

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

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**ХУДОЙБЕРДИЕВ ТЕМУР МАХМАРАЖАБОВИЧ**

**МИРЗАЧЎЛНИНГ ШЎРЛАНГАН ГРУНТЛАРИ ТАРКИБИ ВА  
ХУСУСИЯТЛАРИНИНГ ШАКЛЛАНИШИ ҲАМДА ДИФФУЗИОН  
ЮВИЛИШ ПАЙТИДА УЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИ**

**04.00.04 – Гидрогеология ва муҳандислик геологияси**

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

**Тошкент – 2025**

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

**Худойбердиев Темур Махмаражабович**

Мирзачўлнинг шўрланган грунтлари таркиби ва хусусиятларининг шаклланиши ҳамда диффузион ювилиш пайтида уларнинг ўзгариши.....3

**Худойбердиев Темур Махмаражабович**

Формирование состава и свойств засоленных грунтов Голодной степи и их изменение при диффузионном выщелачивании.....21

**Khudoyberdiyev Temur Makhmarajabovich**

Formation of the composition and properties of saline soils of the Hungry Steppe and their changes during diffusion leaching.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works .....43

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

---

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ  
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**ХУДОЙБЕРДИЕВ ТЕМУР МАХМАРАЖАБОВИЧ**

**МИРЗАЧЎЛНИНГ ШЎРЛАНГАН ГРУНТЛАРИ ТАРКИБИ ВА  
ХУСУСИЯТЛАРИНИНГ ШАКЛЛАНИШИ ҲАМДА ДИФФУЗИОН  
ЮВИЛИШ ПАЙТИДА УЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИ**

**04.00.04 – Гидрогеология ва муҳандислик геологияси**

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

**Тошкент – 2025**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2024.4.PhD/GM247 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>Закиров Мираббас Мирсаатович</b> геология-минералогия фанлари доктори (DSc), профессор
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Ибрагимов Азиз Сабинович</b> геология-минералогия фанлари доктори (DSc), катта илмий ходим  <b>Аимбетов Иззет Қаллиевич</b> техника фанлари доктори (DSc), профессор
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети</b>

Диссертация ҳимояси Гидрогеология ва инженерлик геологияси институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.24/30.12.2019.GM.96.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2025 йил 21 август соат 11<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100041, Тошкент шаҳри, Олимлар кўчаси, 64 уй. Тел.: (+99871) 209-10-79, факс: (+99871) 209-10-84, e-mail: [gidro\\_ilmkeng@mail.ru](mailto:gidro_ilmkeng@mail.ru)).

Диссертация билан Гидрогеология ва инженерлик геологияси институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (62 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100041, Тошкент шаҳри, Олимлар кўчаси, 64 уй. Телефон: (+99871) 209-10-79, факс: (+99871) 209-10-84, e-mail: [gidro\\_ilmkeng@mail.ru](mailto:gidro_ilmkeng@mail.ru).

Диссертация автореферати 2025 йил 4 август куни тарқатилди. (2025 йил 4 августдаги 11 - рақамли реестр баённомаси).

**А.А. Мавлонов**  
Илмий даражалар берувчи  
Илмий кенгаш раиси,  
геология-минералогия фанлари доктори,  
катта илмий ходим

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

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳон амалиётида суғорилган ва янги суғориладиган ҳудудларда шўрланиш ва ювилиш жараёнларини ўрганиш муаммоси грунтларнинг таркиби ва хусусиятлари шаклланишининг шароитларидан бири сифатида қаралади. Туз тўпланиш жараёнлари орасида кальций-тупроқли ютувчи комплекснинг сульфат-натрийли эритмалар билан ўзаро таъсири натижасида грунтларда алмашинув реакциялари вужудга келиши, шунингдек, эол (чанг бўронлари ва шамоллар) жараёнлари таъсирида тузнинг грунт ва тупроқлар юзасига учуриб келиниши ҳамда уларнинг кесимида тузли, гипсли горизонтларнинг шаклланиши туфайли юзага келувчи жараёнларни алоҳида қайд этиш лозим. Бу борада грунтларнинг шўрланиши ва ювилиши муаммосини ҳал қилиш умуман мамлакатнинг, хусусан – унинг маълум минтақасининг барқарор ижтимоий-иқтисодий ривожланишининг муҳим омили ҳисобланади.

Дунёнинг кўплаб етакчи илмий марказларида, айниқса дашт, ярим чўл ва чўл ҳудудлари бўлган мамлакатларда тузларнинг грунтлар муҳандислик-геологик хусусиятларига ҳамда уларнинг мелиоратив ҳолатига таъсири ўрганилмоқда. Жумладан тузларнинг грунтлар физик-механик хусусиятларига таъсири, минераллашган ер ости сувларидан капиллярлар орқали тузларнинг кириб келиши билан боғлиқ грунт шўрланишини аниқлаш, грунт муҳитида элементларнинг кўчиши ва модда алмашинуви ва унинг зоналиги билан узвий боғлиқ бўлган эриган моддалар оқими алоҳида компонентларининг сифат ва миқдорий таркибини аниқлашга алоҳида эътибор берилмоқда. Буларнинг барчаси, ўз навбатида, шўрланган грунтларнинг таркиби ва хусусиятларини шаклланишини ҳамда диффузион ювилиш пайтида уларнинг ўзгаришини ўрганиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқишга имкон яратади.

Ҳозирги вақтда Мирзачўл ҳудудидан қишлоқ хўжалигида тўлиқ фойдаланиш давлат аҳамиятига молик вазифалар даражасига қўйилган. Шу муносабат билан республикамизда арид ҳудудларнинг асосий генетик ва мелиоратив хусусиятларидан бири бўлган грунтларнинг шўрланишига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Шўрланиш дунёнинг турли мамлакатларида, шу жумладан Ўзбекистонда ҳам қурғоқчил ҳудудлар тупроқ-грунт унумдорлигини чеклайдиган асосий деградация жараёнларидан бири ҳисобланади ва уни ўрганиш бўйича кенг кўламли илмий-тадқиқотлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилган. Хусусан, шўрланган грунтларни миқдорий баҳолаш методикаси ишлаб чиқилган, грунтлар деградациясининг интенсив шўрланиш, сув, шамол эрозияси ва агрокимёвий моддалар билан ифлосланиш каби ҳар хил турлари аниқланган. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси 30-мақсадини амалга ошириш учун “Тупроқ унумдорлигини ошириш ва муҳофаза қилиш”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сон Фармони

вазифаси белгилаб берилган. Шундан келиб чиқиб, Мирзачўл суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш, бино ва иншоотларни салбий жараёнлардан кенг ҳимоя қилиш учун шўрланган грунтларнинг диффузион ювилишини ўрганиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сон Фармони, 2020 йил 11 августдаги “Жиззах ва Сирдарё вилоятларида сув ресурсларидан самарали фойдаланиш ва ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш” Қарори ҳамда ушбу 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.** Шўрланган грунтларнинг физик-механик хусусиятларини ўрганишга бағишланган илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказлари ва олий ўқув юртлири олимлари томонидан олиб борилган. Масалан, минерализациянинг, сувли эритмалар ва алмашинув катионларининг таркиби физик-механик хоссаларга таъсири E.Agudo, F.Mees, D.Benavente, Д.Моум, И.Розенквист, Г.С.Золотарев, И.А.Сафохина, Н.Р.Затенацкая, В.Р.Петрухина, С.В.Алперович ва бошқалар томонидан ўрганилган. Ф.П.Саваренский, И.В.Попов, Ғ.О.Мавлонов, В.Т.Трофимов, В.Д.Ломтадзе, Н.Н.Ходжибаев, Э.В.Мавлянов, Ю.И.Иргашев, И.К.Аимбетов, Р.Т.Бекимбетов ва бошқаларнинг муҳандислик-геологик хариталарни тузиш методологияси масалалари ҳақидаги асосий ғояларини ривожлантириш асосида табиий вазиятни ҳамда ирригацион-мелиоратив ўзлаштириш хусусиятини ҳисобга олган ҳолда ихтисослаштирилган хариталарни тузиш мақсадга мувофиқ эканлиги очикланди. Буларга стратиграфик-генетик комплекслар харитаси, осон эрийдиган тузларни миқдорий баҳолаш билан аэрация зонаси грунтларининг шўрланиш харитаси, грунтларнинг сувли-физик ва физик-механик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда тузилган муҳандислик-геологик хариталар киради. Ғ.О.Мавлонов, Я.С.Садыков, Э.В.Мавлянов, К.П.Пулатов, Ю.И.Иргашев, А.Д.Каюмов, И.А.Агзамова, Р.М.Худойкулов, Ю.И.Иргашев, Б.Раҳманов, И.К.Аимбетов, Р.Т.Бекимбетов ва О.Зафаровларнинг илмий тадқиқотлари Ўзбекистон Республикаси шароитида шўрланган грунтларда қурилиш муаммолари билан боғлиқ илмий-услубий тадқиқотларга ва сейсмик микрорайонлаштиришга бағишланган. Уларда келтирилган Ўзбекистон чўл зоналарининг шўрланган грунтларини ўрганиш натижаларининг таҳлили шўрланган грунтларнинг физик-механик параметрларига намликнинг таъсирини тасдиқлаш, шунингдек, турли геологик ва муҳандислик-геологик шароитларда минтақавий ва маҳаллий мониторингни тақсимлаш мезонларини белгилаш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Ўзбекистон чўл зоналарининг шўрланган грунтларини ўрганишдаги маълум илмий ютуқларга қарамай, диффузион ювилиш таъсири остида шўрланган грунтлар физик-механик хусусиятларининг ўзгариши тўғрисида янги ғояларни олиш учун кўшимча илмий ишланмаларни талаб қиладиган бир қатор ҳал қилинмаган муаммолар мавжуд. Бу, айниқса, шўр ва гипсли грунтларнинг чучук ва дистилланган сув билан ўзаро таъсири, диффузион ювилишнинг тоғ жинслари фильтрациясига ва мустаҳкамлик хусусиятларига таъсири, диффузион ювилиш пайтида Мирзачўл грунтлари ион-туз комплексининг ўзгариши масалаларига, шунингдек, шўрланган ва ювилган грунтларнинг алмашинув ҳажми ҳамда алмашинув катионларининг таркибига тааллуқли.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети “Гидрогеология, муҳандислик геологияси ва геофизика” кафедраси илмий-тадқиқот ишлари, амалий лойиҳалар режасига мувофиқ “Ерости сувлари режими ўзгарувчанлигининг ўзига хос хусусиятлари ва Мирзачўлнинг замонавий гидрогеологик ва мелиоратив ҳолатини баҳолаш” (2019-2023 йй.) ва “Ўзбекгидрогеология” ДУК билан 2019 йил 17 январда тузилган №17/01-01 сонли “Мирзачўл ва 2-Мирзачўл ГГП шурфларида тажриба-фильтрация ишлари” мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Мирзачўлнинг шўрланган грунтлари таркиби ва хусусиятларининг шаклланишини ва диффузион ювилиш пайтида уларнинг ўзгаришини аниқлашдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари** қуйидагилардан иборат:

сувли қатламнинг табиий режими шароитида аэрация зонасида ўрта ва осон эрийдиган тузларнинг кўчиши ҳақидаги фикрларни таҳлил қилиш ва умумлаштириш;

ҳар хил локал шароитлардаги грунтларда тузларнинг тўпланиши ва иккиламчи шаклланишини ҳамда сувга тўйиниш ва ювилиш жараёнида улар физик-механик хусусиятларининг ўзгаришини тавсифловчи омилларни аниқлаш;

шўрланган грунтларнинг муҳандислик-геологик хусусиятларини ҳамда асосий муҳандислик-геологик жараёнлар ва ҳодисаларнинг табиатини аниқлаш;

ювилиш жараёнида грунтлардан осон, ўрта ва қийин эрийдиган тузларнинг эриш ва олиб кетилиш динамикаси эгри чизиқларининг тақсимланиш хусусиятларини очиқ бериш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида Мирзачўл ҳудудининг шўрланган грунтлари олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** ювилиш оқибатида шўрланган грунтлар хоссаларининг ўзгариши ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Мирзачўлнинг шўрланган грунтларини тадқиқ қилишда гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тадқиқотларнинг анъанавий

дала ва лаборатория усуллари, тадқиқот натижаларини назарий умумлаштириш ва тизимли таҳлил қилиш усуллари, лаборатория шароитида шўрланган грунтлар ювилиш жараёнини аниқлашнинг замонавий таҳлил усуллари, жумладан грунтларнинг моддий таркибини, структуравий боғларининг табиати ва мустаҳкамлигини, структурасини, текстурасини, физикавий ҳолатини, диффузион ювилишдан кейинги деформацион хусусиятларини комплекс ўрганиш усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

Мирзачўл ҳудудида шўрланиш жараёнининг ривожланишига таъсир қилувчи асосий геологик ва техноген омиллар ҳамда туз ҳосил бўлиш ва миграцияси манбалари аниқланган;

шўрланган грунтлардан тузларнинг фаол ювилиши, Мирзачўлнинг дреналанмаган сув айирғич ҳудудларидан фарқли ўлароқ, пастқам участкаларда ва қадимги оқим ўйиқларида кенг ривожланганлиги аниқланган;

грунт ғоваклигидаги эритмадан тузларнинг максимал ювилиши (хлорид тузларининг эриши) дастлабки кунларда кузатилиши, иккинчи максимум (сульфат тузларининг эриши) 15-20-кунларда намоён бўлиши ва жараённинг барқарорлашуви супеслар учун 28-34-кунларда, суглиноклар учун 32-40-кунларда юзага келиши аниқланган;

грунтларнинг иккиламчи шўрланиши ҳисобига ҳосил бўлган 0.75–1 м, баъзи жойларда 1.5 м гача чуқурликларда жойлашган зич шўрланган зона (қийин эрийдиган: аморф кремнезём –  $\text{SiO}_2$ , гипс –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , кальцит –  $\text{CaCO}_3$ , магний ва кальцийнинг қўш карбонат ангидрит тузи –  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ; осон эрийдиган:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) мавжудлиги аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

