

**СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ПАВЛОВА ВЕРОНИКА ЮРЬЕВНА

**ГЕОФИЗИК УСУЛЛАРИНИ КОМПЛЕКСЛАШ АСОСИДА ГРУНТ
ШАРОИТЛАРИНИ ВА ГИДРОТЕРМАЛ ТИЗИМЛАРНИНГ ЧИҚИШ-
ПАСАЙИШ ЗОНАЛАРИНИ ЎРГАНИШ (КАМЧАТКА МИСОЛИДА)**

04.00.06 – Геофизика. Фойдали қазилмаларни қидиришнинг геофизик усуллари

**геология-минералогия фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент-2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Павлова Вероника Юрьевна

Геофизик усулларини комплекслаш асосида грунт шароитларини ва гидротермал тизимларнинг чиқиш-пасайиш зоналарини ўрганиш (Камчатка мисолида)..... 3

Павлова Вероника Юрьевна

Изучение грунтовых условий и зон разгрузки гидротермальных систем на основе комплексирования геофизических методов (на примере Камчатки)..... 21

Pavlova Veronika Yurievna

Study of soil conditions and discharge zones of hydrothermal systems based on the integration of geophysical methods (on the example of Kamchatka)..... 38

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 41

**СЕЙСМОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ПАВЛОВА ВЕРОНИКА ЮРЬЕВНА

**ГЕОФИЗИК УСУЛЛАРИНИ КОМПЛЕКСЛАШ АСОСИДА ГРУНТ
ШАРОИТЛАРИНИ ВА ГИДРОТЕРМАЛ ТИЗИМЛАРНИНГ ЧИҚИШ-
ПАСАЙИШ ЗОНАЛАРИНИ ЎРГАНИШ (КАМЧАТКА МИСОЛИДА)**

04.00.06 – Геофизика. Фойдали қазилмаларни қидиришнинг геофизик усуллари

**геология-минералогия фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент-2022

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси
Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида
B2021.1.PhD/GM104 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент давлат техника университетидида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбекча, русча ва инглизча (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.seismos.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбарлар:

Умурзаков Рахимжан Абдуразакович
геология-минералогия фанлари доктори

Делемень Иван Федорович
геология-минералогия фанлари номзоди

Расмий оппонентлар:

Раджабов Шухрат Сайфуллаевич
геология-минералогия фанлари доктори

Абдуллаев Шавкат Хадияевич
геология-минералогия фанлари номзоди

Етакчи ташкилот:

**Ўзбекистон Республикаси Инновацион
ривожланиш вазирлиги ҳузуридаги
Илғор технологиялар маркази**

Диссертация ҳимояси Сейсмология институтига ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 й. « 24 » май соат 10-00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100128, Тошкент шаҳри, Зулфияхоним кучаси, 3-уй; Тел.: +99871 - 241-51-70; +99871 - 241-74-98; E-mail: seismologiva@mail.ru)

Диссертация билан Сейсмология институтининг Ахборот-ресурслар марказида танишиш мумкин (4144-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100128, Тошкент шаҳри, Зулфияхоним кўчаси, 3-уй; Тел.: +99871 - 241-51-70.

Диссертация автореферати 2022 йил « 5 » 05 куни тарқатилди.
(2022 йил « 5 » 05 даги 8 рақамли реестр баённомаси)



К.Н. Абдуллабеков
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси,
ф.-м.ф.д., академик

З.Ф. Шукуров
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш илмий котиби,
г.-м.ф. фалсафа доктори (PhD)

С.Х. Максудов
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш қошидаги
Илмий семинар раиси, ф.-м.ф.д.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон амалиётида муҳандислик-геологик муаммоларни ечишда геофизик усулларни комплекс қўлланилишига катта аҳамият қаратилмоқда. Қурилиш ишларининг кенгайиши билан иншоотларнинг мустаҳкамлигига бўлган талаблар геологик заминнинг мунтазам ўрганилишини тақозо этади ҳамда рақамли технологияларни ўзида мужассамлаган комплекс геофизик усулларни жорий этилиши устувор вазифалардан ҳисобланади. Бу йўналишда муҳандислик геофизикасининг янги қурилмалари ва усулларидан фойдаланиш саноат ва фуқаролик қурилишининг мустаҳкамлигини ошириш учун аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда қурилиш ҳудудларида иншоотларнинг мустаҳкамлик даражасини ошириш учун муҳандислик геологик шароитлари ўрганиш ва сейсмик хавфни баҳолаш, саёз геофизика усуллари, жумладан георадар, электроразведка, қудуқлардаги геофизик тадқиқотлар билан олинган материалларни комплекс таҳлил қилиш ва изоҳлаш методларини ишлаб чиқиш бўйича қатор илмий изланишлар олиб берилмоқда. Бу борада, муҳандислик геологик ва сейсмик хавфсизлик масалаларини ечиш, комплекс геофизик усулларининг қўлланилиши саноат ва фуқаролик қурилиши ҳудудларининг муҳандислик геологик шароитларини баҳолашга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада ва бошқа ёндош сейсмик фаол минтақаларда сейсмик хавфсизликни, турар жой ва ишлаб чиқариш мажмуаларининг барқарорлигини, бино ва иншоотларни, ҳаёт хавфсизлигини таъминлаш тизимини такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилиб, муайян илмий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида сейсмик хавфсизлиги, сейсмик чидамли қурилиш ва сейсмология соҳасида илмий тадқиқотлар ўтказишни янада такомиллаштириш бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, янги юқори самарали геофизик усулларни ишлаб чиқиш ва уларнинг ёрдамида қурилиш иншоотлари барпо этиш ҳудудларининг сейсмик хавфини ва муҳандислик геологик шароитларини баҳолаш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги, 2017 йил 9 августдаги ПҚ-3190-сонли “Сейсмология, сейсмик чидамли қурилиш ҳамда Ўзбекистон Республикаси аҳолиси ва ҳудудининг сейсмик хавфсизлиги соҳасида илмий тадқиқотлар олиб боришни такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги, 2020 йил 30 июлдаги ПҚ-4794-сонли “Ўзбекистон Республикаси ҳудуди ва аҳолисининг сейсмик хавфсизлигини таъминлаш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг – VIII «Ер ҳақидаги фанлари (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом ашёни қайта ишлаш)» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ер юзига яқин жинсларнинг ҳосил қилган (грунт) шароитларини ўрганишга бағишланган тадқиқотлар (Камчатка мисолида): В.Г. Шарапов, Т.Г. Константинова (1974-1977) Петропавловск-Камчатский шахри худудини сейсмик микрорайонлаштириш харитасини тузиш мақсадида бажаришган. И.Ф. Делемень (1998) Петропавловск-Камчатский шахридаги қияликларнинг кўчкилар хавфини баҳолаш учун қўллаган; айрим хусусий ташкилотлар (ОАО "КамчатГИСИЗ" ва бошқалар, 1999) Петропавловск-Камчатский шахрининг муҳим объектлари учун тектоник шароитларни, грунтларнинг сейсмик хусусиятларини ва хавфли геологик жараёнларини баҳолаш учун олиб боришган. Хозирги кунда, янги технологиялар ва такомиллашган асбоблар пайдо бўлиши муҳандислик геологиясининг вазифаларини ечишда геофизик кузатувларини ахборотлилигини ва ишончлилигини ошириш имкониятини яратди.

Георадар кузатувларини илк тажрибаси сифатида И.Ф. Абкадыров, Ю.Ю. Букатовларнинг (2004) ОКО-250 ГПР георадар ёрдамида олиб борган ишларини ҳамда А.В. Тарабанько (2007), А.И. Кожурин, В.В. Пономарева, Т.К. Пинегиналарнинг (2008) ишларини мисол қилса бўлади. Бироқ, бу ишларнинг мақсади ва вазифалари ўзгача бўлган – асосан Камчатканинг фаол ер ёриқларини ўрганишга қаратилган.

Георадарли тадқиқотлар асосида муҳандислик - геологик тадқиқотларининг илмий-услубий асосларни яратиш учун изланишлар олиб борилмаган. Факатгина айрим хусусий корхоналари томонидан ишлар олиб борилган ва бу ишларнинг методикасини, кузатув системаларини оптимал параметрларини аниқлаш, геофизик усуллар оптимал комплексини танлаш ва талқин қилиш методикаларини такомиллаштириш зарурати мавжуд.

