқ қилиш, жумладан, Қарши шаҳри ҳудудининг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини башоратли баҳолашга қаратилган электрон хариталар серияси тузилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Олинган натижаларнинг ишончлилиги Қарши шаҳри ва унга ёндош ҳудудлардаги 220 та бурғи кудуқлари ва шурфларнинг катта ҳажмдаги далилий материалларига, грунтларнинг физик-механик хоссаларига доир 670 та лаборатория тажрибалари, сув намуналарининг 410 та лаборатория таҳлилларига, ер ости сувлари сатҳининг кўп йиллик мониторинг тадқиқот натижаларига, шунингдек замонавий ГАТ дастурий таъминот муҳитида олинган маълумотларга таянганлиги билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ГАТ технологиялари асосида ҳудудларнинг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини тадқиқ қилишнинг технологик схемаси ва урбанлашган ҳудудлар ер ости гидросферасининг рақамли уч ўлчамли моделини яратиш услуги ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундаки, замонавий ГАТ технологиялари асосида яратилган Қарши шаҳри ҳудуди ер ости гидросферасининг рақамли уч ўлчамли модели сув босиш ва дренажланиш жараёнларини ўрганишга, уларни башоратли баҳолашга, шунингдек, тадқиқотлар мақсадига мос ҳисоб-китобларни бажаришга, натижаларни жамланма жадваллар, яъни қатламлар бўйича атрибутив ахборотлар шаклида олишга ва электрон хариталар серияларини тузишга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Қарши шаҳри ҳудудини сув босиши ва дренажланишини моделлаштириш ҳамда башоратли баҳолаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Қарши шаҳрининг ер ости гидросферасининг шаклланишига ва сув босиш жараёнининг ривожланишига таъсир кўрсатувчи техноген омиллар ва манбалар «ГИДРОИНГЕО институти» ДМда амалиётга жорий қилинган (Давлат геология қўмитасининг 2020 йил 21 декабрдаги 04-17-сон маълумотномаси). Натижада Қарши шаҳрида гидрогеологик-мелиоратив тадқиқотларни такомиллаштириш ва ахборотлилигини ошириш имкони яратилган;

геоахборот тизими асосида урбанлашган ҳудудларнинг сув босиш ва дренажланиш жараёнлари бўйича ишлаб чиқилган технологик схема «ГИДРОИНГЕО институти» ДМнинг гидрогеологик мониторинг тизимига

жорий қилинган (Давлат геология қўмитасининг 2020 йил 21 декабрдаги 04-17-сон маълумотномаси). Натижада шаҳарларнинг сув босиш жараёнига мойиллигини башоратли баҳолаш учун гидрогеологик тадқиқотлар олиб бориш муддатларини қисқартириш имконини берган;

ArcGIS 10.3 ва Visual MODFLOW 4.2. замонавий дастурлари асосида яратилган Қарши шаҳрининг урбанлашган худуди ер ости гидросферасининг уч ўлчамли модели «ГИДРОИНГЕО институти» ДМнинг фаолиятига жорий қилинган (Давлат геология қўмитасининг 2020 йил 21 декабрдаги 04-17-сон маълумотномаси). Натижа табиий-техноген шароитларда Қарши шаҳри худудини сув босиши ва дренажланишининг майдон бўйлаб тақсимотини башоратли баҳолашни асослаш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси:** Тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 9 та республика илмий ва илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 21 та илмий ишлар чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та илмий мақола, жумладан 6 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш қисмида** ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асослаб берилган, тадқиқотларнинг республика фан-техника тараққиётининг устувор йўналишлари билан боғлиқлиги кўрсатилган, мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асослаб берилган, илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиниши, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши ҳақида қисқача маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Муаммонинг ҳозирги ҳолати**» деб номланган биринчи бобида халқ хўжалиги объектларининг сув босиш жараёнини ўрганишнинг изчил ривожлантириш муаммолари ҳақида сўз юритилган. Сув босиш – бу гидрогеологик ва муҳандислик-геологик жараёнлар мажмуи бўлиб, унда худуднинг сув режими ва балансининг ўзгариши натижасида ер ости сувлари сатҳининг маълум бир критик чуқурликдан юқорига кўтарилиши ҳамда грунтлар намлигининг ошиши содир бўлади. Бу эса ўз навбатида қурилиш майдонининг гидрогеологик, муҳандислик-геологик ва экологик шароитларининг ёмонлашувига олиб келади, объектларни қуриш ва ишлатиш учун зарур шарт-шароитлар бузилади. Шаҳарлар худудини сув босишини ўрганиш бўйича энг тўлиқ умумлаштирувчи тадқиқотлар Е.С.Дзекцер томонидан амалга оширилган. Сув босиш жараёни босқичма-

босқич ривожланишининг умумий схемаси Н.П.Куранов, А.Ж.Муфтахов, А.П.Шевчик, И.М.Бывальцевлар томонидан ўрганилган ҳамда сув босиш жараёни ривожланишининг учта асосий босқичи аниқланган.

Бу масала янги эмас, чунки Ўзбекистоннинг арид зонаси шароитида йирик массивларнинг жадал ўзлаштирилиши уларда юз бераётган ўзгаришларни аллақачон ўрганиш зарурлигини тақозо этган. Шаҳарлар ва посёлкалар қурилишини ривожлантириш истиқболлари ва Қарши чўлини гидрогеологик-мелиоратив районлаштириш ҳамда уни суғориш муносабати билан ер ости сувлари режими ва муҳандислик-геологик шароитларининг ўзгаришини башоратлаш Н.Н.Ходжибаев, Э.В.Мавлянов, К.П.Пулатов, Ю.И.Иргашев, К.М.Арипов, Ю.П.Исаматов, В.У.Магдиев ва бошқалар томонидан батафсил ўрганиб чиқилган.

Ҳозирда сув босиш муаммосини замонавий ГАТ дастурларидан фойдаланиб ҳал этиш имкониятлари мавжуд. Сув босишини башоратлаш вазибаларини ҳал қилишда GMS (Groundwater Modeling System), FEFLOW (Finite Element Subsurface Flow & Transport Simulation System) ва Visual Modflow дастурларининг имкониятлари ва афзалликлари ўрганиб чиқилган. Қарши шаҳрининг муҳандислик-геологик шароитининг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда, табиий ва техноген омиллар таъсирида гидрогеологик шароитдаги ўзгаришларни моделлаштириш ва Қарши шаҳри ҳудудининг сув босиши ва дренажланишини башоратли баҳолаш учун Visual Modflow дастурий пакетидан фойдаланишнинг мақсадга мувофиқлиги асослаб берилган.

Диссертациянинг «**Қарши шаҳри ҳудудида сув босиш жараёнининг шаклланиши ва ривожланишининг асосий омиллари**» деб номланган иккинчи бобида Қарши шаҳри ҳудуди сув босиш жараёнининг шаклланиши ва ривожланишига ҳисса қўшадиган табиий-иқлимий, гидрогеологик ва техноген омиллар таҳлил қилинди. Иқлим шароитига кўра, Қарши шаҳри ҳудуди чўл-дашт зонасига тегишли. Атмосфера ёғинлари миқдори унчалик кўп эмас, асосан баҳор-киш мавсумида ёғади. Уларнинг асосий қисми ёмғир шаклида тушади, қор ёғиши нисбатан кам учрайди ва қор қоплами узок сақланмайди, одатда бир неча кун туради, холос. Ўрганилган ҳудудда рельефнинг иккита асосий тури ажратилади: паст тепаликлар; текисликлар.

Қашқадарё дарёси водийси ҳозирги замон ётқизиқларига тааллуқли грунт сувлари дарёнинг I ва II қайирусти террасалари майдонида кўплаб бурғи қудуқлари ва қудуқлар билан очилган. I қайирусти террасасида, йирик суғориш каналлари ва ариқлари яқинида грунт сувлари 5-15 м чуқурликда ётади. Дарё ва суғориш каналларидан узоклашган сари грунт сувларининг ётиш чуқурлиги аста-секин камайиб боради ва II террасада 3-5 м га, баъзи ҳолларда 5-6 м га етади. Ер ости сувлари шаклланишининг асосий манбалари дарё ва суғориш сувларининг шимилиши, тоғ тизмаси томондан келадиган ер ости сув оқими ҳисобланади.

Қарши шаҳри ҳудудини сув босиши ва дренажланишига таъсир этувчи техноген омиллар ҳам далилий материаллар асосида батафсил баён қилинди. Ҳудуднинг муҳандислик-геологик шароити тавсифланган, унда амударё

комплекси аллювиал ётқизикларининг ва қарнаб комплекси пролювиал ётқизикларининг гранулометрик, минералогик таркиби, карбонатлилиги, сувда эрувчан тузларнинг тарқалиши, шўрланганлиги, физик-механик хусусиятлари кенг ёритилган. Худудда тарқалган замонавий геологик ва муҳандислик-геологик жараён ва ҳодисалар ҳақида ҳам маълумотлар берилган. Худудда тарқалган тоғ жинслари литологик тузилиши ва физик-механик хусусиятларига кўра, 0-26 м қалинликдаги кесим бўйлаб, 6 та муҳандислик-геологик қатламларга ажратилган.

Қарши шаҳри худудининг марказий, жанубий-ғарбий ва жанубий қисмларини сув босиш жараёни ҳарбийлар шаҳарчаси, вилоят травматология шифохонаси, Шибает ва Механизаторлар посёлкалари худудларида намоён бўлади. Аэропорт ва темир йўл вокзали майдонларида грунт сувлари сатҳи 1,0 – 2,0 м гача чуқурликда жойлашган бўлиб, суғориш мавсумида сатҳ 0,7–1,0 м ни ташкил этади, бу эса шаҳар майдонининг 15% қисмида ноқулай ҳолатни юзага келтиради. Қарши шаҳрида мавжуд дренаж иншоотларининг ишлаш шароитлари ва уларнинг самарадорлиги ўрганилганда, саноат ва техник сув таъминоти учун 61 та қудуқдан – 2,76 минг м<sup>3</sup>/сутка, ерларни суғориш учун 82 қудуқдан – 3,63 минг м<sup>3</sup>/сутка, ер ости сувлари сатҳини пасайтириш учун 90 дан ортиқ вертикал дренаж қудуқларидан – 22,3 минг м<sup>3</sup>/сутка ер ости сувлари тортиб олиниши аниқланди. Қарши шаҳри худудида сув босиш жараёнининг шаклланиш ва ривожланиш омилларини таҳлил қилиш асосида грунт сувларининг сатҳи 1979 йилдан буён жадал кўтарилиб келаётганлиги аниқланди. Сатҳнинг ўртача йиллик кўтарилиши 0,25-0,6 м га тенг. Грунт сувлари сатҳининг кўтарилган ҳолати ерларнинг комплекс ирригацион ўзлаштирилиши, ичимлик ва техник эҳтиёжлар учун етказиб берилаётган сувнинг умумий ҳажмидаги йўқотишлар билан боғлиқ.

Диссертациянинг «**Шаҳар худудларини сув босиши ва дренажланишини ўрганишнинг геоахборот таъминоти**» деб номланган учинчи бобида сув босиш ва дренажланишни ўрганишнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш, Қарши шаҳрининг геоахборот базасини тузиш ҳамда моделини яратиш учун ахборотни тақдим этиш турлари ва унинг бошқарув қарорларини қабул қилишни қўллаб-қувватлашдаги аҳамияти кўриб чиқилган. Гидрорежим ишларининг амал қилиш, локал ва регионал даражаларда мониторинг қилиш самардорлигини оширишда геоахборотли тизимлар муҳим роль ўйнайди. Сув босиш ва дренажланиш каби геофилтрация жараёнларини ўрганиш бўйича бундай тизимлар анча узок вақтдан бери қўлланиб келинмоқда.

Фактографик маълумотлар базаси моделлаштириш объекти ва унда кечувчи жараёнлар тўғрисидаги кенг қўламли тезкор маълумотларни ўзида мужассамлаштирган. Улардан кўп маротаба фойдаланиш моделини аниқлаштиришга, доимий ўзгариб турувчи табиий-техноген шароитларга маълумотларнинг мослигини сақлаб қолишга имкон яратади. Асосан моделлаштириш натижалари сонли шаклдан график шаклга айлантиради. Бу геоахборот-математик модель базаси қуйидаги уч компонент: бирламчи фактографик маълумотлар базаси; картографик маълумотларнинг

геомаълумотлар (геоахборот) банки; геоахборотли-математик модель ва геомаълумотларнинг фазовий таҳлилидан иборат эканлигини тасдиқлашга асос бўлади. Амалдаги маълумотларни жамлаш ва сақлаш тузилмаси замонавий талабларга жавоб бермайди ва уни қайта кўриб чиқишни тақозо этади. Шу муносабат билан фактографик материаллар ва геологик фазовий маълумотлар базасини шакллантириш ҳамда жорий этиш услубияти ва алгоритмларини, шунингдек гидрогеологик фазовий маълумотларни шакллантириш жараёнидаги маълумотлар базасини қўллаш услубиятини ҳам ишлаб чиқиш зарур.