Мирзачўлнинг шўрланган грунтлари осон, ўрта ва қийин эрийдиган тузларга бирлашиши, уларнинг сифат ва миқдорий тавсифлари эса грунтлар муҳандислик-геологик хусусиятларининг ишончлилигини ва асосий муҳандислик-геологик жараёнлар ва ҳодисаларнинг табиатини белгилаши аниқланган;

Мирзачўл грунтларининг ғоваклик эритмасидан тузларнинг энг кўп ювилиши, яъни биринчи нисбий максимум, дастлабки кунларда, асосан хлорид тузларнинг, иккинчи нисбий максимум 15-20 кундан кейин, ўртача эрувчан тузларнинг эриши сабабли кузатилиши исботланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Олинган натижаларнинг ишончлилиги 150 та қудуқ ва 60 та тоғ қовламаларидан олинган катта ҳажмдаги фактик материаллар, грунтларнинг физик-механик хусусиятларини аниқлаш бўйича 250 та лаборатория тажрибалари, сув намуналарининг 80 та лаборатория таҳлилари, шунингдек Мирзачўл ҳудудида ер ости сувлари сатҳини ўрганишнинг кўп йиллик мониторинг тадқиқотлари натижаларидан фойдаланилганлиги билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шўрланган грунтларнинг ювилишини ўрганиш ҳамда туз ҳосил бўлиши ва миграциясининг асосий манбаларини аниқлаш методикасидан иборат бўлиб, Мирзачўл грунтларида осон, ўрта ва

кийин эрийдиган тузларнинг сифат ва миқдорий кўрсаткичли участкаларини асосли ажратиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Мирзачўл ҳудудида гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тадқиқотларнинг мониторинг пунктларини танлаш аниқлигини таъминлаш, шўрланган грунтлар таркиби ва хусусиятларининг шаклланишини ўрганиш, грунтларда туз миграциясини аниқлаш бўйича лаборатория тадқиқотларини самарали режалаштиришдан иборат бўлиб, Мирзачўлнинг ўзлаштирилган ва қайта ўзлаштирилаётган ҳудудлари мелиоратив ҳолатини баҳолаш учун муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Мирзачўл ҳудудида шўрланган грунтларни ва диффузион ювилиш пайтида уларнинг ўзгаришини илмий-услубий ўрганиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

тузларнинг ювилиш жараёни ривожланишига таъсир этувчи аниқланган комплекс омиллар “Ўзбекгидрогеология” давлат муассасаси илмий-амалий фаолиятига жорий қилинган (Тоғ-кон саноати ва геология вазирлигининг 2025 йил 27 январдаги 08-0401-сонли маълумотномаси). Натижада, туз ҳосил бўлиши ва миграциясининг асосий манбаларини аниқлаш учун самарали мониторинг тадқиқотларини ўтказиш имконини берган;

шўрланган грунтларнинг ювилишини ўрганиш методикаси ҳамда туз ҳосил бўлиши ва миграциясининг асосий манбалари “Қурилишда муҳандислик қидирувлари, геоахборот ва шаҳарсозлик кадастри лойиҳа илмий-тадқиқот институти – O‘ZGASHKLITI” Қорақалпоқ филиали илмий фаолиятига жорий қилинган (Қорақалпоғистон Республикаси қурилиш вазирлигининг 2024 йил 6 декабрдаги 03-07/01-3773-сонли маълумотномаси). Натижада, Мирзачўл ҳудудида осон, ўрта ва кийин эрийдиган тузларнинг сифат ва миқдорий кўрсаткичлари билан тавсифланган грунтларнинг тарқалиш майдонларини асосли ажратиш имконини берган;

Мирзачўлнинг ўзлаштирилган ва қайта ўзлаштирилаётган ҳудудларида 0,75–1,5 м чуқурликда аниқланган зич иккиламчи шўрланган грунт горизонти “Ўзбекгидрогеология” давлат муассасаси ишлаб чиқариш амалиётига жорий қилинган (Тоғ-кон саноати ва геология вазирлигининг 2025 йил 27 январдаги 08-0401-сонли маълумотномаси). Натижада, шўрланган грунтларда олиб бориладиган мониторинг тадқиқотларини такомиллаштиришга ёрдам берган;

Мирзачўлнинг шўрланган грунтлари таркиби ва хусусиятлари шаклланишининг комплекс таҳлиллар натижалари “Ўзбекгидрогеология” давлат муассасаси илмий фаолиятига жорий қилинган (Тоғ-кон саноати ва геология вазирлигининг 2025 йил 27 январдаги 08-0401-сонли маълумотномаси). Натижада, ўзлаштирилган ва қайта ўзлаштирилаётган ҳудудларнинг мелиоратив ҳолатини баҳолаш учун гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тадқиқотларни самарали режалаштириш имконини берган;

заиф ўтказувчан грунтларнинг ғоваклик эритмасида аниқланган ионларнинг юқори концентрацияли зонадан паст концентрацияли зонага кўчиши “Қурилишда муҳандислик қидирувлари, геоахборот ва шаҳарсозлик

кадастри лойиҳа илмий-тадқиқот институти – О‘ZGASHKLITI’ Қорақалпоқ филиали амалиётга жорий қилинган (Қорақалпоғистон Республикаси қурилиш вазирлигининг 2024 йил 6 декабрдаги 03-07/01-3773-сонли маълумотномаси). Натижада, шўрланган грунтларда туз миграциясини аниқлаш бўйича лаборатория тадқиқотларини самарали режалаштириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси:** Тадқиқот натижалари 7 та халқаро ва 3 та республика илмий ва илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 18 та илмий ишлар чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 8 та илмий мақола, жумладан 6 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг ҳажми 117 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 очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиниши, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши ҳақида қисқача маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Илмий тадқиқотлар йўналиши ва таркибини белгилайдиган табиий ва иқтисодий шароитларнинг ўзига хос хусусиятлари”** деб номланган биринчи бобида геология, геоморфология, гидрогеология, муҳандислик геологияси ва тўртламчи давр ётқизиклари литологик таркибининг таҳлили бўйича маълумотлар келтирилган.

Агромелиорация, сув ҳўжалиги ва гидротехник чора-тадбирлар комплекси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қимматли материаллар олинган. О.К. Ланге, В.П. Саваренский, Г.Н. Каменский, Ғ.О. Мавлонов, Н.Н. Ходжибаев, Э.В. Мавлянов, И.К. Зайцев ва бошқа олимларнинг тадқиқотлари таҳлил қилиниб, унга кўра Мирзачўл чўллар, ярим чўллар ва қурғоқчил тасмаларнинг арид зонасига киритилган.

Мирзачўл гидрогеологик ва муҳандислик-геологик шароитларнинг шаклланиш шартларининг табиий зоналиги ҳақидаги фикрлар ёрдамида тасвирланган бўлиб, бу ерда физик нураш, эол-дефляция ва аккумулятив жараёнлар, шўрланиш, тақир ҳосил бўлиш ва шўрхоқлар, вақтинчалик оқимлар, чўкиш ва грунт сувлари минерализациясининг ортиши устунлик қилади. Умуман олганда, Ўзбекистонда илмий тадқиқотларни ташкил этиш ва

амалга оширишда энг асосий ўринни Ўзбекистон Республикаси Тоғ-кон саноати ва геология вазирлиги қошидаги “Ўзбекгидрогеология” ДМ ва “ГИДРОИНГЕО институти” ДМ эгаллайди. Бу муассасаларнинг Мирзачўл ҳудудига тааллуқли илмий-тадқиқот ишлари иккита асосий йўналишни акс эттиради – гидрогеологик-мелиоратив ва лёссларни, лёссимон суглинок ва супесларни ўрганиш.

Илгари ўтказилган тадқиқотлар таҳлилининг кўрсатишича, арид зона шароитида кичик ва ўрта масштабли хариталашнинг назарий ва услубий асослари ишлаб чиқилган, Мирзачўлнинг арид зонасида ирригацион-мелиоратив ва бошқа қурилиш турлари инсоннинг табиий муҳитга таъсирининг интенсив шаклларида бири эканлиги аниқланган. Улар табиатга салбий таъсир этиб, иккиламчи шўрланиш ва Мирзачўл ландшафтларининг ажралмас таркибий қисми ҳисобланган турли босқичлардаги жарликлар ҳосил бўлиши кўринишида намоён бўлади. Бу шўрланган грунтларнинг ўзига хос хусусияти бўлиб, уларнинг ер усти ва ер ости сувлари билан ўзаро таъсири грунтнинг мустаҳкамлик хусусиятларини пасайтиради. Шу жиҳатдан шўрланган грунтлар муаммосини ҳал қилиш грунтлардан тузларнинг ювилишини ўрганиш учун муҳим омил сифатида қаралади.

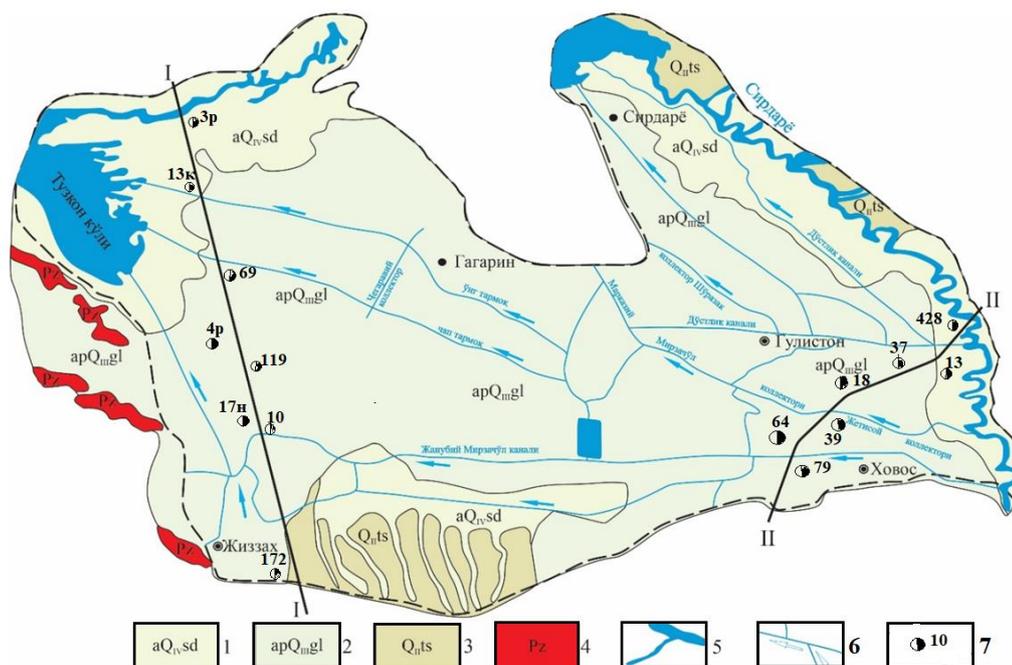
Диссертациянинг **“Мирзачўлнинг қисқача геологик-гидрогеологик ва муҳандислик-геологик тавсифи”** деб номланган иккинчи бобида Мирзачўл шўрланган грунтлари таркиби ва хусусиятларининг шаклланишига ва ювилишига ҳисса қўшадиган табиий-иқлимий, гидрогеологик ва техноген омиллар таҳлил қилинди. Иқлим шароитига кўра, Мирзачўл ҳудуди чўл-дашт зонасига тегишли. Атмосфера ёғинлари миқдори унчалик кўп эмас, асосан баҳор-қиш мавсумида ёғади. Ўрганилган ҳудудда рельефнинг асосий турлари ҳисобланадиган паст тепаликлар ва текисликлар ажралиб туради.

Тўртламчи даврда ўрганилаётган ҳудудда тоғ олди текисликларининг кўтарилиши, Сангзор, Зомин ва бошқа дарёлар чиқиш конусларининг, шунингдек, мирзачўл комплекси ётқизикларидан ташкил топган учинчи қайир усти террасасининг шаклланиши содир бўлди. Мирзачўлнинг марказий қисмида ушбу комплекс ётқизикларининг қалинлиги 260-400 м бўлиб, Туркистон тизмасида 10 м гача камайиб кетади.

Сирдарё дарёсининг иккинчи ва биринчи қайир усти террасалари чегарасида ҳозирги замон сирдарё комплекси қатламланган аллювиал майда заррали-қумтошли-галечникли ётқизиклар билан ифодаланади. Бу комплекс қалинлиги 1-3 м, камдан-кам ҳолларда ундан ҳам қалин бўлган сарғиш-кулранг супеслар ёки суглиноклардан иборат. Унинг остида супесь, гравий ва галечник қатламчалари бўлган кулранг-сарик майин донали қумлар очилган (1-расм).

Ушбу грунтларнинг деградациясига таҳдид табиий омиллар, грунтларнинг механик таркиби ва қияликларнинг тиклиги сабабли юзага келади. Ўрта ва енгил суглиноклар – ўртача, супеслар – кучли ва қумлар – жуда кучли чўлланиш хавфини келтириб чиқаради. Қумли ётқизикларда тупроқ ва ўсимликларнинг деградацияси кўчма эол қум массивларининг ҳосил бўлиши олиб келади. Мустаҳкамланган қумлар майдонининг кучсиз

мустаҳкамланган ва ҳаракатчан қумлар майдонига нисбати чўлланишнинг муҳим мезони ҳисобланади.