Камчаткадаги гидротермал тизимларнинг геологик тузилиши В.В. Аверьев, Е.А. Вакин, И.Т. Кирсанов, Т.П. Кирсанова, А.И. Сержников, В.М.Зимин, Э.Н. Эрлих, В.И. Белоусов, В.Л. Леонов, А.В. Кирюхин, С.Н. Рычагов, И.Ф. Делемень ва бошқа тадқиқотчилар томонидан ўрганилган. Тадқиқотлар натижасида Камчатканинг гидротермик тизимларининг геологик, тектоник ва термал хариталари тузилган.

Камчатка ва Сахалинда гидротермал тизимларининг тузулиши ва хусусиятлари георадар, гамма-каротаж ва хусусий кутбланиш методлари асосида батафсил ўрганилмаган. Аввалги тўпланган маълумотлар таҳлили шуни кўрсатдики геофизик методларни оптимал комплексини аниқлаштириш, олинган маълумотларни таҳлил қилиш ҳамда талқин қилишда замонавий технологияларидан фойдаланиш муҳим вазифа бўлиб,

унинг ечилиши шаҳарлар ҳудудидининг ва атроф минтақанинг геоэкологик шароитларини тўлароқ ўрганиш имкониятини яратади.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника унверситетининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ «Урбанизациялашган ҳудудларнинг сув босишини таҳлил қилиш ва башорат қилиш учун гидрогеологик шароитларни моделлаштириш» (2016-2020), «Ҳудудларни сув босиши пайтида лёсс грунтларнинг муҳандислик-геологик ва сейсмик хусусиятларини ўрганишнинг ўзига хос жиҳатлари» (2019-2020), №63-4082 юр «Геологик-геофизик ва маркшейдерлик-геодезия кузатувлари асосида МОФ ва МОФ-2 чиқинди омборларининг бирлаштирилган дамба ҳолатини баҳолаш» инновацион, амалий лойиҳалар ва хўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади георадиолокация ва каротаж усулларини комплекс қўллаш ҳамда материалларни талқин қилиш методикасини ишлаб чиқиш асосида грунт шароитларини ва гидротермал тизимларнинг чиқиш-пасайиш зоналарини баҳолашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари қуйидагилардан иборат:

Камчаткадаги турли объектларининг грунт шароитларини баҳолашда георадар усулининг имкониятларини аниқлаш;

радарограммаларни талқин қилиш методикасини ишлаб чиқиш ва уни Камчатка шароитида муайян вазифаларни ҳал қилишда қўллаш;

геотермал районлардаги қудуқларда олинган гамма-каротаж ҳамда хусусий қутбланиш потенциаллари диаграммаларини комплекс талқин қилиш методикасини ишлаб чиқиш;

георадар маълумотларини комплекс таҳлил қилиш ва қудуқларнинг геофизик тадқиқотлари асосида Камчатка гидротермал тизимларининг чиқиш-пасайиш зоналари хусусиятларини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Петропавловск-Камчатск шаҳри грунтларининг геологик хусусиятлари ҳамда Камчатка ва Сахалиннинг гидротермал системаларининг чиқиш-пасайиш зоналари тузилиши олинган.

Тадқиқотнинг предмети грунтларнинг петрофизик кўрсаткичларини, Камчатка ва Сахалиннинг гидротермал системаларининг чиқиш-пасайиш зоналарини геологик хусусиятларини баҳолашда георадарли съёмка имкониятларини аниқлаш ҳамда геофизик маълумотлари билан комплекс талқин қилиш методикасини ишлаб чиқиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари: Диссертацияни бажаришда ишончлилиги юқори бўлган замонавий геофизик усуллар: георадарли съёмка (ОКО-250), грунтларнинг диэлектрик ўтказувчанлигини ва электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини ўлчаш усуллари, маълумотларни сифатли ва миқдорий талқин қилиш методлари, гидротермал системаларни чиқиш-пасайиш зоналарини баҳолашда геофизик усулларидан: қудуқларда геофизик

тадқиқотлар – гамма-каротаж, хусусий кутбланиш потенциаллари методларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

илк бор Камчатка шароитида георадиолокацион усуллар ёрдамида табиий ётишидаги грунтларнинг контраст электрофизик хусусиятлари аниқланган ҳамда улар асосида кесимнинг литологик таркиби ва сувланганлик даражаси аниқланган;

Камчатка шароитида грунт хусусиятларини ва гидротермал манбаларнинг чиқиш-пасайиш зоналарини баҳолаш комплекс геофизик методларнинг оптимал турлари аниқланган;

георадиолокация, гамма-каротаж ва хусусий кутбланиш потенциаллари комплекс маълумотлари ёрдамида гидротермал системаларнинг гидрогеологик ҳолати баҳоланган;

гидротермал системаларнинг чиқиш-пасайиш зоналарининг тузилишини ва муҳандислик-геологик хусусиятларини комплекс баҳолаш методикаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

георадарли съёмка методикаси ҳамда унинг маълумотларини гамма-каротаж, хусусий кутбланиш потенциаллари усуллари билан комплекс талқин қилиш методикаси ишлаб чиқилган;

георадар қурилмалар билан ўлчовлар олишда фойдали сигналларни бошқа шовкин фонидан ажратиш ҳамда радарограммаларда нуқтали ва чўзик объектлар мезонларининг маълумотлилигини оширишда оптимал кузатув параметрлари аниқланган;

турар жой ва ишлаб чиқариш иншоотлар қурилишида уларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш учун зарур бўлган Петропавловск-Камчатск грунтларининг электрофизик хусусиятлари маълумотлари асосида литологик табақаланди ва сувланганлик даражаси баҳоланган;

социал инфратузилмалар ривожланиши учун табиий объектлардан оқилона фойдаланиш имкониятини берувчи Камчатка ва Сахалин, шу жумладан, Озёрнов гидротермал системаларининг чиқиш-пасайиш зоналарининг тузилиш хусусиятлари аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги катта хажмдаги ва турли даврларда олинган фактик маълумотлар, кузатувлар олиб боришда ва уларни талқин қилишда замонавий қурилмалар ҳамда дастурий воситалар, геофизик маълумотларни сифатли ва миқдорий таҳлил қилиш методлари ишлатилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти Камчатка ва Сахалин грунтларнинг тўлқин тарқалиш тезлиги хусусиятлари ва бошқа геофизик кўрсаткичлари тўғрисидаги янги маълумотлар олинганлиги, муҳандислик- геологик шароитларини ва гидротермал системаларнинг чиқиш-пасайиш зоналарини баҳолаш учун геофизик усулларининг оптимал турлари аниқланганлиги

хамда маълумотларни комплекс талқин қилиш методикасини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқарилган метод ва грунтларнинг петрофизик кўрсаткичлари Петропавловск-Камчатск ва бошқа сейсмик фаол бўлган, шу жумладан, Ўзбекистон ҳудудларида лойиҳалаштирилаётган қурилиш инфраструктураларининг мустаҳкамлигини таъминлаш билан тавсифланади, диэлектрик ўтказувчанлик ва электрмагнит тўлқинларни тарқалиш тезликлари грунтларнинг литологияси ва сувланганлик даражасини аниқлашга, гидротермал чиқиш-пасайиш зоналарнинг структураси эса хавфли геологик жараёнларни башорат қилиш ҳамда уларни бартараф этиш чораларини кўриш учун хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Геофизик методларини грунт шароитларини ҳамда гидротермал системаларни баҳолаш учун ишлаб чиқилган оптимал комплексини қўллаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

геофизик кузатув параметрларини танлаш ва маълумотларни комплекс талқин қилиш методикаси Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлиги ҳузуридаги Илғор технологиялар марказига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлигининг 2021 йил 18 июндаги 02-02/3567-сон маълумотномаси). Натижада, грунтлар шароитларини баҳолашда радарограммаларни талқин қилиш аниқлигини ва ишончлилигини ошириш имконини берган;

физик шовқинлар фонида фойдали геофизик сигналларни ажратиш ҳамда радарограммаларда нуқтали ва чўзиқ объектлар мезонларининг маълумотлилигини ошириш методикаси Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлиги ҳузуридаги Илғор технологиялар марказига жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлигининг 2021 йил 18 июндаги 02-02/3567-сон маълумотномаси). Натижада, қурилиш майдонларида олиб бориладиган муҳандислик геофизик ўлчовларининг аниқлиги ҳамда георадар фацияларни ажратиш ишончлилиги ошириш имконини берган;