Қарши шахрини сув босишини ўрганишда маълумотлар базаси тузилмасини яратиш учун қуйидаги вазифаларни ҳал қилиш зарур: 1) мониторинг маълумотларини ҳисобга олишни амалга ошириш; 2) экзоген геологик жараёнлар (ЭГЖ) мониторинги ва башорати натижаларини таҳлил қилиш; 3) давлат мониторинги регламенти ҳамда истеъмолчилар сўровларига мувофиқ ҳисобот ахборотини тузиш; 4) мониторинг ва гидрорежим ишларининг турли ташкилий даражаларида ЭГЖ ва сув босиши тўғрисидаги маълумотларни узатиш ва ахборот алмашувини таъминлаш; 5) салбий геологик ва муҳандислик-геологик жараёнлар ривожланишининг олдини олишни башорат қилиш усулларини такомиллаштириш учун ЭГЖ ривожланишининг кўп йиллик макон-замон динамикаси асосий тенденциялари ва регионал ўзига хосликларини аниқлаш мақсадида таҳлилий умумлаштиришни ўтказиш.

Урбанлашган ҳудудлар муаммоларидан бири сифатида кўтарилган мураккаб ўзаро таъсирлар оқибатлари ҳамроҳлигида кечувчи гидрогеологик тизимлар эволюциясини ўрганиш геоахборот тизимининг асосий вазифаларидан ҳисобланади. Бу эса шаҳар муҳитининг динамик ҳолатини тавсифловчи кенг доирадаги маълумотлардан фойдаланишга бўлган қизиқишни олдиндан белгилаб беради. Уларнинг асосий афзаллиги – қурилишлар ҳудудининг геологик, гидрогеологик, муҳандислик-гелогик шароитини баҳолаш хариталари каби турли картографик ахборотларни биргаликда таҳлил қилишнинг кенг имкониятларига эгалигидир.

Ҳозирги вақтда ҳудудларнинг сув босиш муаммоларини ҳал қилиш учун мўлжалланган геологик маълумотлар базасини шакллантириш, ҳолатнинг доимий назоратини олиб борувчи мониторинг тадқиқотларидан ташқари замонавий ГИС технологияларидан ҳам фойдаланишни тақозо этмоқда. Бу маънода Қарши шаҳри ҳудудини сув босиши ва дренажланишини башоратли баҳолаш учун гидрогеологик ва муҳандислик-геологик шароитларни таҳлил қилишда рақамли хариталар сезиларли роль ўйнамоқда. Маълумотларнинг геологик базасини яратишда геоахборотли хариталаштириш технологияси, электрон хариталаштириш тажрибаси ҳамда етти босқичдан иборат бўлган муаллифнинг камерал тадқиқотлари натижаси асос сифатида қабул қилинди.

Геобазалар картографик материалларни сақлаш билан бир қаторда жамланма жадваллар кўринишидаги ҳисоб-китобларни бажариш ва натижаларни олиш учун имкон беради. Шу тарзда қатламлар бўйича атрибутив ахборотлар олиш имконияти пайдо бўлади. Ҳар бир жадвалда

кудукларнинг сони, тури, умумий майдони, сувли горизонт узунлиги, кенглиги, дарёлар сарфи ва ҳоказолар каби асосий кўрсаткичлар бўйича бошланғич ахборотлар тўплами жойлаштирилган ҳамда ҳисоб-китоблар яқунлари келтирилган.

Бугунги кунга келиб шаҳар ҳудуди учун, гарчи мақсадга йўналтирилган геологик ва гидрогеологик съёмка ишлари амалга оширилмаётган бўлсада, турли-туман ахборотларнинг каттагина ҳажми тўпланган. Улардан фойдаланиш самарадорлиги гидрогеологик маълумотларни интеграциялаш ва ялпи интерпретация қилиш, башоратларни асослаш, геологик муҳитга техноген таъсирларни моделлаштириш ҳамда истиқболли лойиҳа ечимларини башоратлаш имкониятини беради. Худудларни бошқаришни оптималлаштириш ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш билан боғлиқ масалаларда ўта аҳамиятлидир. Геоахборот тизими ўзининг тузилмасига кўра бир нечта нисбатан мустақил функционал блоклардан иборат бўлиб, уларнинг ҳар бири ахборотни сақлаш, қисман ишлов бериш ва узатишга, маконли таҳлил ва ахборот тизими вазифаларини ҳал қилишга мўлжаллангандир.

Моделнинг қиммати моделлаштириш маълумотларини далилий маълумотлар билан геоахборотли ва гидродинамик ёндашувлар асосида солиштириш орқали шакллантирилган хулосанинг ҳамда натижаларнинг ишончилигидан иборат. Оқимларнинг тақсимланишини аниқлаштиришда математик моделдан фойдаланилади. Сув оқадиган коммуникациялар носозлиги туфайли исроф бўлаётган сувларнинг ишончли ҳисоби бўлмаган ҳолатда, кўшимча инфильтрацион тўйиниш қийматини миқдорий баҳолаш муҳим ўрин тутаяди. Унинг ёрдамида муайян натижаларни қўлга киритиш ва шулар асосида шаҳар ҳудудидаги грунт сувлари сатҳини ер юзасига  $h_{oc}=3m$  гача яқинлаштирамаслик учун худуднинг дренажланиши ва дренаж иншоотини баҳолаш ҳисоб-китобларини амалга ошириш мумкин. Ер ости сувларининг чиқиб кетиш шароитларига худуднинг дренажланиш даражаси ҳар томонлама таъсир кўрсатади. Худуднинг дренажланиш даражаси ер ости сувларининг тўйиниш ва чиқиб кетиш соҳаларидаги гипсометрик ўзаро муносабатларга, рельеф ва унинг табақаланганлигига, геологик кесим литологик таркибининг ўзига хосликлари ва ер ости оқими шаклланиши учун мақбул шароитларнинг мавжудлигига боғлиқ.

Қарши шаҳри ҳудуди регион планида яхши дренажланган майдонлар жумласига киради. Шаҳарнинг катта қисмида грунт сувлари 3-5 метр чуқурликда, шаҳарнинг шимолий-ғарбий қисмида эса 8-10 метр ва ундан чуқурроқда жойлашган. Шу билан бирга, кесимнинг юқори қисмини ер ости сувлари тўйинишининг локал соҳалари сифатида тавсифлаган ҳолда уларда кучсиз дренажланган ва дренажланмаган худудлар мавжудлигини таъкидлаш жоиз. Бундай шароитлар ер ости сувларининг ён томондан оқиб чиқиб кетишига тўсқинлик қилади ҳамда юзаки сувлар шаклланишини, бинобарин сув босиш жараёнларини келтириб чиқаради.

Сув босиш ва дренажланишни башоратлаш учун *ArcGIS* дастурий мажмуаси муҳитига созланган «*fieldcalculator*» функцияси мавжуд комплекс

рақамли харита яратилган. Харита ҳудуднинг дренажланганлиги бўйича аввала жратилган: кучсиз дренажланган, мўътадил дренажланган, яхши дренажланган гуруҳларга тўлиқ мос равишда участкаларнинг фазовий тақсимланишини намойиш этади. Ҳудудларнинг сув босиш даражаси, ер ости сувлари сатҳининг ётиш чуқурлиги бўйича табиий ва техноген омиллар таъсири билан бир вақтда аниқланади. Қарши шаҳри ҳудуди учун ер ости сувлари ётиш чуқурлигининг тўртта: ер юзасига яқин (0–1 м); чуқур бўлмаган (1–3 м); ўртача (3–5 м) ва чуқур (5–10 м) категориялар қабул қилинди.

Аниқланишича, Қарши шаҳридаги сув қувурлари ва канализация тармоқларида умумий сув сарфи 30 дан 40% гача йўқолади ва бу 60-80 минг м<sup>3</sup>/суткани ташкил этади. Бу майдон бўйича йўқотишларнинг сув истеъмолига пропорционал тақсимланишини аниқлаш учун асос бўлади. Қарши шаҳридаги қўшимча тўйинишни даражалаш учун қуйидаги категориялар ажратилди: 1 га ҳудудга – 50 м<sup>3</sup>/сут дан кам; 50 га – 100 м<sup>3</sup>/сут; 100 га – 200 м<sup>3</sup>/сут ва 100 га – 200 м<sup>3</sup>/сут дан кўп.

Сув босишнинг кучли ривожланиши ва уни вужудга келтирувчи омиллар ўртасидаги ўзаро боғлиқликлар уларнинг барчаси нисбатан мустақил эканлигини ҳамда геологик муҳитга таъсирининг ўзига хос хусусиятларига кўра бўлинганини кўрсатмоқда. Бундай ўзаро боғлиқлик сув босиш жараёнларининг ривожланишига имкон яратувчи сабаб-оқибат ходисалар занжирини яратади. Шундай қилиб, моделнинг филтрация схемаси асосини тажриба-филтрация ишлари, геологик-гидрогеологик, геофизик ва баланс тадқиқотлари, шунингдек ихтисослашган экологик-гидрогеологик ва гидрологик изланишлар маълумотлари ташкил этиши лозим. Гидродинамик моделлар сув босиши ва дренажланишни башоратли гидродинамик баҳолаш учун турли дастурий мажмуаларнинг автоном геоахборот блокларини ўз ичига олади.

Қарши шаҳрининг сув босиш жараёнини фазовий гидродинамик моделлаштиришни кўриб чиқишда қуйидагилар таклиф қилинган: фактографик ва картографик геофазовий маълумотлар базасини шакллантириш ва юритишнинг усуллари ва алгоритмлари; шаҳар муҳити динамик ҳолатини тавсифловчи сув босишнинг ажратиб кўрсатилган зоналарини ҳисобга олган ҳолда аэрация зонаси қалинлиги хариталарини моделлаштириш орқали олинадиган натижалар асосида сув босишини башоратлаш усуллари; математик моделлаштириш жараёнида амалга ошириладиган, хариталарни, профилли схемалар ва жадвалларни тайёрлаш, табиий шароитларни схемалаштиришни ўз ичига оладиган ер ости сувлари оқимларини рақамли уч ўлчамли имитацион моделлаштиришдан фойдаланувчи шаҳар ҳудудларини сув босиши ва дренажланишини таҳлил қилиш, башоратлаш учун геоахборот тизими.

Ҳозирги вақтда шаҳар ҳудуди, йирик корхоналар ва гидрогеологик объектлардаги сув босиш ва дренажланиш жараёнларини бошқаришда геоахборот тизимларининг қўлланилиши бўйича тажрибалар мавжуд. Регионал ва локал ҳудудларда ўтказиладиган мониторинг изланишлари ГАТ

технологияларидан фаол фойдаланиш мавжуд муаммолар ечимига янгича, бирмунча чуқурроқ ёндашиш имконини яратади.