**1-расм. Мирзачўлнинг Жиззах ва Сирдарё вилоятлари ҳудудини ўз ичига олган схематик геологик-литологик харитаси.** (Т.М.Худойбердиев, Г.Д.Гулямов ва Д.Қ.Бегимкуловлар томонидан “Ўзбекгидрогеология” ДМ фонд материаллари ва шахсий тадқиқотлар асосида тузилган, 2022 й., масштаб 1: 200000): 1 – ҳозирги замон тўртламчи давр Сирдарё комплекси I–II қайир усти террасаларининг қум, шагал, супесь ва суглиноклар билан ифодаланган ётқизиқлари; 2 – юқори тўртламчи давр Мирзачўл комплекси III қайир усти террасасининг шагал, қум, супесь ва суглиноклар билан ифодаланган ётқизиқлари; 3 – ўрта тўртламчи давр Тошкент комплекси гравий, шагал, қумтош ва алевролитлар билан ифодаланган ётқизиқлари; 4 – палеозой ётқизиқлари; 5 – дарё; 6 – каналлар, 7 – бурғи қудуқлари.

Қуйида чўлланиш ва табиий ландшафтларнинг экологик беқарорлашуви билан боғлиқ жараёнларни кўриб чиқамиз:

1. *Ўсимликлар қопламнинг деградацияси.* Ландшафтлар ҳозирги ҳолатининг асосий биологик кўрсаткичи ўсимлик қопламидир: проекцион қамров даражаси, турларнинг таркиби, ҳаёт шакллари, бирламчи маҳсулотлар ва бошқалар. Ушбу кўрсаткичларнинг миқдор ва сифатнинг пасайишига қараб ўзгариши ўсимлик қопламнинг деградацияси ошганлигини кўрсатади, натижада ландшафт чўлланиши содир бўлади. Янги ерларнинг кенг ўзлаштирилиши рельеф ва тупроқ-ўсимлик қопламига техноген таъсирлар билан бирга кечади, бу эса Мирзачўл ландшафтининг экологик беқарорлашувини кучайтиради.

2. *Шамол эрозияси.* Шамол тоғ жинсларини майдалайди, ўсимликлардан маҳрум бўлган қумли қатламларни ривожлантиради. Бўшоқ нураган материал кенг майдонлар узра ташилади ва тўпланиб ётқизилади. Тупроқ юзасидан майин тупроқ доналари ва туз кристалларини учириб, шамол (эол) ёрдамида ташилиши узоқларда жойлашган гумид ландшафтлар тупроқларининг шўрланишига сабаб бўлади, шу билан бўшаб қолган ерлар майдонини кенгайтиради.

3. *Унумдор қатламнинг ювилиши ва учириб кетилиши*. Шўрланиш ер ости сувларининг чуқурлиги ва минерализациясига боғлиқ. Грунтларнинг деградацияси хавфи грунтларнинг механик таркиби, ёнбағирларнинг тиклиги ва ер ости сувларининг ётиш чуқурлиги каби табиий омиллар сабаб юзага келади. Қумли ётқизикларда тупроқ ва ўсимликларнинг деградацияси кўчма эол қум массивларининг ҳосил бўлишига олиб келади.

Мирзачўл суғориладиган ерларининг мелиоратив таъминоти одатда барқарор эмас, чунки бу ерларда грунт сувлари ўртача (3–10 г/л), баъзи жойларда кучли (10–25 г/л) минераллашганлигича қолмоқда. Олдимизда грунт сувларини ҳам, грунтларни ҳам тузсизлантириш бўйича бажарилиши керак бўлган кўплаб шўр ювиш ва мелиоратив ишлар кутиб турибди. Бу ерда сув-туз, ҳаво, иссиқлик ва озуқа режимларини оптималлаштиришни белгилаб берадиган қулай ярим гидроморф мелиоратив суғориш режими яратилган тақдирдагина суғориладиган тупроқларнинг мелиоратив ҳолатини тубдан яхшилаш мумкин.

Диссертациянинг **“Мирзачўлнинг шўрланган грунтларини ўрганиш объекти ва методикаси”** деб номланган учинчи бобида тадқиқот объекти, яъни Мирзачўл ҳудудидаги шўрланган грунтлари ва тупроқлари баёни келтирилган. Ушбу грунтлар регионал тарқалишга эга ва “Дўстлик”, “Дўстликнинг ўнг тармоғи”, “Марказий Мирзачўл”, “Жанубий Мирзачўл”, “Марказий тармоқ”, “Жиззах”, “Жетисай” магистрал суғориш каналлари ва бошқа горизонтал оқова дренаж тизимларининг туби ва ён бағирларини ташкил қилади. Улар маҳаллий қурилиш материали сифатида ишлатилади, иншоотларнинг асоси бўлиб хизмат қилади, шунингдек, Мирзачўлнинг суғорилган ва янги суғориладиган ҳудудларини ташкил этувчи асосий тупроқ-грунтлар ҳисобланади.

Мирзачўлнинг шўрланган грунтларини тадқиқ қилиш уларнинг моддий таркиби, структуравий боғланишларининг табиати ва мустаҳкамлиги, текстураси ва структураси, физик ҳолати, табиий ҳолатдаги, кўшимча намланиш ҳамда диффузион ювилишдан кейинги мустаҳкамлик ва деформацион хусусиятларини комплекс ўрганишни ўз ичига олди. Диффузион ювилиш тажриба давомида тоғ жинсининг физик ҳолатидаги ўзгаришларни назорат қилиш ва ювилишдан кейин уларнинг мустаҳкамлик хусусиятлари ҳақида маълумот олиш имконини берувчи диффузион қурилма ёрдамида амалга оширилди.

Шундай қилиб, шўрланган грунтларни намлаш ва ювиш пайтида улар хусусиятларининг ўзгариши прогнозини ҳисобга олган ҳолда комплекс ўрганиш келгусида муҳандислик-геологик мақсадларда уларнинг шўрланиш даражаси ва табиати бўйича таснифлашга имкон беради.

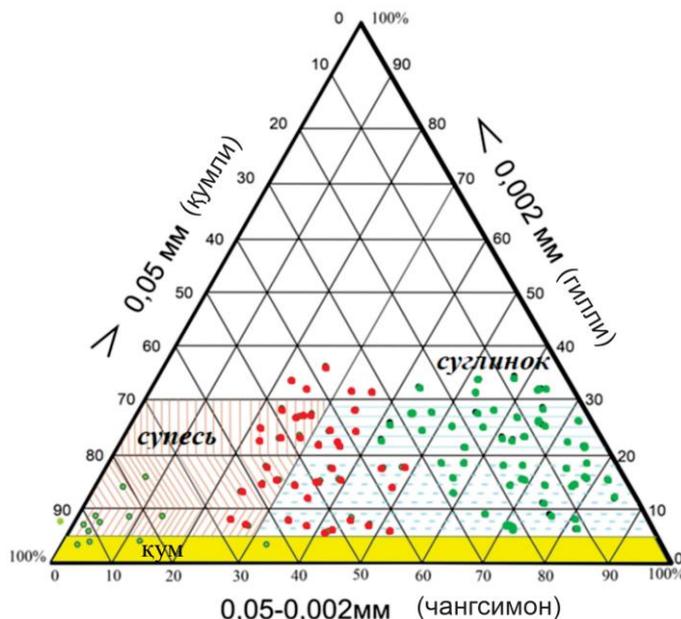
**“Мирзачўл грунтларининг ион-туз комплекси ва ювилиш пайтида унинг ўзгариши”** деб номланган тўртинчи бобда бўлғуси чўкинди тоғ жинсларининг таркибини кўп жихатдан белгилаб берадиган энг муҳим омиллар, яъни қаттиқ тоғ жинсларининг майдаланиши, кимёвий ва биокимёвий чўкиндиларнинг ҳосил бўлиши кўриб чиқилган. Уларнинг майдаланган маҳсулотларнинг ётқизилиш усулига ва жойига ҳамда кейинги

диагенез, гипергенез ва дегидратация жараёнларининг йўналишига таъсири очиб берилган.

Гранулометрик таркиб грунтларнинг структуравий тавсифларини (заррачаларнинг ўзаро жойлашиши, шакли ва ўлчами; ғовакларнинг мавжудлиги, уларнинг ўлчами ва характери) аниқлаштириш ва уларни заррача ўлчамлари бўйича фракцияларга бўлиш орқали минералогик ва кимёвий таҳлилларга тайёрлаш имконини беради.

Мирзачўл грунтлари гранулометрик таркибининг якуний қиймати (2-расм) шуни кўрсатдики, аэрация зонасининг литологик кесимида гранулометрик таркиб деярли бир жинсли ҳисобланади. Делювиал ва пролювиал лёссимон суглинок ва супесларда (жамланган ўртача қийматлар) кум фракциясининг миқдори 15 дан 29% гача, чанг фракцияси – 40 дан 70% гача ва гил фракцияси – 9 дан 25% гача ўзгариб туради. Агар ўрганилаётган ҳудудни суғорилмайдиган ва суғориладиган қисмларга бўлиб ўргансак, унда ҳам гранулометрик таркибнинг бир жинслилиги кузатилмайди ва грунтлар супеслар ва суглиноклар каби тавсифланади.

Мана шу нуқтаи назардан, чўкинди тоғ жинсларининг учта асосий гуруҳини ажратиш мақсадга мувофиқдир: 1) чақик, шу жумладан кумли ётқизиклар (механик чўкиндилар); 2) гил ётқизиклари (кўп ҳолларда коллоид-кимёвий чўкиндилар); 3) кимёвий, шу жумладан биокимёвий ётқизиклар (ҳақиқий эритмаларнинг чўкиндилари).

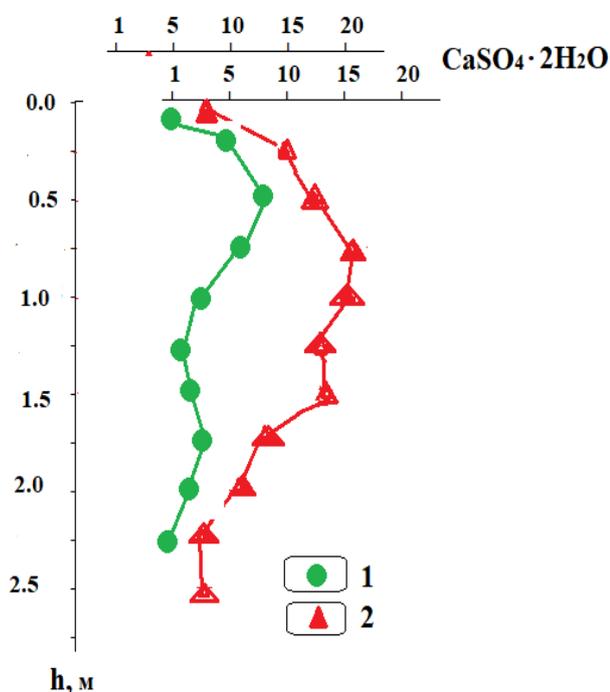


**2-расм. Мирзачўл грунтлари фракцияларининг гранулометрик таркиби**  
(Т.М. Худойбердиев, 2022 й.)

Ушбу грунтлар учун қаттиқ қолдиқнинг миқдорий кўрсаткичлари кучсиз шўрланган (0,35–0,485%) дан кучли шўрланган (2,02–2,65%) гача ўзгаради. Шўрланган грунтлардаги сувда эрийдиган тузларнинг таркиби атиги учта катион – натрий ( $\text{Na}^+$ ), магний ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ва кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ ) катионлари ва учта анион – хлор ( $\text{Cl}^-$ ), сульфат ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) ва гидрокарбонат ( $\text{HCO}_3^-$ ) анионлари комбинациясидан иборат. Бундан кўринадики, уларнинг асосида  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$  ва  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  каби

тузларни ҳосил қилиш мумкин. Тупроқ-грунтлардаги тузларнинг таркиби асосан ер ости сувларининг минерализацияси билан боғлиқ. Бу жараённинг механизми жуда мураккаб. Одатда, тупроқ-грунтдаги ва шўрланган грунт сувларидаги тузларнинг таркиби бир хил эмас. Сувга тўйинган грунтларда грунт сувлари таркиби турли хил кимёвий, физик-кимёвий ва биологик реакциялар таъсирида сезиларли ўзгаришларга учрайди.

Бунга мисол қилиб, ер ости сувлари таркибида кенг тарқалган натрий сульфат грунтга тушганда содир бўладиган баъзи ўзгаришларни келтириш мумкин. Капиллярлар орқали кўчаётган натрий сульфат, таркибида алмашинувчи кальций бўлган грунтнинг ютувчи моддаси билан физик-кимёвий реакцияга киришиши мумкин. Бунда, натрий катиони грунтга сўрилиб, у ердан кальцийни сиқиб чиқаради ва гипс чўкмасини ҳосил қилади. Бу эса ўз навбатида грунт қатламининг маълум бир чуқурлигида гипсли горизонтнинг шаклланишига олиб келади (3-расм).



**3-расм. Турли даврлар учун чуқурлик бўйича гипс ўзгаришининг қиёсий диаграммаси** (Т.М. Худойбердиев, Д.Қ. Бегимкулов, 2022 й.): 1 – 1960 йилдан 1970 йилгача бўлган материаллар натижалари; 2 – 2019-2023 йиллардаги шахсий тадқиқотлар натижалари.

Юқори минерализацияли грунт сувлари критик сатҳининг ортиши тупроқ-грунтнинг мелиоратив шароитини кескин ёмонлаштиради. Капилляр кўтарилишнинг даврийлиги, яъни қайта-қайта кўтарилишлар чўлланиш ва иккиламчи шўрланиш жараёнларига олиб келади. Меъёрий хужжатларга мувофиқ, таркибида мавжуд осон ва ўртача эрувчан тузлар йиғинди миқдори умумий миқдорнинг камида 1% ини (ёки 0,3%, агар фақат осон эрийдиган тузлар мавжуд бўлса) ташкил этган грунтлар шўрланган тоғ жинсларига киритилади.

Ҳосил бўлиш шароитлари ва генезисига кўра шўрланган тупроқлар бирламчи табиий шўрланган ва иккиламчи антропоген шўрланган турларга бўлинади (4 ва 5-расмлар).