геофизик усулларнинг комплекс қўллаш методикаси ҳамда грунтларнинг тузилиши ва шароитлари бўйича олинган маълумотлар Геопульс Илмий Инновацион Марказ МЧЖнинг ишлаб чиқариш жарёнига жорий қилинган (Геопульс Илмий Инновацион Марказ МЧЖнинг 2021 йил 29 июндаги 629/06-01-сонли маълумотномаси). Натижада Петропавловск-Камчатск шаҳридаги қурилиш-лойиҳалаш ишларида иншоотларнинг мустаҳкамлигини таъминлаш имкониятини берган;

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг асосий натижалари 39та конференцияларда, мактаб-семинарларида апробациядан ўтказилилган, шу жумладан, хорижда – 8 та, умумроссия минтақалараро конференцияларда – 12 та, регионал миқёсдаги конференцияларда – 19та.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 14 та илмий иш чоп этилган, шу жумладан: Ўзбекистон

Республикасининг Олий аттестация комиссияси тавсия этган нашрларда 3та (хорижий журналларда), илмий тўпламларда 5та, ҳалқаро ва маҳаллий анжуман тезисларида бта.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, 4та боб, хулоса, 125та фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг умумий ҳажми 138 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш. Кириш қисмида тадқиқот мавзусининг долзарблиги ва заруратлиги асосланган, ўтказилган тадқиқотларнинг мақсад ва вазифалари, тадқиқот объекти ва предмети кўрсатилган, диссертация мавзусини фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги, ишнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари, илмий ва амалий аҳамияти ёритилган. Эълон қилинган ишлар ва диссертация структураси тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Муаммонинг ўрганилганлиги ва тадқиқот вазифалари”** деб номланган биринчи бобда геофизик методларининг муҳандислик-геологик изланишлар олиб борилишидаги долзарблиги, ўрни ва аҳамияти тўғрисида сўз юритилган. Камчатканинг гидротермал системаларининг хусусиятлари ва чиқиш-пасайиш зоналарини ўрганиш бўйича асосий вазифалар кўриб чиқилган. Гидротермал системаларининг геологик тузилишини ўрганишда чуқурликдаги ҳамда ер юзидаги гидротермаларнинг бир жойдан иккинчи жойга оқиш ўтиш зоналарини тадқиқ қилиш зарур. Иссиқ сув манбалари ер юзида пайдо бўлиши ўрганилаётган участканинг геологик тузилишига боғлиқ бўлган ер ости сувлари горизонтларининг муносабатлари ҳамда рельефнинг профили сабабчидир. Гидротермал системаларининг чиқиш-пасайиш зоналари ер юзига яқин жойлашган бўлади, иссиқлик намоёнлари кўринишда бўлиб кўпгина кудуқлар билан очилган бўлади. Бу эса уларни бевосита ўрганиш учун имконият яратади. Уларни ўрганишда геофизик методларини қўллаш заруратлиги асосланган.

Биринчи боб бўйича хулосалар:

1. Эълон қилинган адабиётлар таҳлили шуни кўрсатдики, охириги ўн йилликларда ер қобиғини ва ернинг юқори қисмларини ўрганиш учун асбобларни қўллашнинг маълумотларни қайд этиш ва уларга ишлов бериш замонавий технологияларига ва дастурий воситаларига асосланган саёз геофизиканинг янги методлари пайдо бўлган. Улар ҳудудларнинг ер юзасига яқин геологик кесимининг тузилишини ва муҳандислик-геологик хусусиятларини батафсил ўрганиш имкониятини беради. Камчаткада хали қўлланилмаган саёз геофизикасининг бундай методларидан бири георадарли съёмкадир.

2. Бундай тадқиқотларнинг зарурати икки муҳим йўналишларда лузатилади: 1) шаҳар инфраструктурасини ривожлантиришини хавсизлигини

таъминлаш учун қурилиш майдонларининг грунт шароитларини ўрганиш; 2) гидротермал системаларининг ер қаъридаги оқимлари ва ер юзига чиқиш зоналарининг структурасини тадқиқ қилиш. Камчатка ҳудудида аввал бундай вазифаларни ечишда георадар кузатувлари олиб борилмаган. Шу боис, тадқиқот ишининг асосий мақсади: георадиолокация методининг грунт шароитларини ўрганишда имкониятларини баҳолаш ва мослашириш, кудукли каротаж маълумотлари билан комплекс равишда гидротермал системаларнинг чиқиш-пасайиш зоналарини ўрганиш ҳамда маълумотларни талқин қилиш ва комплекс таҳлил қилиш методикасини ишлаб чиқишдан иборатдир.

3. Бу мақсадга эришиш учун қуйидаги вазифаларни ечиш керак бўлди:
-георадиолокация методининг Камчатканинг турли объектларида грунт шароитларини ўрганишда синовдан ўтказиш ва қўлланилиш имкониятларини баҳолаш; -радарограммаларни талқин қилиш методикасини ишлаб чиқиш ва уни Камчатка шароитидаги аниқ масалаларни хал қилишда қўллаш; -геотермал районлардаги кудукларда гамма-каротаж ва хусусий кутбланиш потенциал методлари билан олинган диаграммаларини комплекс талқин қилиш методикасини ишлаб чиқиш; -Камчатканинг гидротермал системаларини чиқиш-пасайиш зоналарининг хусусиятларини георадиолокация ва кудукларда геофизик тадқиқотлари маълумотларини комплекс талқин қилиш асосида ўрганиш.

Диссертация ишининг кейинги боблари ушбу методиканинг мазмуни ва олинган натижаларни ёритишга бағишланган.

Диссертациянинг **иккинчи бобида** -“Тадқиқот методикаси”- геофизик кузатувларининг методикаси ва аппаратураси тўғрисидаги маълумотлар келтирилган. Тадқиқотлар «ОКО-2» («ОКО-250» ва «ОКО-150») серияли георадар асбоблари ёрдамида олиб борилган. Георадар ёрдамида ишонарли натижалар олиш учун икки асосий кўрсаткичга эътибор бериш керак: биринчиси - асбобнинг тавсифномаси, иккинчиси - ўрганилаётган муҳитнинг параметрлари. Георадиолокациянинг аниқлиги марказий частота, зондлашнинг чуқурлиги ҳамда георадарнинг кузатув зичлиги кўрсаткичига боғлиқ.

Радарограмма ҳамда кудукларда геофизик тадқиқотлар маълумотларига ишлов бериш ва талқин қилиш методлари баён этилган.

Ўрганилаётган объектлардаги кудуклар кесимини геологик табақалаш учун мавжуд қоғозда ёзилган каротаж диаграммалар танлаб олинган: 1. Гамма каротаж (ГК). 2. Ўз ўзидан ҳосил бўладиган майдон ва хусусий кутбланиш потенциали (ПС) усуллари билан бажарилган каротаж.

Иккинчи боб бўйича хулосалар. 1. Камчатканинг айрим участкаларининг моддий ва структуравий тузилиши билан дастлабки танишув асосида бу ерда кузатув методининг аниқлигири таъминловчи асбобларнинг асосий кузатув параметрларини аниқлаш учун экспериментлар ўтказиш кеарклиги аниқланди.

2. «ОКО-250» и «ОКО-150» георадарлар билан экспериментлар ўтказиш асосида асбобларнинг оптимал кузатув параметрлари аниқланди. Бунда чуқурлик бўйича кузатув нуқталар сони -511; йиғилиш сони - 20; зондлаш қадами – 200 мм; профил бўйича кузатув нуқталар сони – 2000; силжиш – 8-9 м.; чуқурлик бўйича ёйилиш – 200 нс; профилда ўтиш тезлиги 1,2 км/соат; сканерлаш режими “харакатланиш бўйича”. Бу параметрлар ўрганилаётган муҳит бўйича аниқлики ва ишорчлилиги юқори бўлган маълумотларни олиш имконини беради.

3. Экспериментал маълумотларга ишлов бериш ва талқин қилиш босқичида GeoScan32 дастурий комплексга асосланган методика синовдан ўтказилди. Шовқинларни бартараф этиш ва тузатишлар киритилиши муҳитда электромагнит тўлқинларнинг тезлиги (V), диэлектрик ўтказувчанлиги (E) ҳамда “георадарли фацияларини” аниқлаш амалга оширилди. Ушбу методика Камчатка грунт шароитларини ўрганиш учун радарограммаларни юқори аниқлик ва ишончлилилик билан талқин қилиш имкониятини бериши аниқланди.