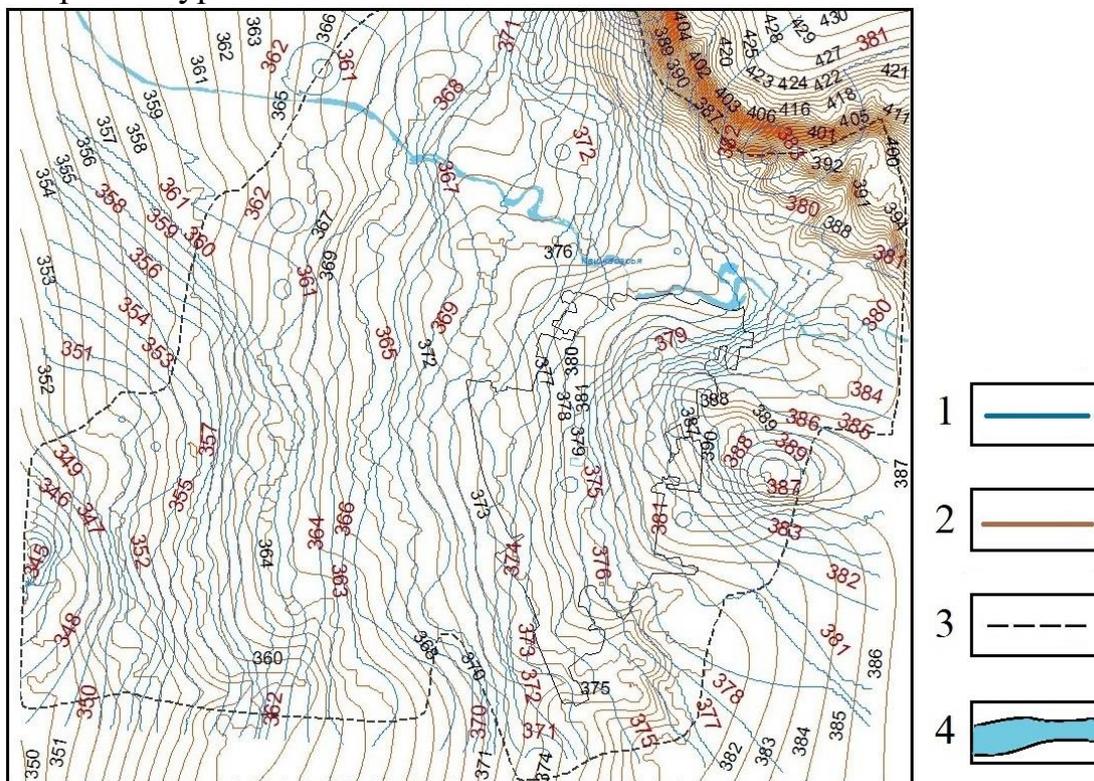
**«Шаҳар ҳудудларини сув босиши ва дренажланишини башоратли баҳолаш ҳамда моделлаштириш амалиёти»** деб номланган тўртинчи бобда ҳудудларнинг сув босиши ва дренажланиши каби техноген жараёнларни моделлаштириш ва башоратли баҳолаш натижалари, геоахборот моделлаштириш хусусиятлари, Қарши шаҳри ҳудудини сув босиши ва дренажланиши жараёни геоахборот модели ва уни қўллашнинг амалий жиҳатлари келтирилган. Қарши шаҳри ҳудудининг геофилтрация, сув босиши ва дренажланиш жараёнларини моделлаштиришда ГАТ билан интеграциялашган VisualModflow дастурий пакети ва географик координаталар асосидаги ArcGIS дастурий тизимлари қўлланилган. Натижаларни қўлга киритиш учун космоаэрофотосъёмка, рақамли масофали зондлаш, геодезик ишлар ва геология – қидирув, гидрогеологик тадқиқотлар материаллари, шунингдек вербал тавсифлар, чизмалар, статистик ва кўплаб бошқа маълумотлар хизмат қилди.

Тизимни шакллантириш учун асос *биринчи қадам* – маълум бир ном остида янги моделни яратиш эди. Бу босқичда моделнинг бошланғич маълумотларини сақлаш учун папка танланди (*D:\Model\_Karshi*). *Иккинчи қадам* – сувли горизонтлар чегаравий шартлари ва параметрларини аниқлаш учун ортогонал тўрни моделлаштиришдир. *Учинчи қадам* қатламларнинг турларини аниқлаш билан боғлиқ: биринчи босимсиз – «1», иккинчи ва учинчи босимли – «0», *Grid* менюсидан *Layer Type* буйруғи танланади. Тўрли модель асосий чегаравий шартлар билан бўлинган. Уларда ҳар бир ячейка ўзининг сатҳ маълумоти кодига эга: шимолий чегарада гидравлик сатҳ «1» ячейкада (фаол ячейка) ўзгарувчан; жанубий оқимда у йўқ ва бу ерда «0» (нофаол ячейка) қўйилади. Тўрли моделнинг чегаравий шартлари – *Сетка* менюсидаги *IBOUND* буйруғи ёрдамида танланади. *Тўртинчи қадам* ер ости сувли горизонтларининг мутлақ белгиларини танлаш – *Grid* менюсидан *Top of Layers* буйруғи билан ажралиб туради.

Шундай қилиб, xls, shp, dat ва бошқа барча рухсат этилган ахборотлардан фойдаланиш фойдаланувчига стандарт дастурларни яратиш ва таҳрирлаш, моделлаш, бошқариш, файлларни ўқиш ва файл номларини бошқариш имконини беради. Бундан ташқари, ҳар бир файл филтрацион параметрлари мавжуд мунтазам сирт ячейкаларининг X, Y, Z координатали тўртдан ортиқ устунларига эга, уларнинг баъзилари номланган ёки тартиб бўйича рақамланган. Рақамли модель ёрдамида олинган ер ости сувлари сатҳининг натижаларини рельеф қийматлари билан таққослаш харитаси натижаловчи материалдир (1-расм). Рельефнинг абсолют белгилари ва ер ости сувлари сатҳининг (ер юзасидан биринчи сувли горизонти) модель томонидан талқин этилган қийматларини таққослаш асосида бу юзаларнинг майдон бўйлаб узлуксиз тақсимланиш grid-тасаввурлари яратилди.

Харитада майдон бўйлаб рельеф изолиниялари ва ер ости сувлари сатҳининг мослиги кузатилади. Мазкур ҳолатда ер ости сувларининг ҳаракати шарқдан ғарбга томон йўналган, шунингдек рельефнинг пасайиши

хам ғарбга йўналган. Шимолий-шарқий ва шарқий қисмларда ер ости сувларининг сатҳига мос келмайдиган рельеф майдончалари мавжуд. Танланган нисбатан яққаланиб қолган ҳудудлар, асосан ер ости сувларининг тўйиниш, транзит қилиш ва Қашқадарё дарёси ўзани ҳудудларида уларнинг чиқиб кетиш соҳаларига тегишли. Харитада улар ёпиқ ҳаво ранг чизиқлар билан ажратиб кўрсатилган.



**1-расм. 1:100 000 масштабда ер ости сувлари сатҳи модель натижалари ва рельефни таққослаш харитаси (Д.Қ.Бегимкулов, 2020)**

1 – ер ости сувлари гидроизогипис чизиқлари; 2 – рельеф изолинялари;  
3 – Қарши шаҳрининг истикболли чегаралари; 4 – Қашқадарё дарёси.

Юқори тўртламчи давр сувли горизонти (гравий-шағалли ётқизиклар) ер ости сувларининг шаклланиш ва сарфланишининг замонавий шароитлари ўрганилаётган майдондаги баланс тадқиқотлари билан тавсифланади. Баланс тадқиқотлари контурининг горизонтал чегараси сифатида, шартли равишда, Қарши шаҳри яқинидаги Қашқадарё дарёси ўзани, вертикал чегараси сифатида эса ўрганилаётган сувли горизонтнинг қуйи қисми хизмат қилади.

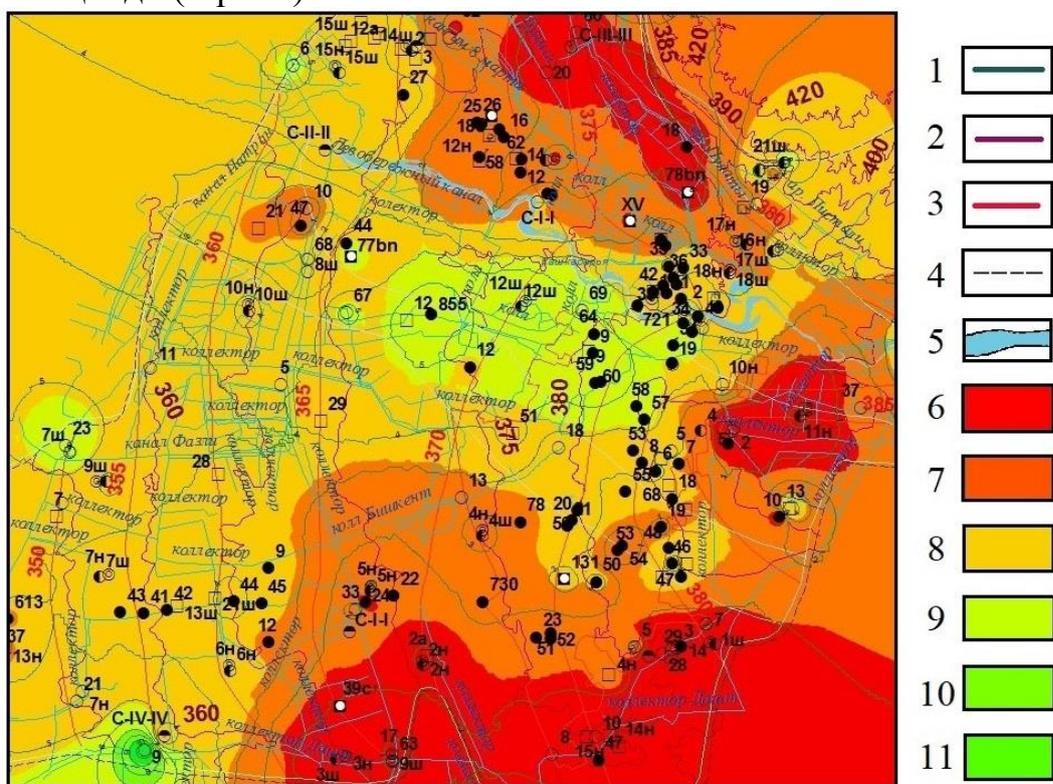
Умуман, баланс тадқиқотлари оқиб келувчи ва сарфланувчи қисмлар бўйича ер ости сувларининг шаклланиш шароитларини баҳолашдан иборат. Ўтказилган таҳлиллар ер ости сувларининг баланси қуйидагича мувозанатда эканлигини кўрсатди:  $0,708 - 0,682 = 0,026 \text{ м}^3/\text{с}$  ёки 2,6 %, бу баланс ҳисоб-китобларининг аниқлигини тасдиқлайди. Шундай қилиб, таҳлилнинг кўрсатишича, моделлаштиришдаги қайта вазифаларни ҳал қилиш яратилган модель ишончлилигини, унинг табиий филтрлаш схемасига мос келишини ҳамда бунинг асосида бажариладиган муҳандислик башоратларининг ишончлилигини баҳолаш усули сифатида юзага чиқади. Яратилган модель қуйидаги жараёнларни ўз ичига олади: 1) фильтрация муҳитининг

параметрларини белгилаш ва аниқлаштириш, тажриба сув чиқаришни амалга ошириш, мавжуд сув олиш иншоотлари самарасини баҳолаш ва бошқалар билан уларнинг ишончилигини асослаш; 2) ўрганилаётган объект фильтрация схемасининг ўзига хосликлари ва тузилишини аниқлаштириш; 3) чегаралар ва таъсир этувчи чегаравий шароитларнинг гидродинамик ролини аниқлаштириш; 4) сув баланси элементларини белгилаб олиш ва уларни аниқлаштириш; 5) фильтрация моделини тузиш ҳамда унинг ишончилигини сифатли асослаб бериш; 6) тузилган моделнинг ва унда амалга оширилган башоратларнинг аниқлиги ва ишончилигини миқдорий баҳолаш.

Моделлаштириш воситасида сув босиш жараёнларини муҳандислик-геологик башоратлашни аниқлаштириш, объектларнинг энг мақбул эксплуатацион шароитини аниқлаш, келгусидаги тадқиқотларнинг турларини, ҳажмларини тўғри танлаш, уларнинг услубиятлари ва усулларини такомиллаштириш имконини берувчи баҳолаш босқичига хос муаммоларни ҳал қилиш мақсадга мувофиқдир. Ер ости сувлари режимини назорат қилиш ва муҳандислик иншоотларидан фойдаланиш давридаги мониторинг кузатувларидан олинган натижалар моделлаштириш асосини ташкил қилади. Замонавий гидрогеология ва муҳандислик геологиясининг энг долзарб муаммоларидан бири бўлган башоратлаш кузатув ишлари натижаларининг аниқлигини ва ишончилигини баҳолаш учун хизмат қилади, чунки унинг ечими Қарши шаҳри ҳудудини сув босиши ва дренажланиш жараёнларини бартараф этиш бўйича лойиҳаларни асослашни таъминлайди. Таҳлиллар кўрсатишича, шаҳар ҳудудининг шимолий ва жанубий қисмларидаги кичик ҳудудларда интенсив сув босиши муҳандислик-геологик шароитни ҳисобга олмасдан ва тегишли муҳандислик тайёргарлигисиз пухта ўйланмаган қурилиш тадбирлари билан боғлиқ. Бу ерда қуйидаги майдонларнинг техноген сув босиши алоҳида ажралиб туради: камроқ ботқоқлашган майдонлар – бунда ер ости сувларининг белгиланган ёки башоратланган ётиш чуқурлиги 0,0 дан 3,0 м гача ўзгариб туради; сув босишга мойил бўлган майдонлар – ер ости сувларининг ётиш чуқурлиги 3,0 метр ва ундан ортиқ; сув босмайдиган майдонлар – қурилиш фаолиятининг фаол зоналари (20 м гача) чегараларида қалинлиги бир метрдан ортиқ бўлган оғир суглинок ва лёссимон гил қатламлари йўқ ҳамда бу майдонларда ер ости сувлари сатҳи 3,0 метрдан чуқурда жойлашган.