**4.-расм. Худуднинг бирламчи шўрланиши (Гагарин 2022 й.)**



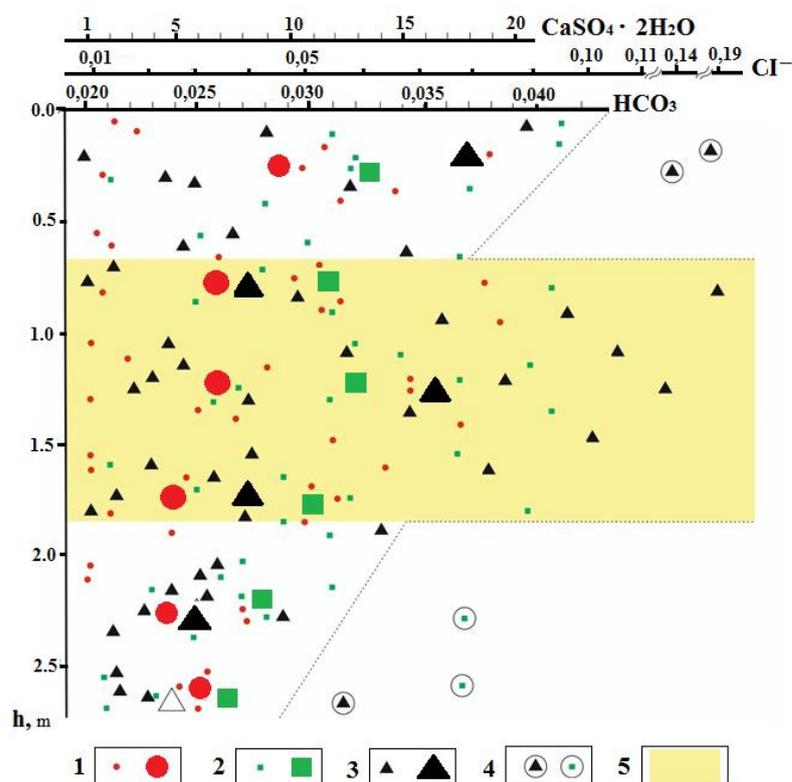
**5 -расм. Суғориш канали бўйида иккиламчи шўрланиш (Мирзачўл канали 2022 й.)**

Тупроқнинг бирламчи шўрланишининг ривожланишини белгиловчи *табiiй омилларга* қуйидагилар киради: иқлим, рельеф, худуднинг дренажланганлиги, тупроқ ҳосил қилувчи ва унинг остидаги тоғ жинсларининг шўрланиши ва минераллашган ер ости сувларининг мавжудлиги. Иқлим шўрланиш жараёнининг ривожланишини белгиловчи омил сифатида буғланишнинг ёғингарчиликдан устунлиги билан тавсифланади. Бундай шароитда намлик ва тузни ўтказиш жараёни фаоллашади ва туз тўпланиш жараёнига олиб келадиган буғлантирувчи геохимёвий тўсиқ ҳосил бўлади. Худуднинг заиф дренажланганлиги латерал ландшафт-геохимёвий оқимларнинг секинлашишига, грунт сувлари сатҳининг кўтарилишига ва арид, ярим арид ва ҳатто ярим гумид зоналарда шўрланиш жараёнларининг фаоллашишига ёрдам беради. Фаол намлик алмашинуви зонасидаги тоғ жинслари таркибида осон эрийдиган тузларнинг мавжудлиги шўрланган тупроқларнинг шаклланишига ёрдам беради. Ташқаридан минераллашган сувлар, атмосфера ёғинлари ва эол чанглари ёрдамида тузларнинг олиб келиниши оқибатида тупроқларда туз тўпланиш жараёнлари намоён бўлади.

Тупроқларнинг *иккиламчи (антропоген) шўрланиши* табиий тупроқли – галогеохимёвий шароитларнинг антропоген ўзгаришлари натижасида юзага келади. Иккиламчи шўрланишнинг ривожланишига намликнинг капилляр кўтарилиши, суғориладиган ва сув босган ерларда грунт сувларининг кўтарилиши, тўшама тоғ жинслари туз захираларининг жалб қилиниши, юқори минерализацияли суғориш сувлари билан тузларнинг олиб келиниши ва тупроқларда туз тўпланишига олиб келадиган қатор бошқа омиллар сабаб бўлади. Иккиламчи шўрланиш ерларнинг экологик ҳолатини белгилайдиган асосий деградация жараёнларидан бири ҳисобланади. Иккиламчи шўрланиш табиий шўрланиш ривожланадиган зоналарда энг фаол намоён бўлади (4 ва 5-расмлар). Масалан, Мирзачўл худудида яйловлар ва суғориладиган ерларнинг шўрланиш жараёни фаол давом этмоқда.

Ўрганилаётган худуднинг ҳамма жойида иккиламчи ҳосил бўлган тузларнинг (аморф силикат –  $\text{SiO}_2$ , гипс –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ва б.) текстураси,

структураси, тузилиши ва таркибига қараб 0,75 – 1,0 метрдан 1,5 метргача чуқурликда зич шўрланган зона аниқланди (6-расм). Зонанинг шаклланиши намликнинг капилляр кўтарилиши, суғориладиган ва сув босган ҳудудларда юқори минерализацияли грунт сувлари сатҳининг кўтарилиши, тўшама тоғ жинслари туз захираларининг жалб қилиниши, суғориш сувлари билан тузларнинг олиб келиниши ва грунтларда тузларнинг миграциясига олиб келадиган қатор бошқа омиллар билан боғлиқ бўлади. У ерларнинг экологик ҳолатини белгилайдиган асосий деградация жараёнларидан бири ҳисобланади. Интенсив суғориш зоналарида иккиламчи шўрланиш янада фаолроқ намоён бўлади.



**6-расм.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}^-$  ва  $\text{HCO}_3^-$  параметрларининг чуқурлик бўйича ўзгариши** (Т.М.Худойбердиев, Д.Қ. Бегимқулов, 2022 й.): 1 – чуқурлик бўйича  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  кўрсаткичларининг ўртача қийматлари; 2 – чуқурлик бўйича  $\text{Cl}^-$  кўрсаткичларининг ўртача қийматлари; 3 – чуқурлик бўйича  $\text{HCO}_3^-$  кўрсаткичларининг ўртача қийматлари; 4 – эҳтимолий хато кўрсаткичлар; 5 – иккиламчи шўрланиш ҳосил бўлган зич тузли зона.

Грунтлардан олинган монолитлардан ғоваклик сувларини сиқиб чиқариш 25 МПа гача, баъзан – 90 МПа гача босим остида пресс-шаклларда сиқиш усули ёрдамида амалга оширилди. Сиқиш давомийлиги 7-10 кундан 30 кунгача давом этди, ғоваклик сувларини сиқиш вақтининг ортишига грунтда гипс мавжудлиги сабабли қўлланиладиган нисбатан паст (25 МПа) ишчи босим сабаб бўлди.

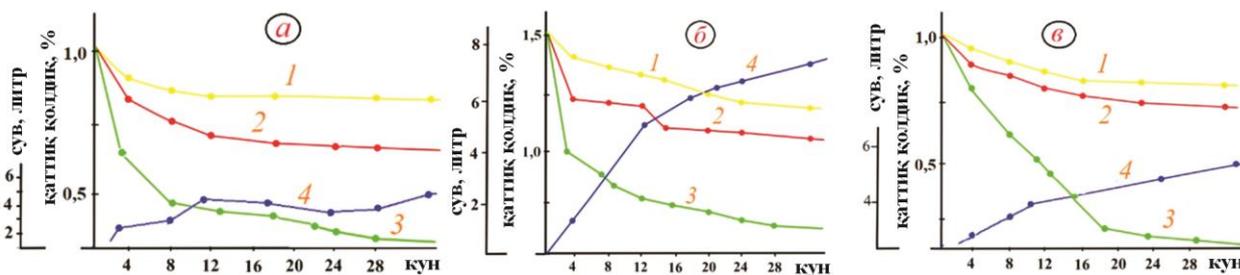
Диффузион қурилмада қуйилиш усули билан шўрланган грунтларнинг узок вақт ювилиши ғоваклик сувлари минерализациясининг 0,5–2,5 г/л гача кескин пасайишига ва шунга мос равишда хлор ионининг ювилишдан олдинги 360-444 ммол/л дан 0,6–0,9 ммол/л гача камайишига олиб келади. Кучсиз

гипсланган грунт қатламларида ҳам сульфат ионлари таркибининг ювилишдан олдинги 374 ммол/л дан 0,7–1,8 ммол/л гача кескин пасайишига олиб келади.

Кучли ювилган грунтларнинг ғоваклик сувлари гидрокарбонат-кальцийли ва гидрокарбонат-натрийли таркибга эга. Натижада грунтларнинг нафақат тўлиқ тузсизланиши, балки сода типигади ғоваклик сувларининг ҳосил бўлиши билан уни тузсизлантириш ҳам содир бўлади. Бироқ, кўпчилик ювилган намуналар учун ғоваклик сувларининг таркиби сульфат-магнийли-натрийли бўлиб қолаверади,  $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$  нисбати 1,5 дан 40,7 гача,  $\frac{r_{SO_4}}{r_{Cl}}$  нисбати эса 1,6 дан 77 гача ўзгаради. Ушбу коэффицентларнинг юқори қийматлари ювилиш жараёнида ғоваклик сувлари жуда чуқур метоморфизацияга учраган намуналар учун хос бўлиб, асосан хлор ( $Cl^-$ ) ионининг олиб чиқиб кетилиши ва Мирзачўл грунтлари таркибида кўп миқдорда учрайдиган гипснинг эритилиши натижасида сульфат ( $SO_4^{2-}$ ) ионининг, шунингдек сўрилган комплексдан алмашинувчи натрий ( $Na^+$ ) ионининг қўшилишидан ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, ювилган грунт қатламлари ғоваклик сувларининг минерализацияси ва таркиби ювилиш жараёнининг давомийлигига, уларнинг моддий таркибига, грунтларда гипснинг мавжудлигига ва ғоваклик эритмаси ионлари диффузион ҳаракатчанлигининг ҳар-хил тезлигига боғлиқ. Бу тезлик турли ионлар учун ҳар хил – одатда энг максимал хлор ( $Cl^-$ ) ионига тегишли бўлиб, грунтнинг физик ҳолати – зичлиги, намлиги ва бошқа хусусиятларига боғлиқ бўлади.

Грунтларни умумий тузсизлантириш жараёни бир неча босқичларда давом этади, дастлаб осон эрийдиган тузлар эрийди, сўнгра ўрта ва қийин эрийдиган тузларнинг эриши эвазига аста-секин чучуклашиш содир бўлади (7-расм). Ювилишнинг биринчи босқичида ғоваклик эритмалари таркибида натрий ва магний хлоридлари ва сульфатлари кўпроқ бўлади, чунки бу тузлар Мирзачўл грунтларида жуда кўп учрайди. Ювилишнинг бошланишида уларнинг баъзилари тезда ювилиб кетди (хлоридлар), маълум қисми тоғ жинсининг – грунтнинг ўзида қолди (сульфатлар), мана шу сақланиб қолганлари туз тўпланиш жараёнининг интенсивлик кўрсаткичи ҳисобланади.



**7-расм. Тузларнинг ювилиш графиклари (Т.М.Худойбердиев, Д.Қ.Бегимқулов, 2022 й.): 0,5 м чуқурликкача бўлган юзаки горизонт (а), 0,75–1,5 м чуқурлик интервалидаги ўрта горизонт (б), 2,0 м ва ундан чуқур горизонт (в): 1 – қийин эрийдиган тузлар; 2 – ўртача эрийдиган тузлар; 3 – осон эрийдиган тузлар; 4 – сув миқдори.**

Ювилиш жараёнини вақт бўйича таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, ғоваклик эритмасида энг юқори туз миқдори дастлабки кунларда, асосан хлоридлар ҳисобига кузатилади, кейин яна хлоридлар ҳисобига туз миқдори ортиб боради, сўнгра ўсиш камаяди, эгри чизиқлар текисланади. Иккинчи нисбий максимум 15–20-кунларда, ўртача эрувчан тузларнинг эриши ҳисобига юзага келади. Мирзачўл грунтларининг ювилиш стабилизацияси суглиноклар учун 32–40-кунларда ва супеслар учун 28–34-кунларда содир бўлади (7-расмга қаранг). Бу эса тузларнинг ювилиши секин кечишини кўрсатади.

## ХУЛОСА

Диссертация мавзуси бўйича қуйидаги асосий натижалар олинган:

1. Арид зонадаги кўп босқичли комплекс ирригацион-мелиоратив ва инсон фаолиятининг бошқа турлари Мирзачўлнинг табиий муҳитига техноген таъсир кўрсатади. Барча ўрганилган табиий омиллар Мирзачўл грунтларининг бирламчи шўрланиш географиясини белгилайди. Улар асосан чўл, ярим чўл ва дашт зоналарида ривожланган. Шўрланишнинг юзага келиши тузли тоғ жинсларининг ер юзасига чиқиши ёки ташқаридан осон эрийдиган тузларнинг кириб келиши билан боғлиқ.

2. Шўрланган грунтларнинг фаол ювилиши, Мирзачўлнинг дреналанмаган сув айирғич ҳудудларидан фарқли ўлароқ, пастқам участкаларида, қадимги оқим ўйиқларида ва магистрал суғориш каналларининг оқим йўналишида кенг ривожланган. Ғоваклик эритмасидаги тузларнинг энг кўп ювилиши дастлабки кунларда, асосан хлоридлар ҳисобига кузатилади, иккинчи нисбий максимум ўртача эрувчан тузларнинг эриши ҳисобига 15–20-кунларда намоён бўлади, Мирзачўл грунтларидан тузлар ювилишининг барқарорлашуви супеслар учун 28–34-кунда, суглиноклар учун 32–40-кунда юзага келади.