4. Геотермал районлардаги қудуқлар бўйича камма –каротаж (ГК) ва хусусий қутбланиш потенциали (ХҚП) диаграммаларини комплекс талқин қилиш методикаси ишаб чиқилди. Ушбу методика Каматканинг Мутнов парагидротермалар конидаги қудуқда қўлланилди. Ушбу тадқиқотлар асосида гамма-каротаж катта чуқурликларда батафсил геологик тузилиши тўғрисида, хусусий қутбланиш методи эса катта чуқурликда содир бўлаётган суёқликларнинг қириши ва чиқиши тўғрисидаги маълумотларни олиш имкониятига эга эканлиги аниқланди.

“Георадиолокацион съёмка маълумотлари бўйича ер юзига яқин кесимнинг тузилиш хусусиятлари ва муҳандислик-геологик шароитлари” деб номланган **учинчи бобда** Авача дарё водийси чўқинди ётқизикларининг тузилиш хусусиятлари келтирилган. Бу ҳудудда (1-расм) кучли зилзила содир бўлганда шахар инфраструктурасини ва Петропавловск - Камчатский шахрини бошқа аҳоли яшаш пунктлари билан боғлаб турган йўл бузилиши кутилади.

Бу тавсифланаётган участкада муфассал кузатувлар кўп йиллар давомида олиб борилмаган. Бу ерда георадиолокация кузатувларидан ташқари сейсморазведка ва электроразведка ишлари олиб борилди. Олинган натижалар юқори социал аҳамиятга эга объектлар жойлашган ҳудуддаги биноларни таъмирлаш ва қуриш учун асос сифатида ишлатилган.

Моховая кўрфази қирғоғидаги Авача вулконида хосил бўлган ўпирма-портловчи ётқизикларнинг ўрганишнатижалари келтирилган (1-расм).

Петропавловск - Камчатский шахрининг шимолий қисми ва минтақавий марказ ҳамда Елизово шахри орасидаги аҳоли яшаш пунктлари плейстоцен охирида Қадимги Авача вулконида қурилмалари бузилиш натижасида хосил бўлган ўпирма-портловчи ётқизиклар устида жойлашган.

Ўпирмаларнинг юзасидаги кўриниш берган дўнгликлар ва ботиқларни ташкил этган турли типдаги литологик ётқизикларнинг фазовий

таксимланиши аниқлаштирилган. Ётқизикларнинг бундай ҳосил бўлиш генетик хусусиятларини аниқлаштириш масаласини ҳал этиш нафақат назарий - амалий аҳамиятга ҳам эга, чунки бино ва иншоотларнинг жойлашиш режаларидаги чекловларни белгилайди.

Чавича бурундаги (1-расм) кўчки хавфини аниқлаштириш масаласи ҳам кўриб чиқилган. Тозалаш иншоотларининг майдонидаги сейсмик шароитлар ва кўчки хавфининг таҳлили асосида бу ҳудудда кўчки хавфи юқорилиги кўрсатилган. Икки кўчки танаси жойлашган ҳолат аниқланган ва қадимги сой ён бағри хавфи тавсифланган.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида майдоннинг жанубий қисмидаги шарқий сегментида кўчки жараёнлар содир бўлаётгани аниқланган. Ҳудуднинг сейсмик шароитларини аниқлаш бу ердаги сейсмиклик: ғарбий қисмида 10 балл, ён бағрининг жанубий-шарқий қисми – 9 балл деб баҳоланган. Юмшоқ тўкма тупроқлар бор жойларда қурилиш қилиш учун уларни ва шу билан бирга макроғовакли грунтларни олиб ташлаш ишлари бажарилиши керак, бўлмаса нафақат грунтларнинг сурилиб тушиши уларда жойлашган қурилмалар ҳам сурилиб тушиши мумкин.

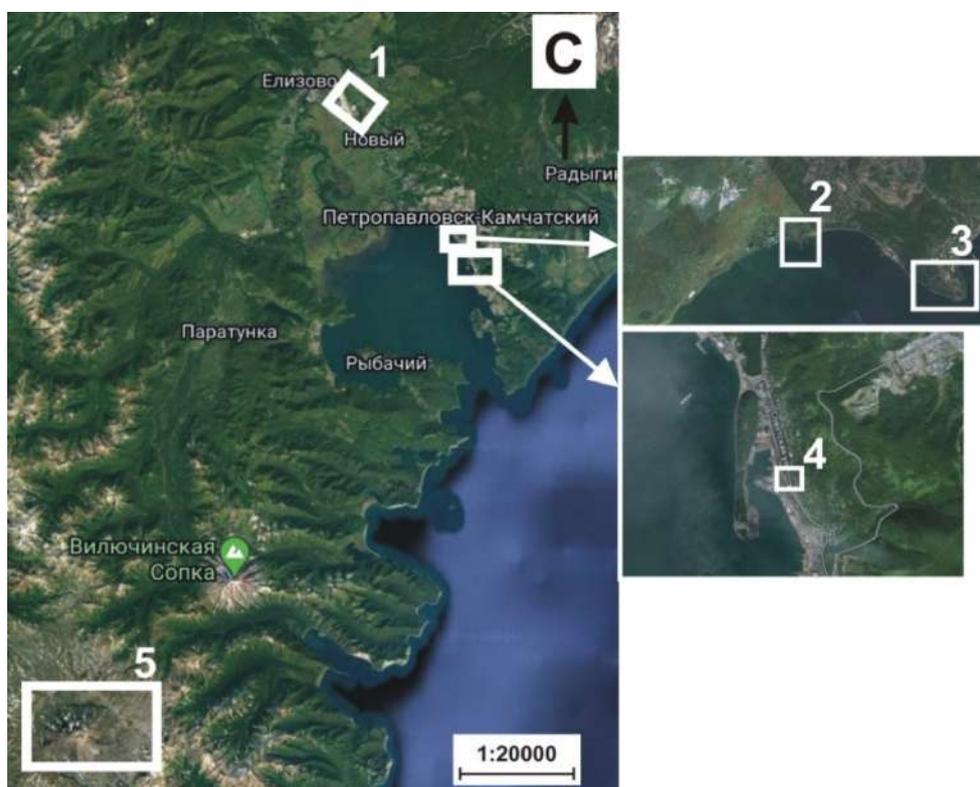
Сейсмогеологик кесимларни ўрганиш асосида, бу ерда тўкма грунтлар тўғридан тўғри рельефга тўкилган – ён бағридаги сувланиш натижасида юмшаш ва ювилиш хусусиятга эга пирокластик қоплама олиб ташланмаган. Бу эса юмшоқ грунтлар сувланиши туфайли кўчки жараёнини тезлаштириши мумкин, айниқса бундай хавф лойланган-балчиқ чўқиндилари ривожланган майдоннинг ғарбий ён бағрида бўлиши кузатилади. Бу ерда сувларнинг сизилиши мавжуд. Авача лабининг қирғоғидаги биноларнинг муҳандислик-геологик шароитларини аниқлаштириш асосида 2-3 м гача чуқурликда юмшоқ қатламлар борлиги аниқланган. Юмшоқ қатламлар бузилмаган, уларнинг ётиши горизонтал ҳолатда сақлани қолган. Таҳмин қилиниши бўйича, бу ётқизиклар ҳудудни текислаш жараёнида тўкилган тўкма тупроқлардан ташкил топган. Келиб чиқиши аллювиал эмас балки пролювиал жарликлар яхши кўринадди, улардаги чўқинди тшпланиши баҳорлаги қор эриш ва куздаги ёғингарчилик натижасида ҳосил бўлганлиги аён. Горелий вулқон кальдерасидаги ер юзига яқин ётқизикларининг тузилиши тавсифланган. Горелий вулқони – Камчатканинг фаол бўлиб турган ва Петропавловск-Камчатскийга яқин бўлган вулқонларидан биридир. У шаҳардан 70 км ва Тинч океан қирғоғидан 25 км масофада ўрганиш имкони бор жойда жойлашган (1-расм). Тадқиқот учун кальдеранинг шимолий – шарқий секторидаги кальдеранинг поғонаси танланган.

Радарограммаларда кесимнинг сувланган ёки жуда намланган қисмлари яхши кўрининадди - қатламларнинг устма-устлиги намоён бўлиб турибди. Кальдеранинг туби 6 м чуқурликгача сувга тўйинган ётқизиклардан ташкил топган.