Рельефнинг абсолют белгилари ва ер ости сувлари сатҳининг (ер юзасидан биринчи грунт сувлари сувли горизонти) модель томонидан талқин этилган қийматларини таққослаш асосида бу юзаларнинг майдон бўйлаб узлуксиз тақсимланиши, муҳандислик-геологик жараёнларининг, грунтларнинг шўрланиш даражаларининг тарқалиши тўғрисида grid-тасаввурлар яратилди. Муҳандислик-геологик шароитларни баҳолаш харитаси тузилди ва унда учта зона (шартли қулай, ноқулай, ўта хавфли) ажратилди. Унда аэрация зонаси таркиби ва ҳолатининг турлича шароитлари, ер ости сувларининг ётиш чуқурлигига боғлиқ равишда грунтларнинг шўрланиши тавсифланган, ҳудуднинг муҳандислик-геологик жараёнлари билан қамраб олинганлиги баҳоланган.

Геоахборот тизимининг электрон хариталари мавжуд маълумотларни қайта ишлаш натижасидан иборат ва автоматик режимда шаҳар ҳудудларини сув босиши ва дренажланишини башоратлаш, шунингдек техноген сув босиш жараёнларининг ривожланишига таъсир этувчи омилларнинг комплекс ҳисобини эксперт баҳолаш учун асос бўлиб хизмат қилади. Бундай баҳолаш асосида техноген сув босиш жараёнларининг ривожланиш интенсивлигини белгилайдиган омилларнинг ўзаро боғлиқлиги ҳақидаги умумий қабул қилинган фикр ётади. Қарши шаҳрининг башоратли гидрогеологик моделини яратиш учун математик моделлаштириш усуллари қўлланилди, улар ёрдамида ер ости сувлари сатҳининг ўзгариши тахминий баҳоланди, сув босиш ва дренажланиш майдонлари аниқланди. Ушбу тадқиқотлар асосида ер ости сувлари тўйиниш ҳажмлари ўзгарганда сув босганлик даражасини математик усуллар билан аниқлашга имкон берувчи геофилтрация модели ишлаб чиқилди (2-расм).



**2-расм. 1:100 000 масштабда ҳудуднинг сув босиши ва дренажланиши схематик харитаси (Д.Қ.Бегимқулов, 2020)**

1 – грунт сувлари ётиш чуқурлиги контурлари; 2 – рельеф изолиниялари; 3 – грунт сувларининг гидроизогипис чизиқлари; 4 – Қарши шаҳрининг истиқболли чегаралари; 5 – Қашқадарё дарёси. Грунт сувлари сатҳининг ётиш чуқурлиги, м: 6 – 0.5–1.5; 7 – 1.5–3.0; 8 – 3.0–5.0; 9 – 5.0–7.0; 10 – 7.0–8.5; 11 – 8.5–10.5

Тузилган харитада геоахборот тизими Қарши шаҳри ҳудудининг алоҳида участкаларининг хусусияти ва потенциал сув босишини баҳолаш сифатида тақдим этилади. Ушбу майдонлар тадқиқ қилинган ҳудуднинг жанубий, қисман шарқий ва шимолий қисмларида жойлашгандир. Ушбу майдонларнинг ажратилишига гидродинамик моделлаштириш натижалари асос бўлган ва унда у ёки бу таъсир остида шаҳар ҳудуди гидрогеологик

шароитларининг ўзгариши акс этган. Қарши шаҳрининг истиқболли худудида сув босиш зоналари ва ер ости сувларининг дренажланиш майдонлари ажратиб кўрсатилган, дренажланиш майдонлари харитада бирмунча очроқ ранглар билан белгиланган.

Шундай қилиб, Visual Modflow дастурлар пакетини қўллаш асосида, Қарши шаҳри худудини сув босиши ва дренажланиши учун локал моделдан восита сифатида фойдаландик. Бу ерда, сувли горизонтлар ва кучсиз ўтказувчан ётқизиклар фильтрацияси (сизиб ўтиш параметрлари) параметрик элементларининг аниқлигини, ер ости сувларининг ер устидан инфильтрацион тўйиниш билан ўзаро боғлиқлигини аниқлаш учун эпигноз туридаги масалаларни модель ёрдамида ечиш кўзда тутилган. Натижалар турли даврларда ҳар хил параметрлар ёрдамида ҳисоблаш ишларини олиб бориш орқали аниқлаштирилди. Модель элементларининг баҳоланиши ва ишончлилиги ер ости сувларининг оқиб келиши ва чиқиб кетишининг ўхшашлик даражасини топиш ва ер ости сувлари сатҳининг табиий ётиш ўлчовларини таққослаш орқали аниқланади, бу эса табиий, бузилмаган шароитларда тескари масаланинг моҳияти ҳисобланади.

Моделларни жойга мослаштириш ўртача йиллик ер ости сувлари сатҳи маълумотлари, шунингдек маълумотлар банки натижаларидан келиб чиққан ҳолда режим тармоғидаги кудуқларда амалга оширилди. Дренажга оқиб келаётган табиий ва моделдаги сув оқимлари маълумотлар базасидаги гидропостлар бўйича таққосланди, дарёларга оқиб келаётган табиий ва моделдаги сув оқимлари эса створлардан олинган натижалар билан таққосланди. Ер ости сувларининг сунъий тўсиқлар билан бундай ўзаро таъсири мавжуд оқим чизиқларининг бузилиши ва фильтрацион оқим мураккаб шаклининг пайдо бўлишини назарда тутганлиги боис, сатҳлардаги ўзгаришларни баҳолаш учун гидрогеологик шароитларни рақамли моделлаштириш усулларида фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Мазкур ҳолатда моделлаштиришни ўрганилаётган худуднинг чегараларига турли шаклларда жойлаштирилган энг кичик ўлчамга ва фильтрацион кесимнинг одатий шароитларига эга локал участка учун бир қанча вариантларда бажариб кўриш таклиф этилади.

## ХУЛОСА

Тадқиқотнинг натижалари бўйича қуйидаги асосий хулосаларни келтириш мумкин:

1. Қарши шаҳри худудининг сув босиш жараёни ривожланишига таъсир этувчи ноқулай омиллар ва шаҳар ер ости гидросфераси шаклланишининг асосий манбалари аниқланди, сув босишининг ривожланиш жадаллиги ва уни назорат қилувчи асосий омиллар тавсифлаб берилди. Таъсир этувчи омиллар ва асосий манбаларни муайян кетма-кетликда жойлаштириш урбанлашган худудлар ер ости гидросфераси моделини тузиш учун асос ҳисобланади.

2. Замонавий географик ахборот тизимлари технологиялари ёрдамида Қарши шаҳри ва унга туташ ҳудудлар тадқиқотларининг шу пайтгача тўпланган натижалари мажмуини ўз ичига олган геоматълумотлар базаси шакллантирилди, тадқиқот материаллари географик координаталарнинг ягона тизимига бирлаштирилди, мустақил электрон қатламлар кўринишига келтирилди ва ҳудуднинг гидрогеологик модели яратилди. Яратилган модель Қарши шаҳрида ўтказиладиган гидрогеологик, муҳандислик-геологик ва геозологик тадқиқотлар мақсадига мос ҳисоб-китобларни бажариш, натижаларни жамланма жадваллар, қатламлар бўйича атрибутив ахборотлар шаклида олиш ва электрон хариталарни тузиш учун тавсия этилди.

3. Гидрогеологик тадқиқотлар натижалари бўйича рақамли хариталар тузиш амалиётида геоахборот тизимлари асосида ҳудудларнинг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини ўрганишнинг технологик схемаси ишлаб чиқилди. Геоахборот тизимларининг асосий функциялари, уларнинг гидрогеологик тизимларга қўлланиладиган компонентлари ва модулларини жамлаган технологик схеманинг тузилмаси гидрогеологик мониторинг тизимига тавсия этилди.

4. ArcGIS 10.3 ва Visual MODFLOW 4.2. замонавий дастурлари асосида Қарши шаҳрининг урбанлашган ҳудуди алоҳида участкаларининг потенциал сув босиш даражасини тезкор баҳолаш имконини берадиган шаҳар ер ости гидросферасининг уч ўлчамли модели яратилди. Модель асосида Қарши шаҳри ва унга ёндош ҳудудларнинг мураккаб гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тизимларини тадқиқ қилиш, жумладан, сув босиш ва дренажланиш жараёнларини башоратли баҳолашга қаратилган электрон хариталар серияси тузилди ва амалиётга тавсия этилди.

5. Сув босиш ва дренажланиш техноген жараёнларининг эҳтимолий ривожланишини башоратли баҳолаш асосида аэрация зонасининг таркиби ва ҳолати, ер ости ёки юзаки сувлар ётиш чуқурлигига кўра грунтларнинг шўрланиши каби турли хил шароитлар билан тавсифланган учта (шартли қулай, ноқулай, ўта хавфли) зона ажратилди ҳамда Қарши шаҳрининг бино ва иншоотларига салбий таъсир кўрсатадиган муҳандислик-геологик жараёнлар билан ҳудуднинг қамраб олинганлигини аниқлаш учун тавсия этилди.

6. Ҳудуднинг сув босиши ва дренажланишини башорат қилишнинг комплекс рақамли харитаси ҳудуднинг дренажланиши бўйича олдиндан ажратилган: кучсиз дренажланган, мўътадил дренажланган, яхши дренажланган гуруҳларга мос келадиган майдонларнинг фазовий тақсимотини кўрсатди. Тегишли градацияларда олинган майдонлар конфигурацияси потенциал сув босган ҳудудлар конфигурацияси билан мос корреляцияланади, бу эса дренажланишни баҳолашга ёндашувларнинг тўғри танланганлигини асослайди.

7. Географик ахборот тизимлари технологиялари асосида шаҳар ҳудудларининг сув босиш ва дренажланиш жараёнларини ўрганишнинг технологик схемаси ҳамда ҳудуд ер ости гидросферасининг уч ўлчамли моделини яратиш услубияти Ўзбекистон Республикаси шаҳарларининг табиий-техноген шароитларда сув босиш ва дренажланиш жараёнларини тадқиқ қилиш учун тавсия этилади.

**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**

**БЕГИМКУЛОВ ДИЛШОД КАЛАНДАРОВИЧ**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ПОДТОПЛЕНИЯ И  
ДРЕНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КАРШИ**

**04.00.04 – Гидрогеология и инженерная геология**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации доктора философии (PhD) по  
ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**ТАШКЕНТ – 2021**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2020.4.PhD/GM96

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](http://www.hydroengeo.uz)) и информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Иргашев Юлдашбай</b> доктор геолого-минералогических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Хабибуллаев Иброхим</b> доктор технических наук, профессор  <b>Таджибаева Нодира Рузиевна</b> доктор философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам
<b>Ведущая организация:</b>	<b>ГУП «Узбекгидрогеология»</b>

Защита диссертации состоится «07» июля 2021 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc. 24/30.12.2019. GM.96.01 по присуждению ученых степеней 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 (регистрационный номер № 48). 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 «19» июня 2021 года  
(реестр протокола рассылки № 3 от «20» апреля 2021 года)



**А. А. Мавлонов**  
Заместитель председателя 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

**А.С.Ибрагимов**  
Заместитель председателя Научного семинара  
при Научном совете по присуждению учёных степеней,  
доктор геолого-минералогических наук (DSc)

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире проблема исследования процессов подтопления и дренирования урбанизированных городских территорий и прогнозирование их проявления на основе факторов, выявленных в качестве первичной геолого-гидрогеологической базы данных, имеют важное значение. В настоящее время во многих городах мира, особенно с высоким уровнем залегания подземных вод, решение проблемы прогнозирования процессов подтопления и дренирования путём составления модели подземной гидросферы территории города, рассматривается как важный фактор для стабильного социально-экономического развития страны. В связи с этим, разработка теоретических, методологических и технологических основ применения технологий геоинформационных систем (ГИС) в отрасль служат заблаговременного предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в подтопленных территориях городов.

В мире с применением ГИС-технологий, в частности, ведутся научные исследования по разработке математических моделей, описывающих геофильтрационные процессы и представляющих собой систему дифференциальных уравнений. В свою очередь, уделяется особое внимание решению фильтрационных задач и созданию методологии моделирования при прогнозировании уровня грунтовых вод, комплексному решению гидрогеологических задач по прогнозированию уровня подземных вод урбанизированных городских территорий.