3. Мирзачўл ҳудудида, иқлимнинг аридлиги ва минерализациялашган грунт сувларининг даврий капилляр кўтарилишлари билан боғлиқ бўлган, қийин эрийдиган: аморф кремнезём –  $\text{SiO}_2$ , гипс –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , кальцит –  $\text{CaCO}_3$ , магний ва кальцийнинг қўшкарбонат тузи –  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ; осон эрийдиган:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$  каби иккиламчи ҳосил бўлган тузлар ҳисобига шаклланган, 0,75–1 м, баъзи жойларда 1,5 м гача чуқурликларда жойлашган зич шўрланган зона аниқланди.

4. 0,75–1,5 м чуқурликда жойлашган, ғоваклик сувлари 51 г/л гача бўлган нисбатан юқори минерализацияли пролювиал шўрланган супесь ва суглинокларда алмашинув ҳажми 23–24 ммол/100 г ни ташкил этади. Бу <0,001 мм ли фракцияларнинг агрегацияланганлиги билан боғлиқ. Мирзачўл шўрланган грунтларининг алмашинув катионлари таркибида алмашинадиган натрий миқдори ортади ва катионлар  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$  тартибида жойлашади. 2–3 м чуқурликда Мирзачўл грунтлари ғоваклик сувларининг минерализацияси 12 г/л гача етади ва алмашинув катионлари таркибида алмашинадиган кальций миқдори ортади. Нураган юқори горизонтларга солиштирганда чуқур горизонтлар қатламларида унинг миқдори 3 баравар

паст. Бу унинг иккиламчи нураш минераллари: ярозит –  $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ , гипс –  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  ва галит –  $NaCl$  да кўчиши билан боғлиқ.

5. Шўрланган грунтларнинг таркиб ва хусусиятларининг шаклланиши ҳамда диффузион ювилиш пайтида уларнинг ўзгариши мониторинг тадқиқот пунктларини танлаш аниқлигини таъминлаган ҳолда Мирзачўлнинг ўзлаштирилган ва қайта ўзлаштирилаётган ҳудудларининг геоэкологик ва мелиоратив ҳолатини баҳолаш учун ўтказиладиган муҳандислик-геоэкологик тадқиқотлар учун асос бўлиб хизмат қилади.

**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**

**ХУДОЙБЕРДИЕВ ТЕМУР МАХМАРАЖАБОВИЧ**

**ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ  
ГОЛОДНОЙ СТЕПИ И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ ПРИ ДИФФУЗИОННОМ  
ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ**

**04.00.04 – Гидрогеология и инженерная геология**

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

**ТАШКЕНТ – 2025**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2024.4.PhD/GM247**

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)).

**Научный руководитель:** **Закиров Мираббас Мирсаатович**  
доктор геолого-минералогических наук (DSc), профессор

**Официальные оппоненты:** **Ибрагимов Азиз Сабинович**  
доктор геолого-минералогических наук (DSc), старший научный сотрудник

**Аимбетов Иззет Каллиевич**  
доктор технических наук (DSc), профессор

**Ведущая организация:** **Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека**

Защита диссертации состоится 21 августа 2025 г. в 11<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) 209-10-84, факс: (+99871) 262-62-15, e-mail: [gidro\\_ilmkeng@mail.ru](mailto:gidro_ilmkeng@mail.ru)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института гидрогеологии и инженерной геологии (регистрационный номер 62). Адрес: 100041, г.Ташкент, ул. Олимлар, дом 64, Тел.: (+99871) 209-10-79, факс: (+99871) 209-10-84, e-mail: [gidro\\_ilmkeng@mail.ru](mailto:gidro_ilmkeng@mail.ru).

Автореферат диссертации разослан 4 августа 2025 года (реестр Протокола рассылки № 11 от 4 августа 2025 года)

**А.А.Мавлонов**  
Председатель Научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
доктор геолого-минералогических наук,  
старший научный сотрудник

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

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

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мировой практике проблема исследования процессов засоления и выщелачивания на орошенных и вновь орошаемых территориях рассматривается как условие формирования состава и свойств грунтов. Среди процессов соленакопления следует отметить обусловленные обменными реакциями в грунтах в результате взаимодействия кальциево-почвенного поглощающего комплекса с сульфатно-натриевыми растворами, а также эоловыми (пыльные бури и ветры) поступлениями солей на поверхность грунтов, почвы и формирования в их профиле солевых, гипсовых горизонтов. В этом аспекте решение проблемы засоления и выщелачивания грунтов является важным фактором стабильного социально-экономического развития страны в целом, и в частности – ее региона.

Многими ведущими научными центрами мира, особенно в странах со степными, полупустынными, пустынными территориями, осуществляются исследования влияния солей на инженерно-геологические свойства грунтов и их мелиоративное состояние. Особое внимание уделяется влиянию солей на физико-механические свойства грунтов, определению минерализации грунта, связанной с поступлением солей из минерализованных подземных вод по капиллярам, определению качественного и количественного состава отдельных компонентов потока растворенных веществ, которые неразрывно связаны с вытеснением элементов в грунтовой среде и все это, в свою очередь, позволяет разработать рекомендации по изучению формирования состава и свойств засоленных грунтов и их изменений при диффузионной выщелачивании.

В настоящее время полноценное использование Голодной степи в сельском хозяйстве поставлено на уровень задач государственной значимости. В связи с этим в республике особое внимание уделяется засолению грунтов – одному из главных генетических и мелиоративных их свойств на аридных территориях. В настоящее время засоление рассматривается как один из основных деградационных процессов, ограничивающих плодородие почво-грунтов засушливых территорий в разных странах мира, в том числе в Узбекистане, и были проведены масштабные исследования, которые позволили достичь определённых результатов, в частности, разработана методика количественной оценки засоленных грунтов, выявлены различные виды деградации грунтов как, интенсивное засоление, водная, ветровая эрозия и загрязнение агрохимикатами. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы для осуществления цели №30 намечено «Повышение плодородия почвы и защита ее от деградации»<sup>1</sup>. Исходя из этого, наиболее важным является изучение диффузионного выщелачивания засоленных грунтов для мелиоративного благополучия орошаемых земель Голодной степи и повсеместной защиты зданий и сооружений от негативных процессов.

---

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

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 г. № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-4801 от 11 августа 2020 г. «О неотложных мерах по эффективному использованию водных ресурсов и улучшению мелиоративного состояния земель в Джизакской и Сырдарьинской областях», 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, посвященные изучению физико-механических свойств засоленных грунтов проводились учеными ведущих научных центров и высших образовательных учреждений мира. Например, вопросы влияния минерализации, состава водных растворов и обменных катионов на физико-механические свойства изучались Е. Agudo, F. Mees, D. Benavente, Д. Моум, И. Розенквист, Г. С. Золотаревым, И. А. Сафохиной, Н. П. Затенацкой, В. П. Петрухиной, С. В. Альперович и др. На основе развития основных идей Ф. П. Саваренского, И. В. Попова, Г. А. Мавлянова, В. Т. Трофимова, В. Д. Ломтадзе, Н. Н. Ходжибаева, Э. В. Мавлянова, Ю. И. Иргашева, И. К. Аимбетова, Р. Т. Бекимбетова и др. по вопросам методологии составления инженерно-геологических карт выявлена целесообразность построения специализированных карт с учетом природной ситуации и характера ирригационно-мелиоративного освоения. В их числе карта стратиграфо-генетических комплексов, засоленности грунтов зоны аэрации с количественной оценкой легкорастворимых солей, инженерно-геологические карты с учетом их водно-физических и физико-механических свойств. Научно-методическим основам и исследованиям применительно к задачам сейсмического микрорайонирования и проблем строительства в засоленных грунтах в условиях Республики Узбекистан посвящены работы Г. А. Мавлянова, Я. С. Садыкова, Э. В. Мавлянова, К. П. Пулатова, Ю. И. Иргашева, А. Д. Каюмова, И. А. Агзамовой, Р. М. Худойкулова, Ю. И. Иргашева, Б. Рахманова, И. К. Аимбетова, Р. Т. Бекимбетова и О. Зафарова. Анализ приведенных в них результатов исследования засоленных грунтов степных зон Узбекистана дает основание утверждать о влиянии влажности на физико-механические показатели засоленных грунтов, а также установить критерии выделения регионального и локального мониторинга в различных геологических и инженерно-геологических условиях.

Несмотря на определенные научные достижения в изучении засоленных грунтов степных зон Узбекистана, существует и ряд нерешенных проблем, требующих дополнительных научных разработок для получения новых представлений об изменении физико-механических свойств засоленных

грунтов под влиянием диффузионного выщелачивания. Особенно это касается вопросов взаимодействия засоленных и загипсованных грунтов с пресной и дистиллированной водой, влияния диффузионного выщелачивания на фильтрационные и прочностные свойства пород, изменения ионно-солевого комплекса при диффузионном выщелачивании грунтов Голодной степи, а также ёмкости обмена, состава обменных катионов засоленных и выщелоченных грунтов.

**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 прикладных проектов и хозяйственных работ по темам: “Особенности изменчивости режима грунтовых вод и оценка современного гидрогеолого-мелиоративного состояния Голодной степи” за 2019–2023 гг. и “Торнопроходческие и опытно-фильтрационные работы в шурфах Мирзачульском ГПП и 2-Мирзачульском” с ГУП «Узбекгидрогеология» под №17/01-01 от 17 января 2019 г.

**Целью исследования** является изучение формирования состава и свойств засоленных грунтов Голодной степи и их изменения при диффузионном выщелачивании.

**Задачи исследования:**

проанализировать и обобщить представления о миграции средне- и легкорастворимых солей в зоне аэрации в условиях естественного режима водоносного горизонта;

определить факторы, характеризующие различные локальные условия накопления и вторичного образования солей в грунтах и изменения их физико-механических свойств в процессе водонасыщения и выщелачивания;

выявить инженерно-геологические свойства засоленных грунтов и природу основных инженерно-геологических процессов и явлений;

раскрыть особенности распределения кривых динамики растворения и выноса легко-, средне- и труднорастворимых солей из грунтов в процессе выщелачивания.

**Объектом исследования** являются засоленные грунты Голодной степи.

**Предметом исследования** являются изменение свойств засоленных грунтов в результате выщелачивания.

**Методы исследования.** При исследовании засоленных грунтов Голодной степи использованы традиционные полевые, лабораторные методы гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, методы теоретического обобщения и системный анализ результатов исследований, современные методы анализа определения процесса выщелачивания засоленных грунтов в лабораторных условиях, включая комплексное изучение вещественного состава, характера и прочности структурных связей, текстуры, структуры, физического состояния грунтов, а также их деформационных свойств после диффузионного выщелачивания.

**Научная новизна исследования** состоит в следующем:

выявлены основные геологические и техногенные факторы, влияющие на развитие процесса засоления, и источники формирования и миграции солей на территории Голодной степи;

установлено, что активное выщелачивание солей из засоленных грунтов широко развито на пониженных участках и по древним ложбинам стока, чем на водораздельных недренированных территориях Голодной степи;

установлено, что максимальное выщелачивание солей (растворение хлоридных солей) из порового раствора грунта наблюдается в первые сутки, второй пик приходится на 15-20 сутки (растворение сульфатных солей) и стабилизация процесса наступает через 28-34 суток для супесей и 32-40 суток для суглинков.

обнаружена плотная засоленная зона на глубине 0,75–1,0, местами – до 1,5 м, образовавшаяся за счёт вторичного засоления грунтов (труднорастворимые: аморфный кремнезём  $\text{SiO}_2$ , гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , кальцит  $\text{CaCO}_3$ , двойная углекислая соль магния и кальция -  $\text{MgO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ; легкорастворимые:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ).

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

установлено, что засоленные грунты Голодной степи объединяются в легко-, средне- и труднорастворимые соли, а их качественная и количественная характеристики определяют инженерно-геологических свойств грунтов и природу основных инженерно-геологических процессов и явлений;

доказано, что наибольшее выщелачивание солей из порового раствора грунтов Голодной степи, т.е. первый относительный максимум, наблюдается в первые сутки, в основном, за счёт растворения хлоридов, второй относительный максимум – после 15–20-е сутки, за счёт среднерастворимых солей.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных результатов обосновываются большим объёмом фактического материала из 150 скважин и 60 горных выработок, 250 лабораторных экспериментов по физико-механическим свойствам грунтов, 80 лабораторных анализов проб воды, а также результатами многолетних мониторинговых исследований уровня грунтовых вод на территории Голодной степи.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в методике изучения выщелачивания засоленных грунтов, определения основных источников формирования и миграции солей, способствующих более обоснованному выделению участков с качественной и количественной характеристикой легко-, средне - и труднорастворимых солей в грунтах Голодной степи.

Практическая значимость результатов исследований заключается в обеспечении точности выбора пунктов мониторинга гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, изучении формирования состава и

свойств засоленных грунтов Голодной степи, эффективном планировании лабораторных исследований грунтов по выявлению миграции солей. Они в определенной степени служат для оценки мелиоративного состояния освоенных и вновь осваиваемых территорий.

Голодной степи для оценки мелиоративного состояния засоленных грунтов Голодной степи.