Беш метрлик чуқурликдан бошлаб йўқорига қараб ётқизикларнинг намланганлиги кучли намланишдан қуруқ ҳолатгача ўзгариб боради. Тик кесим кўринишида намлаганлик зонасининг шакли тескари гумбаз шаклида,

теппага қараб кичиклашиб бориши билан намоён бўлади. Қуруқ грунт ётқизикларининг шакллари ликопчасимон муьдаларга ўхшайди. Шурфларда кўз билан визуал ўрганиш асосида муьдали ботиклар қумлар билан ташкил бўлгани аниқланди. Бундай участкаларда қор эриш даврларида кўллар ҳосил бўлиши ва уларда юпқа пелитли ва гилли фракциялар (булар пемза ва кулларни майдаланиш натижаси бўлиб) қумлар орасига кириши кузатилади.

Уларнинг қум ичидаги хажми кўпайиши локал сувга таянч қатлам шаклланишига олиб келади – бу кўлнинг туби сифатида хизмат қилади. Қатламларнинг туташ юзалари кшпинча бир бирига муносиб, аммо баъзаг бир нечта бурчаклик номуносибликлар кузатилади. Бу маълумотлар асосида уч метр чуқурликда ҳосил бўлаётган вақтда ёки чўкинди ҳосил бўлишда танаффус бўлган, ёки чўкинди йиғилиш хавзасининг умумий морфологиясининг ўзгариши содир бўлган бўлиши мумкин. Сувланганлик фақат супадан дренаж бўлаётган сой теппаларида кузатилади.



1-Авача дарёси водийси; 2-Моховая кўрфаз қирғоғи; 3-Чавыча бурни;
4-Авачинск лаби қирғоғидаги бино (Ўлкашунослик музей); 5-Горелий
вулқони

**1-расм. Тадқиқот объектларининг умумий жойлашув
схемаси (Камчатка)**

Учинчи боб бўйича хулосалар. Гепорадиолокация кузатувлари асосида Петропавловск-Камчатск шаҳри худудидаги ҳамда вулқон районларининг ер

юзасига яқин грунтларни тузилиш хусуситлари ва муҳандислик-геологик шароитлари ўрганилди. Улар қуйидагиларни ташкил этди:

1. Ер юзига яқин грунтлар кесимида тақсимланган майда ва туташган хилма хилликлар борлиги аниқланди.

2. Қумда ва тупроқларда сув хажмининг озгина миқдори диэлектрик ўтказувчанлигини сезиларли ўзгаришлари кузатилади, бу Авача дарёси водийсида грунтларнинг емирилиши тўғрисидаги маълумотлар беради.

3. Моховая кўрфаз қирғоғида Авачинск вулконида ҳосил бўлган юмшоқ ўпирилиш-портлашнинг турли литологик турдаги тўртламчи ётқизикларининг маконда тақсимланиши аниқлаштирилган. Кичик ботиқларни асосан ўт-хашак-тупроқли ва майда синиқ тошлардан ташкил топган (дресва-шебёнкали) ётқизиклар орада йирик бўлақлар учраши билан тўлдирган, сой водийларида – торф ётқизиклари, ён бағрларда - дресва-шебёнкали зислашган грунтлар кузатилган. Океан тарафга қараб грунтларнинг қалинлиги ошиб боради, денгиз чўкиндилари аралашмалари ортиб бориши, орада кум ва андезитли бўлақлар билан кузатилади.

4. Чавича бурунда балчиқли майдонлардан сувларнинг кетиши кузатилади, уларнинг бирида грунт сувларининг қирғоқ поғонасидаги дарзликлардан чиқиши ҳамда кўчкилар кузатилади

5. Петропавловск-Камчатск шаҳар ҳудудидаги юмшоқ ётқизиклар юқори структуравий қаватни ташкил этади, у турли (уйма, денгизли, лагунали ва б.) генезисга эга юмшоқ қатламли ётқизиклардан ташкил топган, қалинлиги бирдан-ўнлаб метргача.

6. Петропавловск-Камчатск шаҳар ҳудудида ер юзига яқин қисмида қуруқ майдаланган тошлардан (шебёнка) ташкил топган грунт, унинг диэлектрик ўтказувчанлиги паст қийматларга эга; йирик заррали ва турли даражада сувланган қумлар ва дресвали грунт кузатилган. Олинган маълумотлар грунтларнинг физик-механик хусусиятлари маълумотлар базасини тўлдиради.

7. Камчаткадаги турли геологик структураларининг тебраниш суръатининг хусусиятлари вулконли районларда радиолокация методи билан олинган радарограммаларни талқин қилишда эталон сифатида хизмат қилиши мумкин.

8. Табиий ётиш шароитида георадиолокацион тадқиқотлар асосида ўрганилган Камчатка грунтлари контрастли электрофизик хусусиятларга эга эканлиги илк бор аниқланди, бу маълумотлар кесимни литологик табақаларга ажратиш ва сувланганлик даражасини аниқлаш имкониятини берди.

“Камчатка ва Сахалиннинг айрим участкаларидаги гидротермал системаларнинг чиқиш-пасайиш зоналари структурасининг

хусусиятлари (комплекс геофизик маълумотлари асосида)” деб номланган **тўртинчи бобда** Озёрновск иссиқлик манбаининг, Каримшин (Камчатка) ва Дагин (Сахалин) гидротермал системаларининг мисолларида чиқиш-пасайиш зоналарининг фазовий структуралари тавсифи келтирилган (2-расм). Озёрнов иссиқлик манбасининг чиқиш-пасайиш жойи Озёрная дарёсининг чап қирғоғида Ключевской (888 м) тоғининг остонасида, Охотский денгизи қирғоғидан 13 км масофада кузатилади. Муаммо бальнеология ривожланишига аҳамиятли бўлган Озёрновск иссиқлик манбаининг кам ўрганилганлигида. Хозирги кунга қадар манбанинг чиқиш-пасайиш участкаларининг системлаштирилган таърифи йўқ, уларнинг жойлашув схемалари йўқ, ҳар бир манбанинг харорати, ва кимёвий таркиби тўғрисида маълумотлар йўқ.

Биз томондан манбаларнинг геологик позицияси ва чиқиш-пасайиш хусусиятлари ҳамда табиий комплекс компонентларига антропогенлик таъсири ўрганилган. Иссиқ сувларининг чиқиш-пасайиш жойлари поғона бўйлаб жойлашган ва 8-та иссиқлик манбалардан ташкил топган ёйсимон занжир шаклида намоён бўлади. Иссиқ сувларининг нордон таркибли вулқонли жинслар билан ўзаро таъсири туфайли чиқиш-пасайиш жойларида гидротермал ўзгарган жинслар пайдо бўлишига олиб келган. Хароратлар таҳлили асосида № 2, 3, 4, 5 манбалари энг йирик ва ўтказувчан иссиқлик келтирувчи зонада жойлашганлиги аниқланди.

Каримшинск гидротермал система Шарқий-Камчатка вулқонлар камаридан ғарбда, Паратунка ҳамда Каримшина дарё водийларида жойлашган ва Юқори-Паратун геотермал системасининг тарқибий қисмини ташкил этади.

Бу системанинг структуравий позицияси водий бўйлаб чўзилган ташлама –силжишнинг унга кўндаланг бўлган ер ёриғи билан кесиши билан тавсифланади. Иссиқ сувлар миоцен-плиоцен ёшига мансуб (нордон туфлар) вулқонли ётқизиклар орасида кузатилаётган дарзланган-томирли зона шаклидаги резервуарга (ҳовузга) тўғри келади.

Бевосита ер юзида юмшоқ коллювиал, флювилгляциал ва аллювиал генезисга эга ётқизиклар ётади, фақат георадарли тадқиқот майдоннинг жанубий қисмида терасса чети бўйлаб ер юзига қоя тош жинслари чиқиб қолган ва улардан ҳосил бўлган эллювий кузатилади.

Радарограммаларга мос фазали ўқларининг субгоризонтал ва бетартиб жойлашувлари ҳамда тўрт метргача чуқурликдан аксланган электрмагнит тўлқинларнинг мавжудлиги ва чуқурлик бўйича уларнинг сўниши хосдир. Бу сараланмаган йирик бўлакли галечник ётқизикларидан, кейин йирик туфлар ётқизикларидан дарак беради. Айрим жойларда дарзликлар зоналари кузатилади, улар радарограммада ўтиш тўлқинлар билан тавсифланади. Ётқизиклардаги диэлектрик ўтказувчанликнинг ўртача қийматлари 2.9 -5 , электрмагнит тўлқинларнинг ўртача тарқалиш тезлиги 14 см/нс билан тавсифланади.