В Республике особое внимание уделяется применению ГИС-технологий в гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях, связанных с прогнозированием процессов подтопления и дренирования городских территорий, в частности, разработана технология моделирования гидрогеологических условий для анализа и прогноза процесса подтопления урбанизированных городских территорий. В стратегии действий<sup>1</sup> по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены важные задачи по «Совершенствованию системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». Исходя из этого, имеет важную научную значимость проведение исследований по методологии моделирования геофильтрации на базе широкого применения геоинформационных технологий для защиты зданий и сооружений от негативных последствий процесса подтопления городских территорий.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», от 1 июня 2017 г. № УП-5066 «О мерах по коренному повышению эффективности системы

---

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

предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 1 марта 2018 г. № ПП-3578 «О мерах по коренному совершенствованию деятельности Государственного комитета Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** Научные исследования по изучению подтопления и дренирования городских территорий проводились учеными ведущих научных центров и высших образовательных учреждений мира: S.P.Larson, M.P.Anderson, Y.K.Cheung, P.C.Trescott, E.C.Дзекцер, А.Ж.Муфтахов, В.И.Сологаев и др. Научно-методические аспекты изучения проблемы процесса подтопления и дренирования урбанизированных городских территорий Узбекистана и практические аспекты прогнозирования исследовали в разное время Г.А.Мавлянов, К.П.Пулатов, Н.Н.Ходжибаев, Э.В.Мавлянов, Ю.И.Иргашев, Ф.Б.Абуталиев, У.У.Умаров, Б.Я.Нейман, М.А.Панков, К.М.Арипов, В.Г.Самойленко, Л.З.Шерфединов, Я.С.Садыков, А.И.Голованов, В.А.Гейнц, М.М.Крылов, У.У.Усмонов, М.Р.Рахимов, А.А.Мавлонов, И.Х.Хабибуллаев, М.С.Алимов, В.У.Магдиев, Н.Н.Камилов, Ж.Х.Джуманов, С.Х.Хушвактов, А.Б.Алимбаев, П.П.Нагевич, О.В.Чеботарев, И.Н.Грачева и др., в результате разработана технология моделирования гидрогеологических условий для территории Республики Узбекистан, установлены критерии ведения регионального и локального мониторинга в различных геологических и инженерно-геологических условиях.

Несмотря на достигнутые научные результаты в изучении, существует и ряд нерешенных проблем, требуются продолжить дополнительных научных исследований, наряду с глубоким анализом фактических материалов гидрогеологических и инженерно-геологических исследований прежних лет и получить новые представления о происходящих процессах с разработкой новых моделей. В связи с этим, прогнозные оценки подтопления и дренирования с углубленным изучением научных основ создания современных цифровых гидрогеологических моделей по территориям подтопления и дренирования, в частности города Карши и прилегающих территорий, позволяют решать эти вопросы.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено согласно плану научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, в рамках инновационного проекта И-2012-37/1 - «Создание современных цифровых гидрогеологических 3D-моделей по месторождениям подземных вод Республики Узбекистан для обработки результатов геологоразведочных

работ, оценки ресурсов и рационального использования» (2012–2013), научно-прикладных проектов выполненных во второй половине рабочего дня «Моделирование гидрогеологических условий для анализа и прогноза подтопления урбанизированных территорий (на примере города Карши)» (2016–2020) и «Особенности изучения инженерно-геологических и сейсмических свойств лёссовых грунтов при подтоплении территорий» (2019–2020).

**Целью исследования** является прогнозная оценка особенностей процессов подтопления и дренирования урбанизированной территории города Карши с применением гидрогеологического моделирования.

**Задачи исследования:**

выявить неблагоприятные природные условия, влияющие на развитие процесса подтопления урбанизированной территории города Карши;

определить основные источники формирования подземной гидросферы территории города Карши;

разработать технологическую схему изучения процессов подтопления и дренирования территорий на основе геоинформационных систем;

создать трёхмерную модель подземной гидросферы урбанизированной территории города Карши;

дать прогнозную оценку процессов подтопления и дренирования территории города Карши.

**Объектом исследования** выбрана подземная гидросфера урбанизированной территории города Карши.

**Предметом исследования** являются гидрогеологические условия подземной гидросферы города Карши, основные геофильтрационные показатели, изменения уровней подземных вод и дренирование территории.

**Методы исследования.** При выполнении исследований использованы традиционные полевые, лабораторные методы гидрогеологических и инженерно-геологических изысканий, методы теоретического обобщения и системный анализ материалов, современные методы моделирования процессов подтопления и дренирования с применением ГИС-технологий.

**Научная новизна исследования** состоит в следующем:

выявлены факторы, влияющие на развитие процесса подтопления, и основные источники формирования подземной гидросферы города Карши;

разработана технологическая схема изучения процессов подтопления и дренирования территорий на основе геоинформационных систем;

разработана трёхмерная модель подземной гидросферы урбанизированной территории города Карши;

даны прогнозные оценки процессов подтопления и дренирования территории города Карши в природно-техногенных условиях.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана новая технологическая схема процессов подтопления и дренирования территории города Карши, включающая основные функции геоинформационных систем, их компонентов и модулей применительно к гидрогеологическим системам;

созданная трехмерная модель подземной гидросферы города Карши позволяет оперативно оценивать степень потенциальной подтопляемости отдельных участков урбанизированной территории;

составлена серия электронных карт, направленных на изучение сложных геологических и инженерно-геологических систем, включая прогнозную оценку процессов подтопления и дренирования территории города Карши.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных результатов обосновывается большим объемом фактического материала из 220 скважин и шурфов, 670 лабораторных экспериментов по физико-механическим свойствам грунтов, 410 лабораторных анализов проб воды, результатами многолетних мониторинговых исследований за уровнем грунтовых вод, а также, результатами, полученные в среде программных продуктов, современных интегрированных ГИС технологий города Карши и прилегающих территорий.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в разработке технологической схемы изучения процессов подтопления и дренирования территорий на основе ГИС-технологий и методики создания цифровой трехмерной модели подземной гидросферы урбанизированных территорий.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что цифровая трехмерная модель подземной гидросферы территории города Карши, созданная на основе современных ГИС-технологий, служит для изучения подтопления и дренирования территорий, их прогнозной оценки, а также для проведения расчетов, соответствующих цели исследования, получения результатов в виде сводных таблиц, т.е. атрибутивной информации по слоям и составления серии электронных карт.

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных научных результатов по моделированию и прогнозной оценке подтопления и дренирования территории города Карши:

факторы и источники, влияющие на формирование подземной гидросферы и развитие процесса подтопления города Карши, внедрены в практику ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО» (Справка № 04-17 от 21 декабря 2020 г. Госкомгеологии). В результате создана возможность усовершенствовать и повысить информативность гидрогеолого-мелиоративных исследований города Карши;

разработанная технологическая схема процессов подтопления и дренирования урбанизированных территорий на основе геоинформационной системы внедрена в систему гидрогеологического мониторинга ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО» (Справка № 04-17 от 21 декабря 2020 г. Госкомгеологии). Результаты позволили сократить сроки проведения гидрогеологических исследований городских территорий при прогнозной оценке подверженности территорий к процессу подтопления;

разработанная трёхмерная модель подземной гидросферы урбанизированной территории города Карши на современных программных продуктах ArcGIS 10.3 и Visual MODFLOW 4.2. внедрена в деятельность ГУ

«Институт ГИДРОИНГЕО» (Справка № 04-17 от 21 декабря 2020 г. Госкомгеологии). Результаты позволили обосновать прогнозную оценку площадного распространения подтопления и дренирования территории города Карши в природно-техногенных условиях.

**Апробация результатов исследования.** Основные научные результаты диссертации обсуждались на 4 международных и 9 республиканских научных и научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы всего 21 научные работы, из них 7 научных статей, в том числе 6 – в республиканских и 1 – в зарубежных научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Общий объем диссертации составляет 120 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике, сформулированы цель и задачи, характеризованы объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их научная и практическая значимость, приведены краткие сведения о внедрении результатов исследования в практику, а также по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации – «**Современное состояние проблемы**» – речь идёт о последовательном развитии изучения процесса подтопления народнохозяйственных объектов. Подтопление – это комплексный гидрогеологический и инженерно-геологический процесс, при котором в результате изменения водного режима и баланса территории происходят повышения уровней подземных вод выше некоторого критического положения и влажности грунтов. Это, в свою очередь, приводит к ухудшению инженерно-геологических, гидрогеологических и экологических условий строительной площадки, нарушаются необходимые условия строительства и эксплуатации объектов.

Наиболее полные обобщающие исследования по вопросу изучения подтопления городских территорий были выполнены Е.С.Дзекцером. Общая схема поэтапного развития процесса подтопления изучена Н.П.Курановым, А.Ж. Муфтаховым, А.П. Шевчиком, И.М. Бывальцевым. Ими выделены три основные стадии развития подтопления.

Данный вопрос не новый, поскольку интенсивное освоение крупных массивов в условиях аридной зоны Узбекистана давно уже подсказало необходимость изучения происходящих в них изменений. Прогнозирование

режима грунтовых вод и инженерно-геологических условий в связи с перспективой развития городского и поселкового строительства и гидрогеолого-мелиоративного районирования Каршинской степи и с ее орошения подробно рассмотрено Н.Н.Ходжибаевым, Э.В.Мавляновым, Ю.И.Иргашевым, К.П.Пулатовым, К.М.Ариповым, Ю.П.Исаматовым, В.У.Магдиевым и мн. др.

Сейчас есть варианты решения проблемы подтопления с помощью современных ГИС-программ. Рассмотрены возможности и преимущества программы GMS (Groundwater Modeling System), FEFLOW (Finite Element Subsurface Flow & Transport Simulation System) и Visual MODFLOW при решении задач прогнозирования подтопления. Обоснована целесообразность применения программного комплекса Visual Modflow при моделировании изменений гидрогеологических условий под влиянием техногенных воздействий и определению прогнозных оценок подтопления и дренирования территории города Карши с учетом особенностей инженерно-геологических условий.

Во второй главе диссертации – **«Основные факторы формирования и развития процесса подтопления на территории города Карши»** – анализируются природно-климатические, гидрогеологические и техногенные факторы, способствующие формированию и развитию процесса подтопления города Карши. По климатическим условиям территория города Карши относится к пустынно-степной зоне. Атмосферные осадки выпадают в незначительном количестве, главным образом, в весенне-зимний период. Основная их масса выпадает в виде дождя, снегопады наблюдаются сравнительно редко, а снежный покров отличается неустойчивостью, обычно он сохраняется несколько дней. В пределах исследованного района выделяются два основных типа рельефа: низкие возвышенности; равнины.

Грунтовые воды, приуроченные к современным отложениям долины реки Кашкадарьи, вскрываются многочисленными скважинами и колодцами в пределах I и II надпойменных террас реки Кашкадарьи. В пределах I надпойменной террасы, вблизи крупных ирригационных каналов и оросительных арыков грунтовые воды вскрываются на глубине 5–15 м. С удалением от реки и ирригационных каналов глубина залегания грунтовых вод постепенно уменьшается и на II надпойменной террасе достигает 3–5 м, реже – 5–6 м. Основными источниками формирования подземных вод являются фильтрация речных и оросительных вод, подземный приток со стороны горного обрамления.

Техногенные факторы, влияющие на подтопление и дренирование города Карши, также подробно описываются на основе фактических материалов. Описаны инженерно-геологические условия территории, которые широко охватываются гранулометрическим, минералогическим составом, содержанием карбонатов, распределением водорастворимых солей, соленостью, физико-механическими свойствами аллювиальных отложений амударьинского и пролювиальных отложений карнабского комплекса. Дана

также информация о современных геологических и инженерно-геологических процессах и явлениях, распространяющихся по всей территории. По своему литологическому строению и физико-механическим свойствам было выделено 6 инженерно-геологических слоев по поперечному сечению мощностью 0-26 м.

Процессы подтопления центральной, юго-западной и южной частей города Карши проявляются на территории военного городка, областной травматологической больницы, пос. Шибаета и пос. Механизаторов. В районе аэропорта и железнодорожного вокзала, где уровень грунтовых вод залегает на глубинах от 1,0 до 2,0 м, в вегетационный период уровень составляет 0,7–1,0 м, что создает неблагоприятную обстановку на 15% площади города. При изучении условий эксплуатации существующих дренажных сооружений в Карши и их эффективности изымается более 61 скважины для промышленного и технического водоснабжения – 2,76 тыс. м<sup>3</sup>/сут, 82 скважины для орошения земель – 3,63 тыс. м<sup>3</sup>/сут, более 90 скважин вертикального дренажа для снижения уровня грунтовых вод – 22,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

На основе анализа факторов формирования и развития процесса подтопления на территории города Карши установлено, что уровень грунтовых вод интенсивно поднимается с 1979 г. Среднегодовой подъем уровня составляет 0,25–0,6 м. Повышенное положение уровня грунтовых вод связано с комплексным ирригационным освоением земель и утечкой общего объема подаваемой воды на водоснабжение питьевых и технических нужд.

В третьей главе диссертации – **«Геоинформационное обеспечение изучения подтопления и дренирования городских территорий»** – рассмотрены разработка технологической схемы изучения подтопления и дренирования, составлена геоинформационная база города Карши и виды представления информации для разработки модели и ее значимость для поддержки принятия управленческих решений. Значительную роль в повышении эффективности функционирования гидрорежимных работ и мониторинга на локальном и региональном уровнях играют геоинформационные системы. Такие системы по изучению геофильтрационных процессов подтопления и дренирования используются достаточно длительное время.