**Внедрение результатов исследования.** На основе научных результатов, полученных на научно-методической базе изучения засоленных грунтов и их изменения при диффузионном выщелачивании на территории Голодной степи:

выявленный комплекс факторов, влияющих на развитие процесса выщелачивания солей, внедрен в научно-практическую деятельность государственного учреждения “Узбекгидрогеология” (справка Министерства горнодобывающей промышленности и геологии №08-00401 от 27.01.2025 г.). Результаты дали возможность проводить эффективные мониторинговые исследования по выявлению основных источников формирования и миграции солей;

методика изучения выщелачивания засоленных грунтов и основные источники формирования и миграции солей внедрены в научно-практическую деятельность Каракалпакского филиала «Проектный научно-исследовательский институт инженерных изысканий в строительстве, геоинформатики и градостроительного кадастра – УЗГАШКЛИТИ» (справка Министерства строительства Республики Каракалпакстан от 6 декабря 2024 г. № 03-07/01-3773). Полученные результаты способствовали более обоснованно выделить участки распространения грунтов Голодной степи с учетом качественной и количественной характеристик легко-, средне- и труднорастворимых солей;

выявленный на освоенных и вновь осваиваемых территориях Голодной степи плотный вторично засоленный грунтовый горизонт на глубине в пределах 0,75–1,5 м внедрен в научно-практическую деятельность государственного учреждения “Узбекгидрогеология” (справка Министерства горнодобывающей промышленности и геологии №08-00401 от 27.01.2025 г.). Результаты способствовали усовершенствованию проводимых мониторинговых исследований засоленных грунтов Голодной степи;

результаты комплексных анализов формирования состава и свойств засоленных грунтов Голодной степи внедрены в научно-практическую деятельность государственного учреждения “Узбекгидрогеология” (справка Министерства горнодобывающей промышленности и геологии №08-00401 от 27.01.2025 г.). Полученные результаты позволили эффективно спланировать гидрогеологические и инженерно-геологические исследования по оценке мелиоративного состояния освоенных и вновь осваиваемых территорий Голодной степи;

установленная миграция ионов в поровом растворе слабопроницаемых грунтов от зоны повышенной концентрации к зоне с пониженной внедрена в научно-практическую деятельность Каракалпакского филиала «Проектный научно-исследовательский институт инженерных изысканий в строительстве, геоинформатики и градостроительного кадастра – УЗГАШКЛИТИ» (справка Министерства строительства Республики Каракалпакстан от 6 декабря 2024г. № 03-07/01-3773). Полученные результаты дают основание эффективно спланировать лабораторные исследования грунтов Голодной степи по выявлению миграции солей, а также могут служить инженерно-геологической основой для оценки мелиоративного состояния освоенных и вновь осваиваемых территорий Голодной степи, обеспечивая точность выбора пунктов мониторинговых исследований.

**Апробация результатов исследования.** Основные научные результаты диссертации обсуждались на 7 международных и 3 республиканских научных и научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы всего 18 научные работы, из них 8 научных статей, в том числе 6 – в республиканских и 2 – 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. Общий объем диссертации составляет 117 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 – **“Особенности природных и хозяйственных условий, определяющие направление и состав научных исследований”** – содержится анализ по геологии, геоморфологии, гидрогеологии, инженерной геологии и литологическому составу четвертичных отложений. Ценные материалы получены в результате исследований по комплексу агро-мелиоративных, воднохозяйственных и гидротехнических мероприятий. Анализируются исследования О.К.Ланге, В.П.Саваренского, Г.Н.Каменского, Г.А.Мавлянова, Н.Н.Ходжибаева,

Э.В.Мавлянова, И.К.Зайцева и мн. др. согласно которому Голодная степь включена в аридную зону пустынь, полупустынь и засушливые полосы.

Голодная степь описана с представлениями о природной зональности условий формирования гидрогеологических и инженерно-геологических условий, где господствуют процессы физического выветривания, эоловые дефляционные и аккумулятивные процессы засоления, такырообразования, а также описаны солончаки, временные потоки, просадки и увеличение минерализации грунтовых вод. В целом, главная роль в организации и выполнении научно-исследовательских работ в Узбекистане принадлежит ГУ “Институт гидрогеологии и инженерной геологии” университета Геологических наук и ГУ “Узбекгидрогеология” при Министерстве горнодобывающей промышленности и геологии. Тематика работ их отражает два основных направления – гидрогеолого-мелиоративное и изучение лёссов, лессовидных суглинков, супесей.

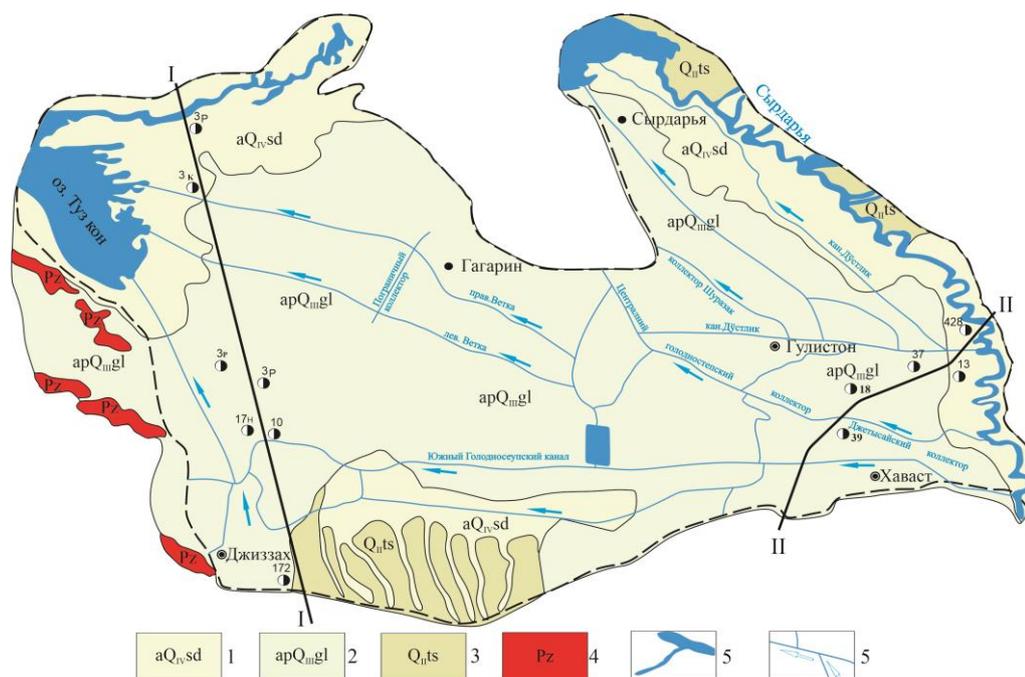
Анализ ранее проведенных исследований показал, что разработаны теоретические и методические основы мелко- и среднемасштабного картирования в условиях аридной зоны. Установлено, что ирригационно-мелиоративное и другие виды строительства в аридной зоне Голодной степи являются одной из интенсивных форм воздействия человека на природную среду. Выше сказанное носит негативный характер, проявляющийся в вторичном засолении, оврагообразование различных стадий, являющемся неизбежной составной частью ландшафтов Голодной степи. Эта специфическая особенность засоленных грунтов, их взаимодействие с поверхностными и подземными водами снижают их прочностные свойства. В этом аспекте решение проблемы засоленных грунтов рассматривается как важный фактор для изучения выщелачивания солей из грунтов.

Во второй главе диссертации – **«Краткая геолого-гидрогеологическая и инженерно-геологическая характеристика Голодной степи»** – анализируются природно-климатические, гидрогеологические и техногенные факторы, способствующие формированию состава и свойств засоленных грунтов Голодной степи и их выщелачиванию. По климатическим условиям территория Голодной степи относится к пустынно-степной зоне. Атмосферные осадки выпадают в незначительном количестве, главным образом, в весенне-зимний период. В пределах исследованного района выделяются низкие возвышенности и равнины, являющиеся основными типами рельефа.

В четвертичный период на исследуемой территории происходили поднятия предгорных равнин, формирование конусов выноса рек Санзар, Заамин и др., а также третьей надпойменной террасы, сложенной отложениями голодностепского комплекса. В центральной части Голодной степи они имеют мощность от 260 до 400 м, у Туркестанского хребта она уменьшается до 10 м.

В пределах второй и первой надпойменных террас р. Сырдарьи современный сырдарьинский комплекс представлен переслаивающимися аллювиальными, мелкоземисто-песчано-галечниковыми отложениями. Они состоят из желтовато-серых супесей или суглинков мощностью 1–3 м, редко –

больше. Ниже вскрываются серовато-жёлтые тонкозернистые пески с прослойками супеси, гравия и галечника (рис. 1).



**Рис.1. Схематическая геолого-литологическая карта территории Джизакской и Сырдарьинской областей Голодной степи** (составили Т.М.Худойбердиев, Г.Д. Гулямов, Д.К.Бегимкулов по фондовым материалам ГУ “Узбекгидрогеология” и личных исследований, 2022 г., масштаб 1:200 000): 1 – современные четвертичные отложения I-II надпойменных террас Сырдарьинского комплекса, представленные песками, галечниками, супесями, суглинками; 2 – верхнечетвертичные отложения III надпойменной террасы, Голодностепского комплекса, представленные галечниками, песками, супесями и суглинками; 3 – среднечетвертичные отложения Ташкентского комплекса, представленные гравием, галечниками, песчаниками и алевролитами; 4 – палеозойские отложения; 5 – река, 6 – каналы, 7 – скважины

Угроза деградации этих грунтов обуславливается природными факторами, -механический состав грунтов и крутизна склонов. Средний и легкий суглинки характеризуют умеренную опасность опустынивания, супесь – сильную, а песок – очень сильную. Деградация почв и растительности на песчаных отложениях ведет к образованию подвижных эоловых песчаных массивов. Отношение площади закрепленных песков к площади слабо закрепленных и подвижных песков – важный критерий опустынивания.

Ниже рассмотрим процессы связанные с опустыниванием и экологической дестабилизацией природного ландшафта:

1. *Деградация растительного покрова.* Главным биологическим индикатором современного состояния ландшафтов является растительный покров: степень проективного покрытия, видовой состав, жизненные формы, первичная продукция и др. Изменения этих показателей в сторону уменьшения количества и качества указывают на тенденции роста деградации растительного покрова, как следствие –опустынивание ландшафта. Повсеместное освоение новых земель сопровождается техногенным воздействием на рельеф и почвенно-растительный покров, что усиливает экологическую дестабилизацию ландшафта Голодной степи.

2. *Ветровая эрозия.* Ветер разрушает горные породы, развеивает песчаные толщи, лишенные растительного покрова. Рыхлый материал переносится и отлагается на огромных пространствах. Сдувая с поверхности почвы мелкозем и кристаллики соли, ветровой (эоловый) перенос способствует засолению почв далеко расположенных гумидных ландшафтов, расширяя тем самым ареал опустошенных земель.

3. *Смыв или выдувание плодородного слоя.* Засоление зависит от глубины и минерализации грунтовых вод. Угроза деградации грунтов обуславливается такими природными факторами, как механический состав грунтов, крутизна склонов и глубина залегания подземных вод. Деградация почв и растительности на песчаных отложениях ведет к образованию подвижных эоловых песчаных массивов.

Мелиоративное благополучие орошаемых грунтов Голодной степи в целом не устойчивое, так как на этих землях грунтовые воды остаются средне- (3–10 г/л), местами и сильно минерализованными (10–25 г/л). Предстоит большая рассолительно-мелиоративная работа по опреснению как грунтовых вод, так и грунтов. Коренное улучшение мелиоративного состояния орошаемых почв здесь возможно только при условии создания благоприятного полугидроморфного мелиоративного режима орошения, обуславливающего оптимизацию водно-солевого, воздушного, теплового и питательного режимов.

В третьей главе диссертации – **«Объект и методика исследования засоленных грунтов Голодной степи»** – рассмотрены объект исследования засоленные грунты и почвы территории Голодной степи. Эти грунты имеют региональное распространение и слагают дно и откосы магистральных ирригационных каналов «Дружба», «правой ветки Дружбы», «Центральной Голодностепской», «Южной Голодностепской», «Центральной ветви», Джизакской магистральной, Джетысайской и других горизонтальных сбросовых дренажных систем. Они используются как местный строительный материал, служат основанием сооружений, а также являются основными почвогрунтами, составляющими орошённые и вновь орошаемые территории Голодной степи.

Исследование засоленных грунтов Голодной степи включало комплексное изучение их вещественного состава, характера и прочности структурных связей, текстуры и структуры, физического состояния, прочностных и деформационных свойств в естественном состоянии и после их дополнительного увлажнения и диффузионного выщелачивания. Диффузионное выщелачивание проводилось с помощью диффузионной установки, позволяющей контролировать изменения физического состояния породы во время опыта и получать данные об их прочностных свойствах после выщелачивания.

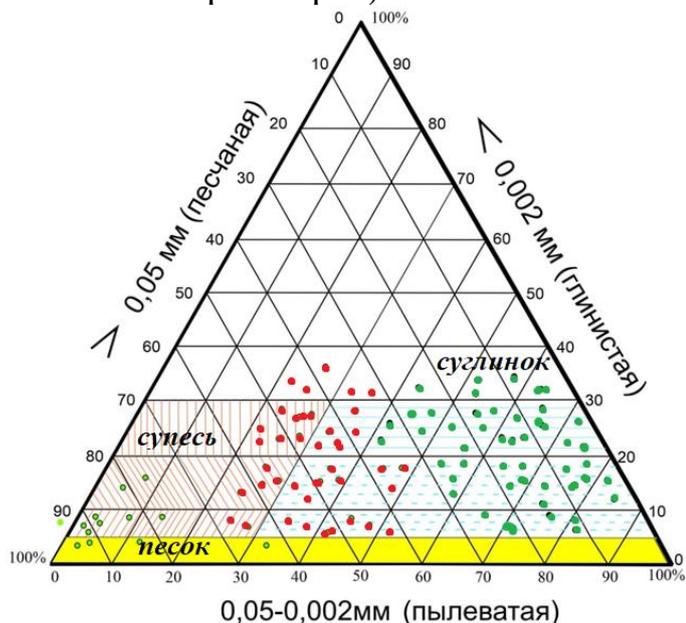
Таким образом, комплексное изучение засоленных грунтов с учетом прогноза изменения их свойств при увлажнении и выщелачивании позволит в дальнейшем провести классификацию по их степени и характеру засоленности в инженерно-геологических целях.

В четвертой главе под названием –«Ионно-солевой комплекс и его изменение при выщелачивании грунтов Голодной степи» – рассматриваются факторы, в значительной мере определяющие состав будущих осадочных пород, т.е. процессы разрушения твердых пород, химического и биохимического осадкообразования. Раскрывается их влияние на способ и место отложения продуктов разрушения и на направление последующих процессов диагенеза, гипергенеза и дегидратации.