Хусусий кутбланиш потенциаллар усулининг ГК-5 кудуғидаги натижаларига биноан ишхорлиги бўйича ўртача (андезитлардан) ва асосийларга (базальтларга) ўтиши билан жинсларнинг хусусий кутбланиш потенциали ўртача квадрат қийматлари ошиб бориши кузатилмоқда. Манфий қийматлар суюқликнинг кудуқдан чиқиб кетиши, мусбат қийматлар эса суюқликнинг қатламдан кудуқга кириб келиши билан боғлиқ.

Дагинск гидротермал система Сахалин вилоятининг Ноглик районида Сахалин оролини шимолий қисмидаги шарқий қирғоқда, Шимолий-Сахалин текислигининг қирғоқга яқин тасмасида, Монга нефтли майдонида яқин жойлашган.

Георадар тадқиқотлар ёрдамида Дагинск гидротермал системасида қатламларнинг нишобли ётиши ва қуруқ ва намланган гилли, алевролитли, алевроит-гилли кумлардан ташкил топганлиги қайд этилган.

Радарограммаларда георадарли фациялар ўзгариши намоён бўлган камида уч участка ажратилади: 1) мос фазаларнинг субгоризонтал ётиши билан тавсифланган – теппадан биринчи қатлам – асосан торф ётқизиклари; 2) мос фазаларнинг горизонтал ва бетартиб кузатилиши билан намоён бўлган – асосан галкали ва шағаллик гилли кумлар; 3) мос фазаларнинг бетартиб жойлашиши ва дифракциялар билан намоён бўлган дарзланган зоналар. Барча жойларда икки метргача зич гилли грунт ажратилади, булар ўтказувчанлиги паст қатламни ҳосил қилган. У ўтказувчанлиги юқори бўлган турли таркибга эга кумларни устидан қоплаган. Бу қатлам турли конвекцион иссиқлик ташувчи оқимларга ҳам тўсиқ сифатида, ҳам изолятор сифатида хизмат қилиши мумкин ва гидротермал системанинг хароратини ошишига олиб келиши мумкин.

1 ва 2 георадар профилида конининг Марказий участкасида бурдаланиш зонаси аниқланган. Балқим, у бир неча қиялама ўтказувчан зоналар билан кесишган иссиқлик чиқарувчи ёриқлар қаторидан бўлиши ва меридионал ва субкентгликга чўзилган ёриқлар системасига мансуб бўлиши мумкин. Улар бу худунинг асосий тектоник блокларининг мозаикасини ташкил этади.

Хулоса қилиш мумкин, бу ҳудудда кепрок бир нечта сувтўсиқ қатламлар ва ўтказувчи зоналардан ташкил топган. Георадар тадқиқотлар асосида кўмилган палеоводийларнинг морфологиясида (6 м гача чуқурликда) оқимларни ёналтирувчи сойликлар мавжуд, устидан 2 метргача торф билан қопланган кумли –алевроит-гилли ётқизиклар тўпланиши кузатилган. Улардан иссиқ сувларнинг ўтиши ва чиқиши-пасайиши қирғоқга яқин жойларда содир бўлиши мумкин.

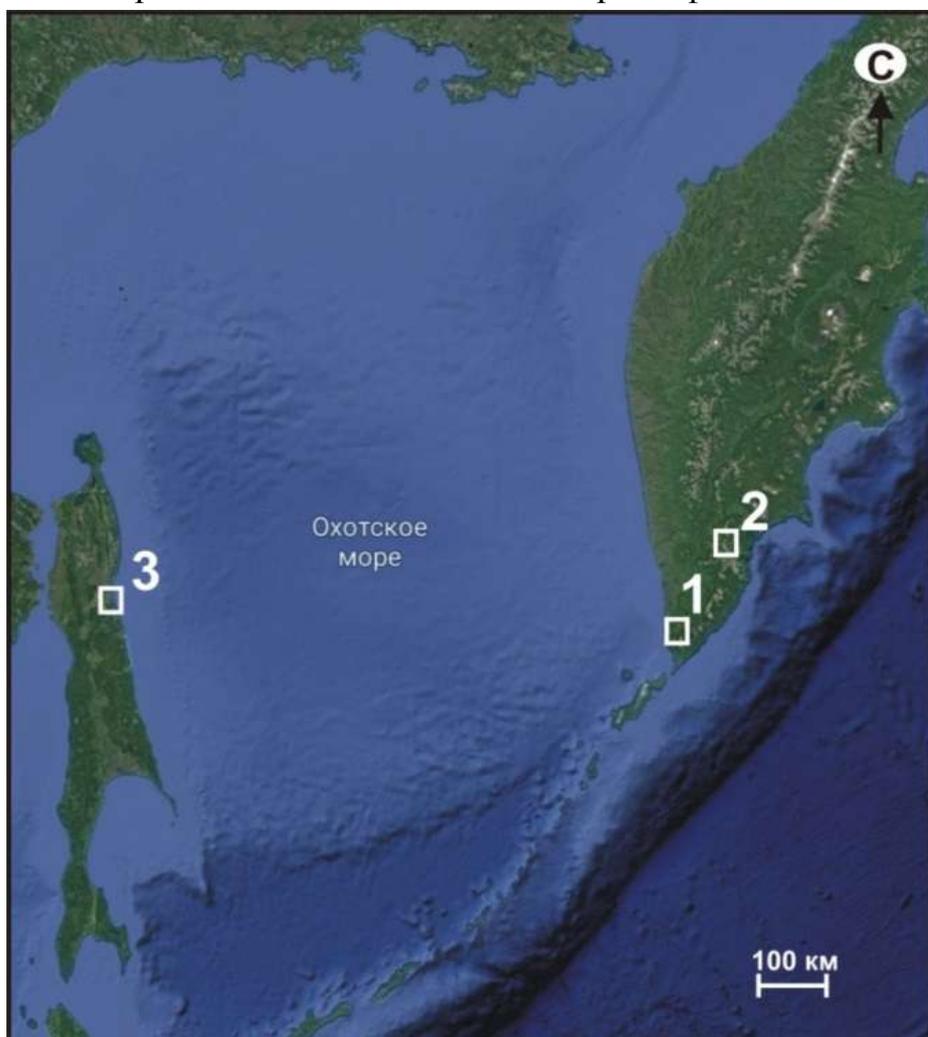
2, 3, 4, 5, 6 сонли кудуқларнинг гамма-каротаж маълумотларига кўра уч

зона ажратилади. Биринчи зона – тоғ жинсларининг гаммафаоллиги юкори бўлган $5 \div 17$ мкр/соат (№5 ва №4 кудукларда).

Иккинчи зона - №5 и №4 кудукларни ёнида жойлашган №6 кудук. Радарограммаларда бу ерда ер ёриғи ва сойчалар кузатилади, гамма-фаоллик раҳпасайган бўлдаи $1 \div 7$ мкр/соат. Бу тоғ жинсларидан радиоактив моддаларнинг ювилиб кетишидан дарак беради.

Учинчи зона - №3 и №2 кудуклар атрофида, гамма-фаоллик $4 \div 13$ мкр/соат. Хусусий кутбланиш потенциали усули маълумотларига кўра учинчи зонада (№2 кудук) ПС нинг фақат мусбат қийматлари кузатилади – бу эса қатламдан кудукга суюқлие киришидан далолат беради.

Биринчи зонада (№4 кудук) 40 м чуқурликгача ПС нинг фақат мусбат қийматлари, кейин эса фақат манфий қийматлари кузатилади. Дагин иссиқлик манбаларини балтнеологик мақсадларида фойдаланишади.



Шартли белгилар: 1-Озернов иссиқлик манбаи (Камчатка);
2-Каримшин гидротермал система (Камчатка); 3-Дагин гидротермал система (Сахалин)

2-расм. Тадқиқот объектларининг умумий жойлашув схемаси

Ҳозирги вақтда бу ерда ҳудуднинг ободончилиги ва туристик рекреациялаш комплекси қурилмоқда. Яна қўшимча қудуқлар бурғилаш режалаштирилмоқда. Шу боис, олинган натижалар амалий аҳамиятга эга.

Тўртинчи боб бўйича хулосалар:

1. Озёрнов иссиқлик манбаи чиқиш-пасайиш зонасининг геологик-структуравий жиҳатларининг тавсифи келтирилган. Унинг батафсил жойлашув схемаси, ҳар бир манбасининг тизимлаштирилган тавсифи, таркиби ва харорати тўғрисидаги маълумотлар келтирилган. Булар янги бальнеологик санаториялар қурилиши учун муҳим амалий аҳамиятга эга.