База фактографических данных содержит обширные оперативные сведения об объекте моделирования и сопровождающих его процессах. Их многократное использование способствует уточнению модели, сохранению ее адекватности постоянно меняющимся природно-техногенным условиям. В основном, результаты моделирования из числовой формы преобразуются в графическую. Это дает основание утверждать, что база геоинформационно-математической модели представлена следующими тремя компонентами: базой первичных фактографических данных; банком геоданных (геоинформационных) картографических данных; геоинформационно-

математической моделью и пространственным анализом геоданных. Действующая структура сбора и хранения информации требует пересмотра, так как не отвечает современным требованиям. В связи с этим следует разработать методику и алгоритмы формирования и введения базы фактического материала и геологических пространственных данных, а также методику применения базы данных в процессе формирования гидрогеологических пространственных данных.

Для создания структуры базы данных, при изучение подтопления города Карши, необходимо решение следующих задач: 1) провести учет данных мониторинга; 2) осуществить анализ результатов мониторинга и прогнозирования экзогенных геологических процессов (ЭГП); 3) составить отчетную информацию согласно регламенту государственного мониторинга и запросам потребителей; 4) обеспечить трансляцию данных и обмен информацией об ЭГП и подтоплении на различных организационных уровнях мониторинга и гидрорежимных работ; 5) проводить аналитическое обобщение с целью выявления базовых основных тенденций и региональных особенностей многолетней пространственно-временной динамики развития ЭГП для совершенствования методов прогноза предотвращения развития негативных геологических и инженерно-геологических процессов.

Геоинформационная система является одной из основных, в которой проблемой урбанизированных территорий выступает эволюция гидрогеологических систем, сопровождаемая сопутствующими последствиями сложных взаимодействий. Это предопределяет интерес к использованию широкого спектра данных, характеризующих динамическое состояние городской среды. Их главное преимущество состоит в широких возможностях совместного анализа различной картографической информации в виде карт застроенной территории: геологических, гидрогеологических, оценка инженерно-геологических условий.

В настоящее время формирование геологической базы данных, предназначенной для решения задач подтопления территорий необходим не только постоянный контроль состоянием объекта мониторингового изучения, но и применение современных ГИС технологий. В этом плане значительную роль играют цифровые карты при анализе гидрогеологических и инженерно-геологических условий для прогнозных оценок подтопления и дренирования территории города Карши. При создании геологической базы данных за основу приняты технология геоинформационного картографирования, опыт электронного картографирования, и результаты собственных камеральных исследований, включающих семь этапов.

Геобазы, наряду с содержанием картографического материала, дают основание для выполнения расчетов и получения результатов в виде сводных таблиц. Таким образом, появляется возможность получения атрибутивной информации по слоям. В каждой таблице размещен исходный информационный массив и приведены итоги расчетов по таким базовым показателям, как количество скважин, тип, общая площадь, периметр месторождений, длина и ширина, расходы рек и т. д.

К настоящему времени для городской территории накоплены значительные объемы разноплановой информации, хотя не проводится целенаправленных съёмочных геологических и гидрогеологических работ. Эффективность их применения состоит в возможности интеграции и комплексной интерпретации гидрогеологических данных, обосновании прогнозов, моделировании техногенного влияния на геологическую среду и прогнозировании перспективных проектных решений. Однако, более всего, это связано с оптимизацией управления территориями и рациональным использованием природных ресурсов. Геоинформационная система по структуре состоит из нескольких относительно самостоятельных функциональных блоков с ориентацией каждого из них на хранение, частичную обработку и передачу информации на решение задач пространственного анализа и информационной системы.

Ценность модели состоит в достоверности результатов и выводе, сформулированном на основе геоинформационных и гидродинамических подходов сравнения данных моделирования с фактическими. При выяснении распределения течений используется математическая модель. Особую роль при отсутствии надежного учёта утечек из водонесущих коммуникаций играет количественная оценка величины дополнительного инфильтрационного питания. С ее помощью можно получить определенные результаты и на их основе произвести расчеты оценки дренированности территории и сооружения дренажа с учетом того, что уровень грунтовых вод в районе города не должен быть приближен к  $h_{oc}=3$  м от поверхности земли. На условия разгрузки подземных вод влияет степень дренированности территории, зависящей от гипсометрических взаимоотношений областей питания и разгрузки ПВ, рельефа и его расчлененности, особенностей литологического состава геологического разреза и наличия благоприятных условий для формирования подземного стока.

Территория города Карши в плане региона относится к хорошо дренируемым площадям. Грунтовые воды на большей части городской территории находятся на глубине не более 3–5 м, а в северо-западной части города – на глубине 8–10 м и более. Между тем, характеризуя в качестве локальных областей питания подземных вод верхнюю часть разреза отнести к слабо дренируемым и недренируемым территориям. Подобные условия препятствуют латеральному оттоку подземных вод и вызывают образование верховодки, а, следовательно, процессы подтопления.

Для прогноза подтопления и дренирования создана комплексная цифровая карта, включающая встроенную функцию “*field calculator*” в среде программного комплекса *ArcGIS*. Карта иллюстрирует пространственное распределение участков в полном соответствии тем группам, которые выделены ранее по дренированности территории: слабо дренируемым, умеренно дренируемым, хорошо дренируемым. Степень подтапливаемой территории определяется одновременно с влиянием природных и техногенных факторов по глубине залегания уровня подземных вод. Для территории города Карши приняты четыре категории глубины залегания

подземных вод: приповерхностная (0–1 м); неглубокая (1–3 м); средняя (3–5 м) и глубокая (5–10 м).

Как установлено, в городе Карши водопроводно-канализационные сети теряют от 30 до 40% воды от общего расхода, что составляет до 60–80 тыс. м<sup>3</sup>/сутки. Это дает основание определять распределение потерь по площади пропорционально водопотреблению. Городу Карши для ранжирования дополнительного питания выделяются следующие категории: на 1 га территории – менее 50 м<sup>3</sup>/сут; на 50 га – 100 м<sup>3</sup>/сут; на 100 га – 200 м<sup>3</sup>/сут и на 100 га – более 200 м<sup>3</sup>/сут.

Взаимосвязи между усиленным развитием подтопления и факторами, его вызывающими, показывает, что все они относительно самостоятельны и наделены характерными особенностями воздействия на геологическую среду. Такая взаимосвязь создает цепь причинно-следственных явлений, способствующих развитию процессов подтопления.

Таким образом, базу фильтрационной схемы модели должны составлять данные опытно-фильтрационных работ, геолого-гидрогеологических, геофизических и балансовых исследований, а также специализированных эколого-гидрогеологических и гидрологических изысканий. Гидродинамические модели включают автономные геоинформационные блоки различных программных комплексов для прогнозных гидродинамических оценок подтопления и дренирования.

При рассмотрении пространственного гидродинамического моделирования процесса подтопления города Карши предложены: методы и алгоритмы формирования и ведения базы фактографических и картографических геопространственных данных; методы прогнозирования подтопления на основе получаемых результатов моделирования карт мощностей зоны аэрации с учетом выделенных зон подтопляемости, характеризующих динамическое состояние городской среды; геоинформационная система для анализа, прогноза подтопления и дренирования городских территорий, использующая цифровое трехмерное имитационное моделирование потоков подземных вод, включающая подготовку карт, профильных схем и таблиц, схематизацию природных условий, осуществляемых в процессе математического моделирования.

В настоящее время можно утверждать о накопленном опыте применения геоинформационных систем (ГИС) для управления процессами подтопления и дренирования на городских территориях и геофильтрации на территории отдельных крупных предприятий либо гидрогеологических объектов. Мониторинговые исследования как региональном, так и локальном масштабе с применением ГИС технологий позволяет по-новому, более глубоко, подходить к возникающей проблеме и ее решению.

В четвертой главе, озаглавленной **«Практика моделирования и прогнозные оценки подтопления и дренирования городских территорий»**, приводятся результаты моделирования, прогнозная оценка техногенных процессов подтопления и дренирования территории, особенности геоинформационного моделирования, геоинформационная

модель процесса подтопления и дренирования территории города Карши, а также прикладные аспекты ее применения. При моделировании процессов геофильтрации, подтопления и дренирования территории города Карши применен программный пакет Visual Modflow в интеграции ГИС, и программные системы ArcGIS на координатной географической основе. Для получения результатов служили материалы космоаэрофотосъемки, цифрового дистанционного зондирования, геодезических работ и геологоразведочных, гидрогеологических исследований, кроме того, вербальные описания, зарисовки, статистические сведения и мн. др.

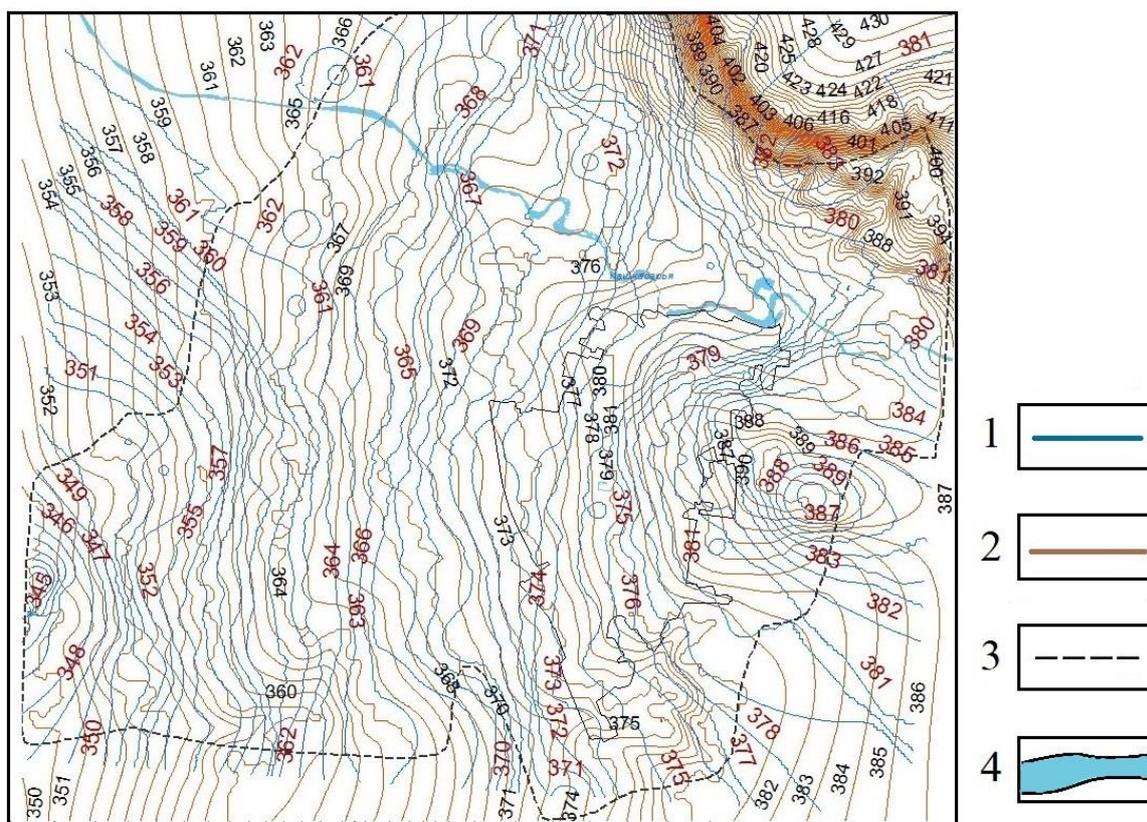
Основу формирования системы составлял *первый шаг* – создание новой модели под определенным названием. На этом этапе производился выбор папки для сохранения исходных данных модели (*D:\Model\_Karshi*). *Второй шаг* – моделирование ортогональной сетки для определения граничных условий, параметров водоносных горизонтов. *Третий шаг* связан с определением типов слоев: первый безнапорный – «1», второй и третий напорные – «0», выбирается команда *Layer Type* из меню *Grid*. Сеточная модель наделяется основными граничными условиями (ГУ). В них любая ячейка имеет свой код характера уровня: на северной границе – гидравлический уровень переменный в ячейке «1» (ячейка активная); на южном потоке нет и здесь ставится «0» (ячейка неактивная). ГУ сеточной модели – *IBOUND* из меню *Сетка*. *Четвертый шаг* отличается выбором абсолютных отметок подземных водоносных горизонтов – *Top of Layers (Top)* из меню *Grid*.