Гранулометрический состав, даёт возможность уточнить структурную характеристику (взаимное расположение, форму и размер частиц, наличие пор, их размер и характер) грунтов и подготовить их для минералогического и химического анализов путем разделения на фракции по размерам частиц.

Итоговая величина гранулометрического состава грунтов Голодной степи (рис. 2) показал, что в целом гранулометрический состав грунтов Голодной степи наиболее однородный в литологическом разрезе зоны аэрации. Делювиальные и пролювиальные лессовидные суглинки и супеси пород (сводные средние величины) содержание песчаной фракции колеблется от 15 до 29% , пылеватой от 40 до 70% и глинистой фракции от 9 до 25%. Если рассматривать исследуемую территорию на не орашаемые и орашаемые, то в них тоже не наблюдается однородность гранулометрического состава а наименование грунтов как супеси и суглинки.

С этой точки зрения целесообразно выделять три основные группы осадочных пород: 1) обломочные в том числе песчаные, отложения (механические осадки); 2) глинистые отложения (в значительной мере коллоидно-химические осадки); 3) химические, в том числе биохимические, отложения (осадки из истинных растворов).

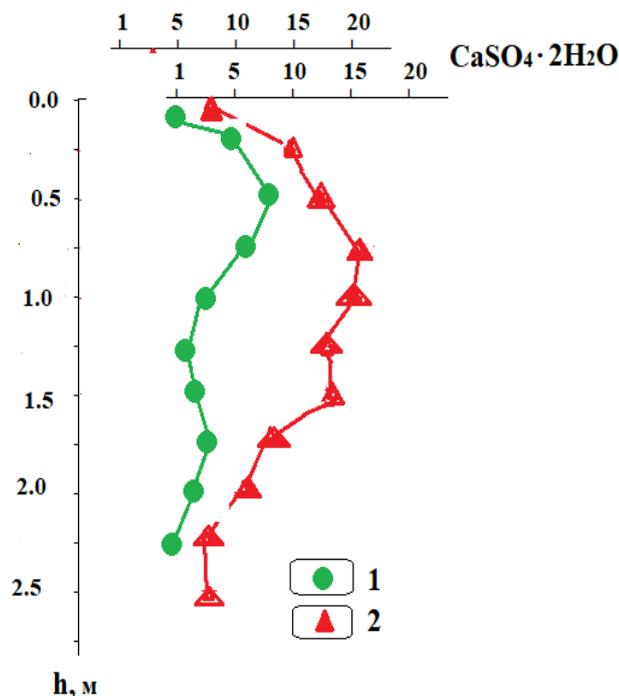


**Рис. 2. Гранулометрический состав фракций грунтов Голодной степи**  
(Т.М. Худойбердиев, 2022 г.)

Для этих грунтов количественные показатели плотного остатка в пределах от слабозасолённых (0,35–0,485%) до сильнозасолённых (2,02–2,65%). Состав воднорастворимых солей в засоленных грунтах представляют

комбинации всего лишь трех катионов натрия ( $\text{Na}^+$ ), магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ) и кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и трёх анионов хлора ( $\text{Cl}^-$ ), сульфата ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), гидрокарбоната ( $\text{HCO}_3^-$ ). Очевидно, что из них возможно образование следующих солей:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Состав солей в почвогрунтах в значительной степени связан с минерализацией грунтовых вод. Механизм этого процесса очень сложный. Обычно состав солей в почвогрунтах и засоляющей грунтовой воде не одинаковый. В насыщенных грунтах, состав грунтовой воды претерпевает значительные изменения вследствие различных химических, физико-химических и биологических реакций.

Примером служит некоторое превращение, которое претерпевает, попадая в грунт, сульфат натрия, широко распространенный в составе подземных вод. Мигрируя по капиллярам, сульфат натрия может вступить в физико-химическую реакцию с поглощающим веществом грунтов, содержащим обменный кальций. При этом катион натрия входит в поглощённый грунт, вытесняя оттуда кальций и осаждавая гипс. Это приводит к тому, что в грунтах на определенной глубине образуется гипсовый горизонт (рис. 3).



**Рис. 3. Сравнительная диаграмма изменения гипса по глубине в разные периоды** (Т.М. Худойбердиев, Д.К. Бегимкулов, 2022 г.): 1 – результаты фондовых материалов 1960-1970-х годов; 2 – результаты личных исследований 2019–2023-х годов

Повышение критического уровня грунтовых вод с повышенной минерализацией, резко ухудшает грунтово-мелиоративные условия. Периодичность капиллярного поднятия приводит к процессам опустынивания и вторичное засоление. К засоленным породам, согласно нормативным документам, относятся грунты, в которых суммарное содержание легко- и среднерастворимых солей составляет не менее 1% (или 0,3%, если имеются только легкорастворимые соли).

По условиям формирования и генезису засоленные почвы делятся на первично-природно-засоленные и вторично-антропогенно засоленные (рис. 4 и 5). По условиям формирования и генезису засоленные почвы делятся на первично-природнозасоленные и вторично-антропогенно-засоленные.



**Рис. 4. Первичное засоление территории** (Гагарин 2022 г.)

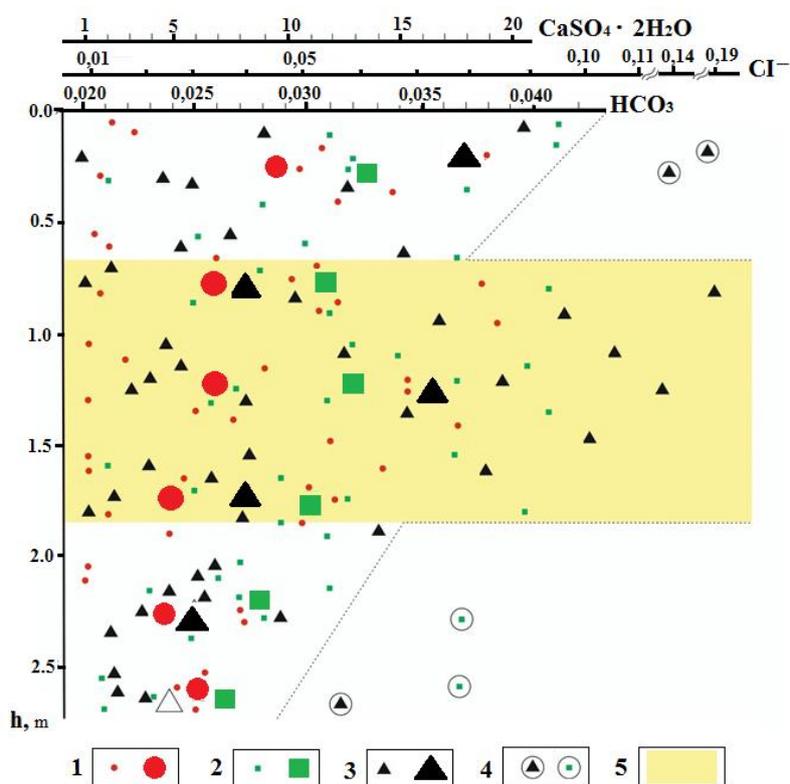


**Рис. 5. Вторичное засоление по берегам оросительного канала** (канал Мирзачул, 2022 г.)

К природным факторам, определяющим развитие первичного засоления почв, относятся: климат, рельеф, дренированность территории, засоленность почвообразующих и подстилающих пород и наличие минерализованных грунтовых вод. Климат, как фактор, определяющий развитие процесса засоления, характеризуется преобладанием испарения над осадками. В этих условиях активизируется процесс влаго- и солепереноса и формируется испарительный геохимический барьер, приводящий к процессу соленакопления. Слабая дренированность территории способствует замедлению латеральных ландшафтно-геохимических потоков, подъему уровня грунтовых вод и активизации процессов засоления в аридных, полуаридных и даже полугумидных зонах. Наличие в породах в зоне активного влагообмена легкорастворимых солей способствует формированию засоленных почв. Процессы соленакопления проявляются в почвах и при поступлении солей извне - с минерализованными водами, атмосферными осадками или золовой пылью.

Вторичное (антропогенное) засоление почв проявляется в результате антропогенного изменения природных почвенно-галогеохимических условий. Развитие вторичного засоления обусловлено: капиллярное поднятие влаги, подъёмом грунтовых вод на орошаемых и подтопляемых землях, мобилизацией солевых запасов подстилающих пород, поступлением солей с оросительными водами, повышенной минерализацией и рядом других факторов, приводящих к аккумуляции солей в почвах. Вторичное засоление является одним из главных деградиционных процессов, определяющих экологическое состояние земель. Наиболее активно вторичное засоление проявляется в зонах развития природного засоления (рис.4. и 5). Например, на территории Голодной степи активно идет процесс засоления пастбищ и орошаемых земель.

На изучаемой территории повсеместно выявлена в зависимости от текстуры, структуры, содержания и состава вторично образованных солей (аморфного кремнезёма  $\text{SiO}_2$ , гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и др.) плотная засоленная зона на глубине от 0,75–1,0 до 1,5 м (рис. 6). Образование зоны связано с капиллярным поднятием влаги, подъёмом уровня грунтовых вод, повышенной минерализацией на орошаемых и подтопляемых территориях, мобилизацией солевых запасов подстилающих пород, поступлением солей с оросительными водами и рядом других факторов, приводящих к миграции солей в грунтах. Она является одним из главных деградационных процессов, определяющих экологическое состояние земель. Наиболее активно вторичное засоление проявляется в зонах интенсивного орошения территорий.



**Рис. 6.** Изменение с глубиной количественного содержания  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Cl}^-$  и  $\text{HCO}_3^-$  (Т.М.Худойбердиев, Д.К. Бегимкулов, 2022 г.): 1 – показатели  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  со средними значениями по глубине; 2 – показатели  $\text{Cl}^-$  со средними значениями по глубине; 3 – показатели  $\text{HCO}_3^-$  со средними значениями по глубине; 4 – возможно, ошибочные показатели; 5 – плотная зона вторично образованных солей

Выделение поровых вод из монолитов грунта производили методом отжатия в пресс-формах под давлением до 25 МПа, реже – до 90 МПа. Время продолжительности отжатия составляет от 7–10 до 30 суток, увеличение времени отжатия поровых вод компенсировало применяемое сравнительно не высокое (25 МПа) рабочее давление из-за присутствия в грунтах гипса.

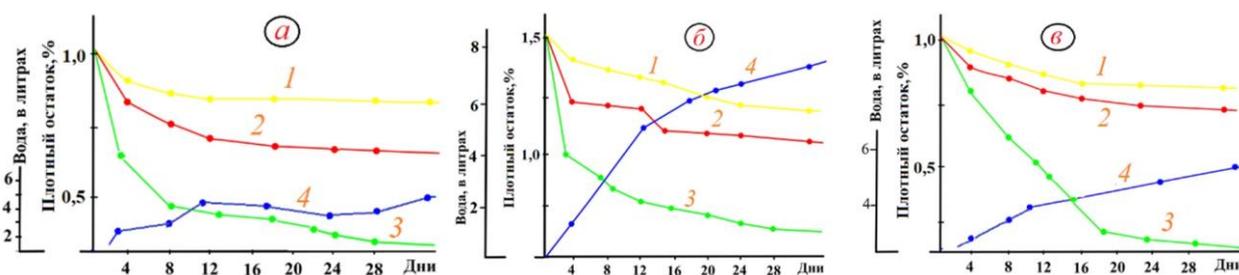
Длительное выщелачивание засоленных грунтов в диффузионной установке и методом слива приводит к резкому снижению минерализации поровых вод до 0,5–2,5 г/л и, соответственно, понижению хлора иона до 0,6–0,9 ммоль/л против 360 – 444 ммоль/л до выщелачивания, а в слабо

загипсованных разностях грунтов – также к резкому понижению содержания сульфатов иона до 0,7–1,8 ммоль/л против 374 ммоль до выщелачивания.

Поровые воды сильно выщелоченных грунтов имеют гидрокарбонатно-кальциевый и гидрокарбонатно-натриевый состав; происходит не только полное рассоление грунта, но и её рассолонцевание с образованием поровых вод содового типа. Однако для большинства выщелоченных образцов состав их поровых вод остаётся сульфатно-магниевым-натриевым, отношение  $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$  изменяется от 1,5 до 40,7, а  $\frac{r_{SO_4}}{r_{Cl}}$  – от 1,6 до 77. Высокие значения указанных коэффициентов характерны для тех образцов, поровые воды которых претерпели в процессе выщелачивания наиболее глубокую метаморфизацию, в основном, за счёт выноса иона хлора ( $Cl^-$ ), поступления иона сульфата ( $SO_4^{2-}$ ) от растворения гипса, содержащегося в больших количествах в грунтах Голодной степи, а также от поступления обменного натрия ( $Na^+$ ) из поглощенного комплекса.

Таким образом, минерализация и состав поровых вод выщелоченных разностей грунтов зависят от продолжительности процесса выщелачивания, вещественного состава, содержание в грунтах гипса а также от различной скорости диффузионной подвижности ионов порового раствора. Данная скорость у разных ионов она разная – обычно максимальная у хлор-иона и зависит от физического состояния грунта – плотности, влажности и др.

Процесс общего рассоления грунтов проходит через ряд стадий, начиная с растворения легкорастворимых солей, затем происходит постепенное опреснение за счет растворения средне- и труднорастворимых солей (рис. 7). На первой стадии выщелачивания в составе порового раствора в большей мере представлены хлориды и сульфаты натрия и магния, так как эти соли доминировали в грунтах Голодной степи. В начале выщелачивания часть их оказалась удалена (хлориды), часть задержалась в самой породе – грунте (сульфаты), что является показателем интенсивности процесса соленакопления.