2. Озёрнов иссиқлик манбаи чиқиш-пасайиш зонасига хос кўрсаткичлар: суб кенглик ва суб меридионал йўналган ёриқларининг кесишганлиги; дарзликлар зоналари мавжудлиги; юмшоқ ётқизиклар билан қопланган ёриқлар зонаси мавжудлиги. Буларнинг ҳаммаси Каримшин (Камчатка) ва Дагин (Сахалин) гидротермал системларининг чиқиш-пасайиш зоналарига ҳам хос.

3. Каримшин (Камчатка) ва Дагин (Сахалин) гидротермал системларида георадиолокацион кузатувлар асосида чиқиш-пасайиш зоналарининг тузилиши бўйича янги маълумотлар олинди. Радарограммалар талқини асосида аниқланган электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш хусусиятлари гидротермал системларининг чиқиш-пасайиш зоналарининг ер юзига яқин қисми геологик тузилишини батафсилроқ аниқлаш имкониятини яратди.

4. Георадиолокация, гамма-каротаж ва хусусий қутбланиш потенциали маълумотларининг комплекс таҳлили асосида Каримшин (Камчатка) ва Дагин (Сахалин) гидротермал системелари участкаларининг гидрогеологик ҳолати тўғрисида баъафсил маълумотлар олинди. Бу ерда қўлланилган кузатувлар методи ҳамда маълумотларни таҳлил қилиш бошқа, геологик тузилиши бўйича ўқшаш районларда қўлланилиши мумкин.

5. Олинган маълумотлар «ОКО-250» ва «ОКО-150» георадарларнинг гидротермал зоналарини чиқиш-пасайиш зоналарини муфассал (6÷10 метргача) ўрганишда муваффақиятли ва самарали эканлигидан далолат беради.

ХУЛОСА

1. Георадиолокацион тадқиқотларнинг қўлланилиши ва грунтларнинг табиий ётиш ҳолатидаги кузатувлар асосида Камчатка шароити учун илк бор грунтлари контрастли электрофизик хусусиятларга эга эканлиги аниқланди,

бу маълумотлар кесимни литологик табақаларга ажратиш ва сувланганлик даражасини аниқлаш имкониятини берди.

2. Камчатка мисолида грунт шароитларини ва гидротермал системаларининг чиқиш-пасайиш зоналарининг тузилиш хусусиятларини муваффақиятли ўрганиш учун геофизик методларнинг оптимал комплекси аниқланди ва олинган маълумотларнинг талқин қилиш методикаси ишлаб чиқилди.

3. Георадиолокация, гамма-каротаж ва хусусий кутбланиш потенциал методларини қўллашда олинган маълумотларни комплекс таҳлили асосида тадқиқот районларининг тузилиши ва гидрогеологик ҳолати тўғрисидаги илмий-амалий аҳамиятга эга батафсил ахборот олинди. Қўлланилган кузатувлар методи ҳамда маълумотларни таҳлил қилиш методикаси бошқа геологик тузилиши бўйича ўхшаш районларда муваффақиятли ишлатилиши тавсия этилади.

4. Гидротермал системаларининг чиқиш-пасайиш зоналарининг юқори қисмларидаги ва уларнинг атрофларидаги кесимларнинг гидрогеологик ва муҳандислик-геологик хусусиятларини ифодаловчи янги маълумотлар аниқланди, натижалар объектларни ўзлаштириш учун муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

5. Олинган натижалар ўрганилган ҳудудларда бальнеологик ҳамда туристик-рекреацион марказларини ривожлантириш учун муҳим илмий амалий асос сифатида хизмат қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ИНСТИТУТЕ СЕЙСМОЛОГИИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ПАВЛОВА ВЕРОНИКА ЮРЬЕВНА

**ИЗУЧЕНИЕ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ И ЗОН РАЗГРУЗКИ
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ
КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
(НА ПРИМЕРЕ КАМЧАТКИ)**

04.00.06 – Геофизика. Геофизические методы поисков полезных ископаемых

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации доктора философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам

Ташкент-2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2021.1.PhD/GM104.

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 (www.seismos.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziyo.net).

Научные руководители:

Умурзаков Рахимжан Абдуразакович
доктор геолого-минералогических наук

Делемень Иван Федорович
кандидат геолого-минералогических наук

Официальные оппоненты:

Раджабов Шухрат Сайфуллаевич
доктор геолого-минералогических наук

Абдуллаев Шавкат Хадияевич
кандидат геолого-минералогических наук

Ведущая организация:

**Центр передовых технологий Министерства
инновационного развития Республики
Узбекистан**

Защита диссертации состоится « 24 » мая 2022 г. в 10-00 часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12,2019.GM/FM.97.01 при Институте сейсмологии. (Адрес: 100128, г. Ташкент, ул. Зулфияхоним, 3. Тел.: +99871 - 241-51-70; +99871 - 241-74-98; E-mail: seismologiva@mail.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института сейсмологии (регистрационный номер № 1144). (Адрес: 100128, г. Ташкент, ул. Зулфияхоним, 3. Тел.: +99871 - 241-51-70)

Автореферат диссертации разослан « 5 » 05 2022 г.
(реестр протокола рассылки № 8 от « 5 » 05 2022 г.)



К.Н.Абдуллабеков

Председатель Научного совета по присуждению
учёных степеней, д.ф.-м.н., академик

З.Ф.Шукуров

Учёный секретарь Научного совета по присуждению
учёных степеней, доктор философии (PhD) по г.-м.н.

С.Х.Максудов

Председатель Научного семинара при Научном
совете по присуждению учёных степеней, д.ф.-м.н.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (Ph.D))

Актуальность и востребованность темы диссертационных исследований. В мировой практике при решении инженерно-геологических задач важное значение придаётся комплексному применению геофизических методов. Расширение строительства и требования к устойчивости сооружений требует глубокого изучения геологической среды, что определяет в качестве приоритетных задач внедрение комплекса геофизических методов, основанных на современных цифровых технологиях. Использование новых технических средств и методов инженерной геофизики в этом направлении имеет большое значение для повышения устойчивости промышленных и гражданских сооружений.

В Мире, для повышения устойчивости гражданских и промышленных сооружений на территории строительства проводится ряд научных исследований по оценке сейсмической опасности, по разработке методов комплексного анализа и интерпретации материалов, полученных методами малоглубинной геофизики, в частности, георадарными, электроразведочными, геофизическими исследованиями скважин. При этом, особое внимание обращается на решение задач по обеспечению сейсмической устойчивости зданий, комплексному применению геофизических методов для оценки инженерно-геологических условий территорий промышленного и гражданского строительства.

В Республике и в других сейсмоактивных регионах особое внимание уделяется сейсмической безопасности, устойчивости жилых и производственных сооружений, совершенствованию объектов и систем безопасности жизнедеятельности, и в этом направлении получены конкретные результаты. В Программе дальнейшего стратегического развития Республики Узбекистан предусмотрены важнейшие приоритетные задачи по обеспечению сейсмической безопасности, расширению сейсмологических исследований, и совершенствования методов повышения сейсмической устойчивости строительных сооружений. При этом, важно значение придаётся разработке высокоэффективных геофизических методов и их применения для оценке сейсмической опасности и инженерно-геологических условий территорий строительства зданий и сооружений.

Исследования, проведённые в рамках настоящей диссертационной работы, в определенной мере служат выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»¹, Постановлением Президента Республики Узбекистан ПП-3190 от 9 августа 2017 года «О мерах по совершенствованию проведения научных исследований в области сейсмологии, сейсмостойкого строительства и сейсмической безопасности населения и территории Республики

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Узбекистан», ПП-4794 от 30 июля 2020 года «О мерах по коренному совершенствованию системы обеспечения сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан».

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии. Исследования, положенные в основу диссертационной работы, выполнены в соответствии с научно-техническими программами в области Наук о Земле, предусмотренными программой развития науки и технологии в Республике Узбекистан - VIII «Науки о Земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья).