Таким образом, использование всей доступной информации с xls, shp, dat и др. дает возможность пользователю создавать и редактировать, моделировать, управлять стандартными программами, считывать файлы и управлять именами файлов. Причем каждый файл имеет более четырех колонок с координатами X, Y, Z ячеек регулярной поверхности, фильтрационными параметрами, отдельные из которых с именами или нумерацией по порядку. Результирующим материалом явилась карта сопоставления значений цифровой модели рельефа и уровней подземных вод (рис. 1). Созданы grid-представления этих поверхностей с непрерывным распределением по площади проинтерполированных значений абсолютных отметок рельефа и уровней подземных вод (первого от поверхности водоносного горизонта).

На карте по площади наблюдается совместимость изолиний рельефа и поверхности подземных вод. В этом случае движение подземных вод направлено с востока на запад, также как понижение рельефа направлена на запад. На северо-восточной и восточной части имеются участки, не совпадающие рельефа с поверхностью подземных вод. Выделенные относительно обособленные участки относятся к областям преимущественно питания, транзита и разгрузки подземных вод в районе русла реки Кашкадарья. На карте они выделяются замкнутыми голубыми линиями.

Современные условия формирования и расходования подземных вод верхнечетвертичного водоносного горизонта (гравийно-галечниковые

отложения) характеризовались балансовыми исследованиями на рассматриваемом участке. Установлено, что горизонтальной границей контура балансовых исследований условно служит река Кашкадарья у города Карши, а вертикальной – подошва изучаемого водоносного горизонта.



**Рис. 1. Карта сопоставления модельных результатов уровня**

**подземных вод и рельефа в масштабе 1:100 000 (Д.К.Бегимкулов, 2020)**

*1 – линии гидроизогипса подземных вод; 2 – изолинии рельефа; 3 – перспективная граница города Карши; 4 – река Кашкадарья.*

В основном балансовые исследования состоят из оценки условий формирования подземных вод по приходной и по расходной частям. Проведенный анализ показал, что баланс подземных вод уравнивается в следующем виде:  $0,708 - 0,682 = 0,026 \text{ м}^3/\text{с}$  или 2,6 %, что полностью соответствует точности балансовых расчетов. Таким образом, анализ показывает, что решение обратных задач при моделировании выступает как метод оценки достоверности построенной модели, степени ее соответствия природной фильтрационной схеме и надежности выполняемых на ее основе инженерных прогнозов. Построенная модель включает следующие процессы: 1) определение и уточнение параметров фильтрационной среды, обоснование их достоверности воспроизведением опытных откачек, эффекта действующих водозаборов и т.п.; 2) уточнение особенностей и строения фильтрационной схемы изучаемого объекта; 3) выявление гидродинамической роли границ и действующих граничных условий; 4) определение элементов водного баланса и их уточнение; 5) построение фильтрационной модели и качественное обоснование ее достоверности; 6) количественную

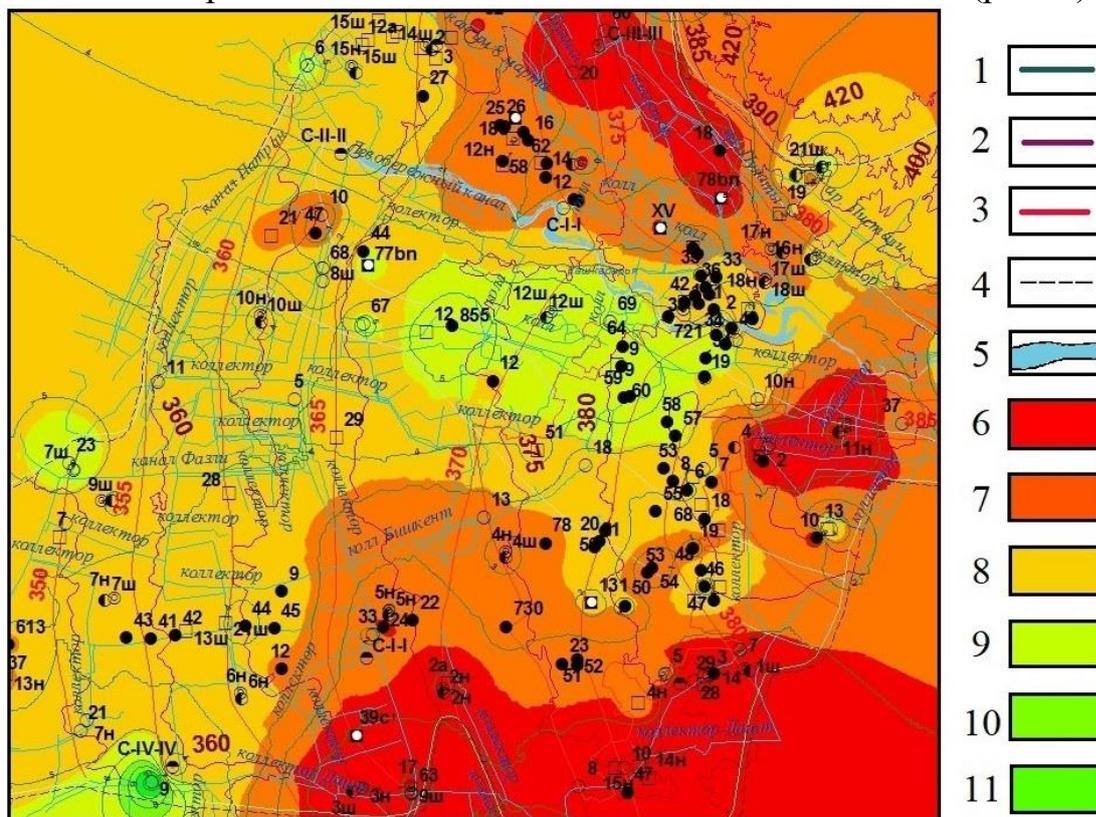
оценку точности и достоверности построенной модели и выполненных на ней прогнозов.

Моделирование целенаправленно решает задачи, характерные для оценочного этапа, позволяющие уточнять инженерно-геологические прогнозирование процессов подтопления, определять наиболее оптимальные эксплуатационные условия объектов, корректировать виды, объемы, совершенствовать методику и методы последующих изысканий. Базу моделирования составляют результаты, полученные в период контрольных наблюдений за режимом подземных вод и их мониторинг при эксплуатации инженерных сооружений. Оценка точности и достоверности результатов наблюдений служит прогнозом – один из самых актуальных проблем современной гидрогеологии и инженерной геологии, поскольку ее решение обеспечивает обоснование проектов по предотвращению процессов подтопления и дренирования территории города Карши. Анализ показал, что на небольших участках в северной и южной частях территории города интенсивное подтопление вызвано непродуманной строительной деятельностью без учета инженерно-геологических условий и должной инженерной подготовки. Здесь обособляется техногенное подтопление следующих участков: редко заболоченных – когда установленная или прогнозная глубина залегания подземных вод имеет пределы колебания от 0,0 до 3,0 м; потенциально подтопляемых – глубина залегания подземных вод 3,0 м и более; не подтопляемых – участки с отсутствием в пределах активной зоны строительной деятельности (до 20 м), выдержанных, включающих в себя суглинки тяжёлые и глины лёссовидные мощностью  $>1,0$  м., а глубина залегания подземных вод на данных участках – более 3,0 м.

Используя сопоставления значений цифровой модели рельефа и уровней подземных вод созданы grid-представления этих поверхностей с непрерывным распределением по площади проинтерполированных значений абсолютных отметок рельефа и уровней подземных вод (первого от поверхности водоносного горизонта), инженерно-геологических процессов, степени засоленности грунтов. Составлена карта оценки инженерно-геологических условий с выделением трех зон (условно благоприятная, неблагоприятная, особоопасная). В нем характеризуется различные условия состава и состояния зоны аэрации, засоленности грунтов, с глубиной залегания подземных вод, оценивается охваченность территории инженерно-геологическими процессами.

Электронные карты геоинформационной системы представляют собой результат обработки данных, и служат основой для прогнозов подтопления и дренирования городской территории в автоматическом режиме, а также экспертной оценки комплексного учета факторов, влияющих на развитие процессов техногенного подтопления. В основе такой оценки лежит общепринятое представление о соподчинённости факторов, определяющих интенсивность развития процессов техногенного подтопления. Для создания прогнозной гидрогеологической модели города Карши были применены методы математического моделирования, посредством которого произведена

оценка изменения уровня подземных вод и выявлены участки подтопления и дренирования. На основе этих исследований разработана геофильтрационная модель, позволяющая математическим способом определить степень подтопляемости при изменении объемов питания подземных вод (рис. 2).



**Рис. 2. Схематическая карта подтопления и дренирования территории масштаба 1:100 000 (Д.К.Бегимкулов, 2020)**

1 – контуры глубин залегания грунтовых вод; 2 – изолинии рельефа; 3 – линии гидроизогипса грунтовых вод; 4 – перспективная граница города Карши; 5 – река Кашкадарья. Глубина залегания уровня грунтовых вод, м: 6 – 0.5–1.5; 7 – 1.5–3.0; 8 – 3.0–5.0; 9 – 5.0–7.0; 10 – 7.0–8.5; 11 – 8.5–10.5

На составленной карте, геоинформационная система представляется, как оценка характера и потенциальной подтопляемости отдельных участков территории города Карши. Эти участки расположены на южной, частично восточной и северной части исследованной территории. Основа выделения этих участков состоит из результатов гидродинамического моделирования - изменения гидрогеологических условий городской территории под тем или иным воздействием. На перспективной территории города Карши выделены зоны подтопления и участки дренирования подземных вод, последнее отмечены на карте более светлыми тонами. Преимущественно участки дренирования приурочены к пойме и надпойменной террасы реки Кашкадарья.

Таким образом, на основе применения программного комплекса Visual Modflow в качестве инструмента использован локальная модель по подтоплению и дренированию территории города Карши. Где предусматривалась модель, предназначенная при решении задач эпигнозного характера, для определения точности параметрических элементов

фильтрации водоносных горизонтов и слабопроницаемых отложений (параметры перетекания), взаимосвязанности подземных вод от поверхностного инфильтрационного питания. Результаты уточнялись проведением расчетных исследований с применением различных параметров в различные периоды.

Оценка и достоверность элементов модели определяется сравнением замеров естественного залегания уровня подземных вод, с выявлением степени схожести притоков и стоков подземных вод, что составляет суть обратной задачи в ненарушенных условиях.

Модельные калибровки, проводились в скважинах режимной сети исходя из среднегодовых уровней подземных вод, а также по результатам банка данных (БД). Натурные и модельные водопритоки в дренаж сравнивали по гидропостам из БД, а модельный и натуральный подземные стоки в реки – результатами из створов. Поскольку подобное взаимодействие подземных вод с искусственной преградой предполагает искажение линий тока и появление сложной формы фильтрационного потока, для оценки изменения уровней целесообразно применять методы численного моделирования гидрогеологических условий. В данном случае моделирование предлагается выполнять в многовариантной постановке для локального участка с наименьшего размера и типовых условий фильтрационного разреза при размещении в различных по форме границах исследованного участка.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе результатов исследований сделаны следующие основные выводы:

1. Установлены неблагоприятные факторы, влияющие на развитие процесса подтопления, и основные источники формирования подземной гидросферы города Карши, охарактеризованы интенсивность развития подтопления и его основные контролирующие факторы. Расположение в определенной соподчиненности влияющих факторов и основных источников являются основой для построения модели подземной гидросферы урбанизированной территории города Карши.

2. На основе современных ГИС-технологий создана база геоданных, включающая в себя набор накопленных к настоящему времени результатов исследований города Карши и прилегающих территорий, материалы исследований объединены в единую систему географических координат, представлены в виде самостоятельных электронных слоев и построена гидрогеологическая модель территории. Разработанная модель рекомендована для проведения расчетов, получения результатов в виде сводных таблиц, атрибутивной информации по слоям и составления электронных карт соответствующих целям гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических исследований, проводимых в городе Карши.

3. Разработана технологическая схема изучения процессов подтопления и дренирования территорий на основе геоинформационных систем в практике составления цифровых карт по результатам гидрогеологических исследований. Структура технологической схемы, обобщающей основные функции геоинформационных систем, их компоненты и модули применительно к гидрогеологическим системам рекомендована в систему гидрогеологического мониторинга.

4. Разработана трёхмерная модель подземной гидросферы урбанизированной территории города Карши с использованием современных программных продуктов ArcGIS 10.3 и Visual MODFLOW 4.2, позволяющая оперативно производить оценку степени потенциальной подтопляемости отдельных участков городской застройки. На основе модели составлены серия электронных карт, направленных на изучение сложных гидрогеологических и инженерно-геологических систем города Карши и прилегающих к нему территорий, в том числе для прогнозной оценки процессов подтопления и дренирования и рекомендованы на практику.

5. Прогнозная оценка возможного развития техногенных процессов подтопления и дренирования позволила установить три зоны (условно благоприятную, неблагоприятную, особоопасную) характеризующиеся различными условиями состава и состояния зоны аэрации, засоленности грунтов, с глубиной залегания подземных вод или верховодок, и рекомендована для определения подверженности территории инженерно-геологическими процессами, негативно влияющие на здания и сооружения города Карши.