**Рис. 7. Графики выщелачивания солей (Т.М.Худойбердиев, Д.К.Бегимкулов, 2022 г.):**  
**(а)** поверхностных до глубины 0,5 м, **средний горизонт (б)** с 0,75–1,5 м и **горизонт (в)** глубиной залегания 2,0 м и более: 1 – труднорастворимые соли; 2 – среднерастворимые соли; 3 – легкорастворимые соли; 4 – количество воды

Анализ процесса выщелачивания во времени показал, что наибольшее содержание солей в поровом растворе наблюдается в первые сутки, в основном, за счёт хлоридов, далее – за счёт хлоридов, далее прирост понижается, кривые выравниваются. Второй относительный максимум

появляется на 15–20-е сутки за счет растворения среднерастворимых солей. Стабилизация выщелачивания грунтов Голодной степи наступает на 32–40-е сутки для суглинков на 28–34-е сутки для супесей (см. рис. 7). Это позволяет говорить о том, что вымывание солей протекает медленно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследований сделаны следующие основные выводы:

1. Многостадийные комплексные ирригационно-мелиоративные и другие виды деятельности человека в аридной зоне представляют собой техногенное воздействие на природную среду Голодной степи. Все изученные природные факторы определяют степень первичного засоления грунтов Голодной степи. Они развиты преимущественно в зонах пустынь, полупустынь и степей. Засоление здесь связано с выходом на поверхность засоленных грунтов, либо с поступлением легкорастворимых солей извне.

2. Активное выщелачивание солей из засоленных грунтов широко развито на пониженных участках, по древним ложбинам стока и направлению течения магистральных оросительных каналов, чем на водораздельных не дренированных территориях Голодной степи. Наибольшее количество солей выщелачиваются в течении первых суток, в основном, за счёт хлоридов. Второй относительный максимум проявляется на 15–20-е сутки за счет растворения среднерастворимых солей, а стабилизация выщелачивания солей наступает на 28–34-е сутки для супесей и на 32–40-е сутки для суглинков.

3. На территории Голодной степи выявлена плотная засоленная зона на глубине 0,75–1,0 м, местами – до 1,5 м, сложившаяся за счёт вторично образованных солей таких, как труднорастворимые: аморфный кремнезём –  $\text{SiO}_2$ , гипс –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , кальцит –  $\text{CaCO}_3$ , двойная углекислая соль магния и кальция –  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ; и легкорастворимые соли  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ), связанные с аридностью климата и периодическими капиллярными поднятиями минерализованных грунтовых вод.

4. В пролювиальных засоленных супесях и суглинках, залегающих на глубинах 0,75–1,5 м, с относительно повышенной минерализацией поровых вод до 51 г/л, ёмкость обмена составляет до 23–24 ммоль /100 г. Это связано с агрегированностью фракций  $< 0,001$  мм. В составе обменных катионов засоленных грунтов Голодной степи возрастает содержание обменного натрия, и катионы располагаются в таком порядке:  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$ . На глубине 2,0–3,0 м грунты Голодной степи представлены с минерализацией поровых вод до 12 г/л, где в составе обменных катионов возрастает содержание обменного кальция. Его содержание ниже в 3 раза, чем в выветрелых верхних горизонтах по сравнению с его разностями глубоких горизонтов, это связано с мобилизацией его во вторичном минерале выветривания ярозите  $\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ , гипсе  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и галите  $\text{NaCl}$ .

5. Формирование состава и свойств засоленных грунтов и их изменения в процессе диффузионном выщелачивании служат основой для инженерно-

геоэкологических исследований, проводимых для оценки геоэкологического и мелиоративного состояния освоенных и вновь осваиваемых территорий Голодной степи, обеспечивая точность выбора пунктов мониторинговых исследований.

**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**

**KHUDOYBERDIYEV TEMUR MAKHMARAJBOVICH**

**FORMATION OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF SALINE  
SOILS OF THE HUNGRY STEPPE AND THEIR CHANGES DURING  
DIFFUSION LEACHING**

**04.00.04 – Hydrogeology and Engineering geology**

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

**Tashkent – 2025**

**The theme of the dissertation of the Doctor Philosophy (PhD) has been registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under registration number B2024.4.PhD/GM247.**

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](http://www.hydroengeo.uz)) and on the website of «Ziyonet» Information and educational portal ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific supervisor:** **Zakirov Mirabbas Mirsaatovich**  
doctor of geological and mineralogical sciences (DSc), professor

**Official opponents:** **Ibragimov Aziz Sabirovich**  
doctor of geological and mineralogical sciences (DSc), Senior Researcher

**Aimbetov Izzet Kallievich**  
doctor of technical sciences (DSc), professor

**Leading organization:** **National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek**

The defense of the dissertation will be held on August 21, 2025 at 11<sup>00</sup> a.m. 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) 209-10-79, Fax:(+99871) 209-10-84, e-mail: [gidro\\_ilmkeng@mail.ru](mailto:gidro_ilmkeng@mail.ru).)

The dissertation can be reviewed at the information resource center of the Institute of hydrogeology and engineering geology (has been registered under number 62). Address: 64 Olimlar street, Tashkent, Tel: (+99871) 209-10-79, Fax:(+99871) 209-10-84, e-mail: [gidro\\_ilmkeng@mail.ru](mailto:gidro_ilmkeng@mail.ru).

The abstract of the dissertation is distributed on August 4, 2025 (protocol at the register number 11 dated on August 4, 2025)

**A.A. Mavlonov**  
Chairman of the Scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of geological and mineralogical sciences,  
senior research fellow

**M.R. Jurayev**  
Scientific secretary of the Scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of philosophy (PhD)  
on geological and mineralogical sciences,  
senior research fellow

**I.Kh. Khabibullayev**  
Chairman of the Scientific seminar  
at the scientific council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences,  
professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to study the formation of the composition and properties of saline soils of the Hungry Steppe and their changes during diffusion leaching.

**The object of the research work** is the saline soils of the Hungry Steppe.

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

geological and technogenic factors influencing the development of the salinization process have been identified, and the main sources of salt formation and migration in the territory of the Hungry Steppe have been identified;

it is noted that the active leaching of salts from saline soils is more widespread in low-lying areas and along ancient runoff hollows than in the watershed non-drained territories of the Hungry Steppe;

it is noted that the maximum salt leaching (dissolution of chloride salts) from the pore solution of the soil is observed on the first day, the second peak occurs on 15-20 days (dissolution of sulfate salts) and the stabilization of the process occurs after 28-34 days for sandy loams and 32-40 days for loams;

a dense saline zone was found at a depth of 0.75–1.0 m, in some places up to 1.5 m, formed due to secondary soil salinization (insoluble: amorphous silica-SiO<sub>2</sub>, gypsum - CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, calcite - CaCO<sub>3</sub>, double hydrocarbon salt of magnesium and calcium MgO<sub>3</sub>·CaCO<sub>3</sub>; easily soluble: NaCl, NaSO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>).

**Implementation of Research Results.** Based on the scientific findings of the scientific and methodological study of saline soils in the territory of the Hungry Steppe and their changes during diffusion leaching:

the identified complex of factors influencing the development of the salt leaching process has been implemented into the scientific and practical activities of the state institution "Uzbekhydrogeology" (Reference No. 08-0401 dated January 27, 2025, of the Ministry of Mining Industry and Geology). The results have enabled effective monitoring research to identify the main sources of salt formation and migration.

the methodology for studying the leaching of saline soils, as well as the main sources of salt formation and migration, have been implemented into the scientific activities of the Karakalpak branch of the "Project Research Institute of Engineering Surveys in Construction, Geoinformation and Urban Cadastre – O'ZGASHKLITI" (Reference No. 03-07/01-3773 dated December 6, 2024, of the Ministry of Construction of the Republic of Karakalpakstan). The results have allowed for a reasoned differentiation of the distribution areas of soils characterized by qualitative and quantitative indicators of easily, medium, and difficult-to-dissolve salts in the territory of the Hungry Steppe.

the dense secondary saline soil horizon identified at a depth of 0.75–1.5 m in the developed and re-developed areas of the Hungry Steppe has been implemented into the production practice of the state institution "Uzbekhydrogeology" (Reference No. 08-0401 dated January 27, 2025, of the Ministry of Mining Industry and Geology). The results have contributed to improving the monitoring research conducted on saline soils.

the results of comprehensive analyses of the composition and formation characteristics of saline soils in the Hungry Steppe have been implemented into the scientific activities of the state institution "Uzbekhydrogeology" (Reference No. 08-0401 dated January 27, 2025, of the Ministry of Mining Industry and Geology). The results have enabled effective planning of hydrogeological and engineering-geological studies to assess the melioration status of developed and re-developed areas.

the migration of ions identified in the pore solution of low-permeability soils from a high-concentration zone to a low-concentration zone has been implemented into the practice of the Karakalpak branch of the "Project Research Institute of Engineering Surveys in Construction, Geoinformation and Urban Cadastre – O‘ZGASHKLITI" (Reference No. 03-07/01-3773 dated December 6, 2024, of the Ministry of Construction of the Republic of Karakalpakstan). The results have allowed for the effective planning of laboratory research to determine salt migration in saline soils.

**The structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, and a list of references. The total volume of the dissertation is 117 pages.

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

1. Zakirov M.M., Agzamova I.A., Begimkulov D.K., Gulyamov G.D., Eshniyazov S.H. Mining and Pilot Filtration Studies for Assessment of Meliorative State of Soils in Syrdarya Region. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET). -Vol. 7. Issue 12. December 2020. – P. 15974–15977 (05.00.00; №8).

2. Закиров М.М., Агзамова И.А., Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Гулямов Г.Д., Эшниязов С.Х. Горнопроходческие и опытно-фильтрационные исследования для оценки мелиоративного состояния грунтов территории Сырдарьинской области. // Вестник НУУз. –2020. №3/1. – С. 142–145 (04.00.00; №7).

3. Худойбердиев Т.М., Закиров М.М., Агзамова И.А., Гулямов Г.Д., Бегимкулов Д.К. Особенности инженерно-геологических свойств грунтов территорий Голодной степи. // Вестник НУУз. – 2020. № 3/2. – С. 180–184 (04.00.00; №7).

4. Каюмов А.Д., Худойбердиев Т.М. Влияние фильтрационного выщелачивания на свойства засоленных грунтов основания сооружения. // Вестник НУУз. –2021. № 3/1/1. – С. 208–211 (04.00.00; №7).

5. Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Гулямов Г.Д., Худойбердиев Т.М. Особенности распространения четвертичных отложений Голодной степи. // Вестник НУУз. –2022. №3/2/1. – С. 195–198 (04.00.00; №7).

6. Khudoyberdiyev T.M., Zakirov M.M., Schulz S., Begimkulov D.K., Ochilov G.E. The process of soil salinization in the irrigated territories. // Technical science and innovation. –2022. №2(12). – P. 73–82 (04.00.00; №6).

7. Zakirov M.M., Khudoyberdiyev T.M. The process of soil salinization in the irrigated territories. // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences. Cibtech/org/jgee.htm, –2023. Volume 13, –P. 13–18 (04.00.00; №8).

8. Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Очилов Г.Э., Казаков У.М. Вторичное засоление почво-грунтов как фактор оценки инженерно-геоэкологического состояния грунтовых условий Голодной степи. // Геология и минеральные ресурсы. –2024. №2 – С. 91–96. (04.00.00; №2).

**II бўлим (II часть; part II)**

9. Бегимкулов Д.К., Закиров М.М., Эшниязов С.Х., Очилов Г.Э., Худойбердиев Т.М. О некоторых критериях инженерно-геологических свойств грунтов для оценки мелиоративного состояния территории Сырдарьинской области. // 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. 192-194.

10. Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Эшниязов С.Х., Очилов Г.Э.,

Худойбердиев Т.М. Горнопроходческие и опытно-фильтрационные исследования для оценки мелиоративного состояния грунтов территории Сырдарьинской области. // 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. 200-202.

11. Худойбердиев Т.М., Агзамова И.А., Бегимкулов Д.К., Норматова Н.Р. Особенности минерального состава подземных вод четвертичных отложений Голодной степи. // 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. 229-231.

12. Zakirov M.M., Begimkulov D.K., Gulyamov G.D., Khudoyberdiyev T.M. The engineering and reclamation state of Mirzacho'l area of Sirdaryo region. // European Science Review Scientific journal. №1–2. –2021. (January–February), – P. 20-24. PREMIER Publishing. ISSN 2310-5577.

13. Zakirov M.M., Agzamova I.A., Begimkulov D.K., Khudoyberdiyev T.M. Engineering and geological conditions of urbanized urban territories in solving geoeological problems. // Annali d'Italia (Scientific journal of Italy), Florence, Italy. – 2021 (19), VOL. 1, ISSN 3572-2436, – P. 17-20.

14. Zakirov M.M., Begimkulov D.K., Gulyamov G.D., Khudoyberdiyev T.M. Geoeological condition of the steppe zone of the Syrdarya and Jizzakh regions. // Annali d'Italia (Scientific journal of Italy), Florence, Italy. – 2022 (29) (march), ISSN 3572-2436, – P. 23-26.

15. Begimkulov D.K., Zakirov M.M., Gulyamov G.D., Khudoyberdiyev T.M. Quaternary deposits and buried alluvium of the Palesyrdarya. // Annali d'Italia (Scientific journal of Italy), Florence, Italy. – 2022 (33) (july), ISSN 3572-2436, – P. 18-21.

16. Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Гулямов Г.Д. Геоэкологическое состояние степных территорий Сырдарьинской и Джизакской областей Узбекистана. // Сборник статей XI Международной научно-практической конференции «Современные исследования как фактор роста и развития». – Петрозаводск: МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 5 декабря 2024 г. – С. 262-268. DOI 10.46916/09122024-2-978-5-00215-606-1.

17. Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Артиков К.Н. Природно-хозяйственные условия Голодной степи. // Сборник научных статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции «Индустриальная Россия: вчера, сегодня, завтра» часть 2. – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 6 декабря 2024 г. – С. 145-150.

18. Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Закиров М.М. Влияние грунтовых вод на формирование и режим засоленных почв-грунтов Голодной степи. // Материалы международной конференции академических наук, 3(12), 2024, – С 9-13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14331953>.

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

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табағи:2,75. Адади 60. Буюртма № 48  
“ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси” босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.