6. Комплексная цифровая карта прогноза подтопления и дренированности территории показывает пространственное распределение участков, соответствующих выделенным ранее группам дренированности территории: слабо дренируемые, умеренно дренируемые, хорошо дренируемые. Конфигурация полученных полей соответствующих градаций хорошо коррелирует с конфигурацией потенциально подтопляемых территорий, что обоснует о правильном выборе подходов к оценке дренированности.

7. Созданная технологическая схема исследования процессов подтопления и дренирования городских территорий и методика построения трехмерной модели подземной гидросферы территорий на основе ГИС-технологий рекомендуются для исследования процессов подтопления и дренирования в природно-техногенных условиях городов Республики Узбекистан.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC 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**

**BEGIMKULOV DILSHOD KALANDAROVICH**

**MODELING AND PREDICTIVE ESTIMATES OF UNDERFLOODING  
AND DRAINAGE OF THE TERRITORY OF THE CITY OF KARSHI**

**04.00.04 – Hydrogeology and Engineering geology**

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

**Tashkent – 2021**

The theme of the dissertation of the Doctor Philosophy (PhD) has been registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under registration number B2020.4.PHD/GM96

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

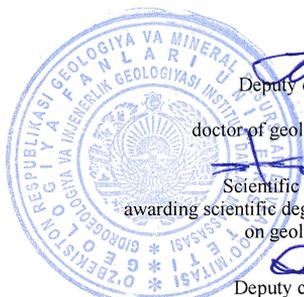
The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the scientific council website (www.hydroengeo.uz) and on the website of «Ziyonet» Information and educational portal (www.ziyonet.uz).

- Scientific supervisor:** **Irgashev Yuldashbay**  
doctor of geological and mineralogical sciences, professor
- Official opponents:** **Khabibullayev Ibromkhim**  
doctor of technical sciences, professor
- Tadjibayeva Nodira Ruziyevna**  
doctor of philosophy (PhD) on geological and mineralogical sciences
- Leading organization:** **State unitary enterprise «Uzbekhydrogeology»**

The defense of the dissertation will be held on «07» July 2021 at 10<sup>00</sup> hours 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 at the library of the Institute of hydrogeology and engineering geology (has been registered under № 48). 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 «19» June 2021 (protocol at the register № 3 dated on «20» April 2021)



**A.A. Mavlonov**  
Deputy 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, doctor of philosophy (PhD)  
on geological and mineralogical sciences

**A.S. Ibragimov**  
Deputy chairman of the Scientific seminar  
at the scientific council for the award of scientific degrees,  
doctor of geological and mineralogical sciences (DSc)

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is a predictive assessment of the features of the processes of underflooding and drainage of the urbanized territory of the city of Karshi using hydrogeological modeling

**The object of the research work** is the underground hydrosphere of the urbanized territory of the city of Karshi.

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

the factors influencing the development of the underflooding process and the main sources of the formation of the underground hydrosphere of the city of Karshi are identified;

a technological scheme for studying the processes of underflooding and drainage of territories based on geoinformation systems has been developed;

a three-dimensional model of the underground hydrosphere of the urbanized territory of the city of Karshi has been developed;

predictive estimates of the processes of underflooding and drainage of the territory of the city of Karshi in natural and technogenic conditions are given.

**Implementation of research results.** Based on the obtained scientific results on modeling and predictive assessment of underflooding and drainage of the territory of the city of Karshi:

the factors and sources that influence the formation of the underground hydrosphere and the development of the process of underflooding of the city of Karshi are implemented in the practice of State Institution «Institute HYDROINGEO» (Reference No. 04-17 of December 21, 2020 of the State Committee on Geology). As a result, it is possible to improve and increase the information content of hydrogeological and meliorative studies of the city of Karshi;

the developed technological scheme for the processes of underflooding and drainage of urbanized territories based on the geoinformation system is implemented in the hydrogeological monitoring system of State Institution «Institute HYDROINGEO» (Reference No. 04-17 of December 21, 2020 of the State Committee on Geology). The results allowed us to reduce the time for conducting hydrogeological studies of urban areas when predicting the vulnerability of territories to the process of underflooding;

the developed three-dimensional model of the underground hydrosphere of the urbanized territory of the city of Karshi on the modern software products is implemented in the activity of State Institution «Institute HYDROINGEO» (Reference No. 04-17 of December 21, 2020 of the State Committee on Geology). The results allowed us to justify the forecast assessment of the areal distribution of underflooding and drainage of the territory of the city of Karshi in natural and technogenic conditions.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and an appendix. The total volume of the dissertation is 120 pages.

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

1. Пулатов К.П., Бегимкулов Д.К. Влияние подтопления на инженерно-геологические условия городских и поселковых территорий (на примере г. Карши и посёлка «Навруз») // Вестник ТашГТУ. -2001. -№4. -С. 106-110. (04.00.00; №6).

2. Эргашев Й., Бегимкулов Д.К. Шаҳар ҳудудларини ер ости сувлари таъсирида сув босишини ўрганишнинг гидрогеологик тадқиқот усуллари. // ТошДТУ хабарлари. -2003. -№1. -130-133 б. (04.00.00; №6).

3. Каюмова Н.М., Бегимкулов Д.К. Исследование минерального состава и их влияние на просадочные свойства лёссовых пород юго-восточной части Кашкадарьинской области // Вестник ТашГТУ. -2003. -№3. -С. 126-130. (04.00.00; №6).

4. Пулатов К.П., Эргашев Й., Исаматов Ю.П., Бегимкулов Д.К. Об основных факторах точности прогноза просадки лёссовых пород долин р.р. Сурхандарьи и Кашкадарьи в связи с их ирригационным освоением // Вестник ТашГТУ. -2004. -№3. -С. 157-167. (04.00.00; №6).

5. Джуманов Ж.Х., Бегимкулов Д.К., Юсупов Р.А., Ишанходжаев О.А. Численные решения системы дифференциальных уравнение в частных производных, описывающих процессы геофильтрации и геомиграции. // Вестник ТУИТ. -2018. -№4(48). -С. 58-72. (05.00.00; №31)

6. Бегимкулов Д.К., Жуманов Ж.Ж. Схематизация гидрогеологических условий г.Карши на основе геоинформационной технологии. // Вестник НУУз. -2019. №3/2. -С. 236-242. (04.00.00; №7).

7. Akhralov Sh.S., Yusupov R.A., Egamberdiev Kh.S., Begimkulov D.K., Jumanov J.J., Sayfullayeva N., Ishanxodjaev O.A. Mathematical Modeling of Hydrogeological Processes on the Base of Geoinformation Technologies. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET). -Vol. 7. Issue 2. February 2020. -12915-12925 pp. (05.00.00; №8)

**II бўлим (II часть; part II)**

8. Lightfoot D.R., Mavlyanov N., Begimkulov D. and Comer J.C. Reliability of Interview Data for Monitoring and Mapping Groundwater. // International Association of Hydrological Scientists Red Book Series, IAHS Publ. 334 (2009), ISBN 978-1-907161-05-6, -2009, - 40-44 pp. (№3, IF 2.186)

9. Бегимкулов Д.К. Использование геоинформационных технологий в процессе подтопления городских территорий аридных зон. Проблемные вопросы гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и пути их решения // Тезисы Республиканской научно-технической конференции (4 сентября 2012 г., г.Ташкент) -Т.: ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», ГП «НИИМП», 2012. -С. 141-142.

10. Абдуллаев Б.Д., Джуманов Ж.Х., Назаров У.С., Бимурзаев Г.А. Создание 3D модели гидрогеологического объекта на основе ГИС технологий. Актуальные вопросы нефтегазовой геологии и геофизики и возможные пути их решения // Материалы Республиканской научно-практической конференции (21 ноября 2012 г., г.Ташкент) - Т.: ОАО «ИГРНИГМ». 2012. -С. 129-133.

11. Адылов А.А., Джуманов Ж.Х., Бегимкулов Д.К., Гулямов Г.Д., Утабаев Н. Создание современных цифровых гидрогеологических карт 3D формата месторождения подземных вод Ахангаранской долины с целью оценки ресурсов и их рационального использования. Проблемы, развитие и инновационные направления геологических наук в Узбекистане // Материалы Республиканской научно-технической конференции (17 декабря 2013 г., г. Ташкент) –Т.: ТашГТУ. 2013. -С. 214-216.

12. Джуманов Ж.Х., Адылов А.А., Бегимкулов Д.К., Рахмонов Т.Н. К созданию трёхмерной модели месторождений подземных вод. Проблемы, развитие и инновационные направления геологических наук в Узбекистане // Материалы Республиканской научно-технической конференции (17 декабря 2013 г., г. Ташкент) –Т.: ТашГТУ. 2013. -С. 229-232.

13. Джуманов Ж.Х., Хушвактов С.Х., Бегимкулов Д.К., Эгамбердиев Х.С. Разработка типовых компьютерных моделей формирования запасов месторождений подземных вод в маловодный период. // Сб. материалов республиканской научно-практической конференции «Перспективы развития информационно-коммуникационных технологий». –Карши: Каршинский филиал ТУИТ. 2018. –С. 415-419.

14. Джуманов Ж.Х., Ибрагимов Л.Т., Юсупов Р.А., Эгамбердиев Х.С., Бегимкулов Д.К., Жуманов Ж.Ж., Хаккулова А.О. Многомерный подход к моделированию фильтрационных процессов гидрогеологических систем. // Научно – прикладной и инновационный журнал «Земля Узбекистана». -2019. -№2. С. 19-27.

15. Джуманов Ж.Х., Эгамбердиев С.Х., Бегимкулов Д.К., Жуманов Ж.Ж. Многомерный подход к моделированию фильтрационных процессов гидрогеологических систем. // Сб. материалов республиканской научно-практической конференции «Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий». –Карши: Каршинский филиал ТУИТ. 2019. –С. 108-111.

16. Бегимкулов Д.К. Применение геоинформационных технологий при схематизации гидрогеологических условий (на примере г. Карши). // Материалы I Международной научно-технической конференции «Роль науки и практики в усилении устойчивости и актуализации управления рисками проявления экзогенных геологических процессов». –Т: -2019, стр. 222-229.

17. Бегимкулов Д.К., Эшниязов С.Х., Очилов Г.Э., Закономерности формирования процесса подтопления городских территорий. Географическая наука и актуальные вопросы преподавания географии // Материалы Республиканской научно-теоретической онлайн конференции (21-22 апреля 2020 г., г. Нукус) / - Нукус, 2020., -С. 221-224.

18. Djumanov J.X., Ishankhadjaev O.A., Egamberdiev X.S., Begimqulov D.Q., Jumanov J.J. Development of a Hydrogeological Simulation Model of Geofiltration Processes in Regional Aquifers of Fergana Valley. // International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT 2019). - Tashkent, Uzbekistan. - 4-6 Nov. 2019. - IEEE Publisher. - 27 February 2020. DOI: 10.1109/ICISCT47635.2019.9011890. ( №3, IF 4.463)

19. Агзамова И.А., Бегимкулов Д.К., Норматова Н.Р. Влияние подземных вод на геоэкологическое состояние территории г. Карши. Географическая наука и актуальные вопросы преподавания географии // Материалы Республиканской научно-теоретической онлайн конференции (21-22 апреля 2020 г., г. Нукус) / - Нукус, 2020., -С. 233-235.

20. Бегимкулов Д.К., Закиров М.М., Зокиров О.Т. Некоторые причины и источники подтопления городских территорий. Актуальные проблемы геологического образования в Республике и перспективы развития наук о Земле // Материалы Республиканской научной и научно-технической конференции (3-4 апреля 2020 г., г. Ташкент, ТашГТУ). -Ташкент, 2020. -С. 190-192.

21. Егамбердиев Х.С., Ишанходжаев О.А., Ёсинов С.Д., Ирмухамедова Н, Бегимкулов Д.К., Жуманов Ж.Ж. Моделирование гидрогеологических процессов на основе геоинформационных технологий. Modern informatics and its teaching methods (MITM2020) // [Electronic resource]: collection of materials of the international scientific-practical conference. - Andijan, May 20, 2020., -P. 275-278. DOI10.26739/conf\_20/05/2020\_2.

Автореферат “ТошДТУ хабарлари” илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз (резюме) тилларидаги матнлар мослиги текширилди

Босишга 17.06.2021 рухсат этилди

Бичими 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>, « Times New Roman» гарнитураси, Офсет қоғози

Шартли босма табағи 2,75. Адади 100 нусха. Буюртма № 76

«UMID DESIGN» нашриёти

«UMID DESIGN» ХК босмахонасида чоп этилди.

Ўзбекистон Республикаси, Тошкент шаҳри

Навоий кўчаси 22-уй