Степень изученности проблемы. Исследования, посвященные изучению грунтовых условий (на примере Камчатки), проводили: В.Г. Шарапов, Т.Г. Константинова (1974 – 1977 г.) с целью построения карты сейсмического микрорайонирования территории города Петропавловска-Камчатского; И.Ф. Делемень (1998 г.) с целью оценки оползневой опасности склонов на территории города Петропавловска-Камчатского; отдельные организации (ОАО «КамчатГИСИЗ» и другие) проводили оценку тектонических условий, сейсмических свойств грунтов и опасных геологических процессов на участках уточнения карты СМР для важных и критических объектов города Петропавловска-Камчатского (1999 г.). В настоящее время, с появлением новых технологий и более совершенной аппаратуры появилась возможность повышения точности (информативности) и достоверности геофизических наблюдений для решения задач инженерной геологии. Первым опытом применения метода георадара «ОКО-250» можно назвать исследования И.Ф. Абкадыров, Ю.Ю. Букатов (2004 г.), а также, А.В. Тарабанько (2007 г.), А.И. Кожурин, В.В. Пономарева, Т.К. Пинегина (2008 г.). Однако, целевая направленность их была на изучение активной разрывной тектоники Камчатки. Исследований по созданию научно-методической основы для инженерно-геологических изысканий методом георадарной съемки практически не проводилось. Известны единичные случаи исследований отдельными организациями при инженерно-геологических изысканиях, что требует систематизации материалов, определения оптимальных параметров наблюдений разными геофизическими методами и рационального их комплекса.

Изучением структуры гидротермальных систем Камчатки занимались В.В. Аверьев, Е.А. Вакин, И.Т. Кирсанов, Т.П. Кирсанова, А.И. Сережников, В.М. Зимин, Э.Н. Эрлих, В.И. Белоусов, В.Л. Леонов, А.В. Кирюхин, С.Н. Рычагов, И.Ф. Делемень и другие. По результатам всех исследований составлены геологические, тектонические, термические карты гидротермальных систем Камчатки. Однако, изучение зон разгрузок гидротермальных систем на Камчатке, а также на Сахалине, с помощью комплексирования данных георадарного профилирования и данных по гамма-каротажу и метода потенциалов собственной поляризации не проводились. Накопленные данные предыдущих исследований требуют

выполнения исследований для оптимизации систем наблюдений и комплексирования методов с применением современных технологий.

Связь диссертационного исследования с научно-исследовательскими работами учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено согласно плану научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, в рамках инновационных, прикладных проектов «Моделирование гидрогеологических условий для анализа и прогноза подтопления урбанизированных территорий» (2016–2020), «Особенности изучения инженерно-геологических и сейсмических свойств лёссовых грунтов при подтоплении территорий» (2019–2020), и хоздоговорной темы «Оценка состояния дамбы объединенного хвостохранилища (ОХХ) МОФ и МОФ-2 по геолого-геофизическим и маркшейдерско-геодезическим наблюдениям» (№ 63-4082юр).

Целью исследований является: оценка грунтовых условий и зон разгрузки гидротермальных систем на основе комплексного применения георадиолокационных и каротажных методов с разработкой методики интерпретации данных.

Задачи исследования:

апробация метода георадиолокации с оценкой возможности применения для изучения грунтовых условий на разных объектах Камчатки;

разработка методики интерпретации радарограмм и его применение для решения конкретных задач в условиях Камчатки;

разработка методики комплексной интерпретации диаграмм гамма-каротажа и метода потенциалов собственной поляризации, полученных в скважинах геотермальных районов;

изучение особенностей зон разгрузок гидротермальных систем Камчатки на основе комплексного анализа данных георадиолокации и геофизических исследований скважин.

Объектом исследования являются грунтовые условия города Петропавловска-Камчатского и зоны разгрузок гидротермальных систем Камчатки и Сахалина.

Предметом исследования является оценка возможности применения георадарной съёмки и разработка методики интерпретации данных для изучения петрофизических показателей и геологических особенностей грунтовых условий территорий и пространственной структуры зон разгрузок гидротермальных систем Камчатки и Сахалина.

Методы исследований: При выполнении поставленных задач применялись современные достоверные методы геофизических наблюдений: георадарная съёмка (ОКО-250), методы измерения и изучения диэлектрической проницаемости и скорости распространения электромагнитных волн, методы качественной и количественной интерпретации данных по волновой картине радарограмм, комплекс геофизических методов изучения пространственной структуры зон разгрузок

гидротермальных систем, скважинные методы геофизических наблюдений - гамма-каротаж, потенциал собственной поляризации.

Научная новизна работы:

впервые в условиях Камчатки по данным георадарных исследований установлено различие грунтов в их естественном залегании контрастными электрофизическими свойствами, и на их основе выполнено расчленение разреза по литологическим свойствам и степени обводненности;

выявлен оптимальный комплекс геофизических методов изучения грунтовых условий и мест разгрузок гидротермальных источников;

на основе комплексного анализа данных георадиолокации, гамма-каротажа и потенциалов собственной поляризации выполнена оценка состояния гидрогеологической обстановки гидротермальных систем;

разработана методика комплексной оценки инженерно-геологических условий зон разгрузок гидротермальных систем.

Практические результаты исследования:

разработана методика георадарной съёмки и интерпретации данных совместно с данными диаграмм гамма-каротажа и метода потенциалов собственной поляризации;

установлены оптимальные параметры георадарных измерений, позволяющие выделение полезных сигналов на фоне помех, и которые повышают информативность критериев определения точечных и протяженных объектов на радарограммах;

по данным электрофизических свойств грунтов выполнены литологическое расчленение разреза и оценка их степени обводнённости, необходимые для расчётов требований безопасности строительства жилых и производственных объектов Петропавловска-Камчатского;

получены новые данные, отражающие особенности строения отдельных зон разгрузок гидротермальных систем Камчатки и Сахалина, в том числе по Озерновским горячим источникам, позволяющие рациональное использование природных объектов для развития социальной инфраструктуры;

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием большого объема фактического материала, полученного в различные периоды наблюдений; использованием современной аппаратуры на базе современных программных средств регистрации и обработки данных, а также применением комплекса методов качественного и количественного анализа результатов.

Научная и практическая значимость результатов исследований:

Научная значимость результатов исследований заключается в выявлении оптимального комплекса геофизических методов, разработке метода их интерпретации с получением новых данных о скоростных свойствах грунтов территории Камчатки, которые позволяют повысить достоверность изучения инженерно-геологических (грунтовых) условий и зон разгрузок гидротермальных систем Камчатки и Сахалина.

Практическое значение результатов исследования заключается в том, что разработанный метод и петрофизические показатели грунтов позволяют обеспечить устойчивость проектируемой строительной инфраструктуры Петропавловска-Камчатского и других сейсмоактивных районов, в том числе и территории Узбекистана; Изученные параметры диэлектрической проницаемости и скорости распространения электромагнитных волн для грунтов позволяют определять зоны повышенной обводненности, а изучение структуры зоны разгрузок горячих источников позволяют своевременно прогнозировать опасные геологические процессы и принимать меры по их предотвращению.

Внедрение результатов исследования: на основе применения оптимального комплекса геофизических методов и получения новых научных результатов по грунтовым условиям и зон разгрузки гидротермальных систем:

методика комплексной интерпретации геофизических данных и предложения по определению оптимальных параметров геофизических наблюдений внедрены в Центр передовых технологий Министерства инновационного развития Республики Узбекистан (Справка № 02-02/3567 от 18 июня 2021 года Министерства инновационного развития Республики Узбекистан). Результаты внедрения позволили повысить точность и достоверность интерпретации радарограмм при оценке грунтовых условий.

предложения по выбору параметров измерений для выделения полезных геофизических сигналов на фоне других физических помех и повышения информативности определения точечных и протяженных объектов на радарограммах внедрены в Центр передовых технологий Министерства инновационного развития Республики Узбекистан (Справка № 02-02/3567 от 18 июня 2021 года Министерства инновационного развития Республики Узбекистан). Результаты внедрения позволили повысить точность инженерно-геофизических наблюдений и достоверность выделения георадарных фаций;

методика комплексного применения геофизических методов и полученные данные по строению и грунтовым условиям внедрена в производственный процесс ООО Научный Инновационный Центр Геопульс (Справка № 29/6-01 от 29 июня 2021 года ООО Научный Инновационный Центр Геопульс). Результаты внедрения позволили обеспечить устойчивость сооружений при развитии городской инфраструктуры Петропавловска-Камчатского.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования обсуждены на 39 конференциях, школах-семинарах, в том числе: на международных – 8, всероссийских и межрегиональных – 12, региональных – 19.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертационной работы опубликовано 14 научных работ, в том числе: в журналах, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан – 3 (зарубежные

журналы); в научных сборниках – 5; тезисов докладов международных и всероссийских конференций – 6.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка использованной литературы, включающей 125 наименований. Общий объем диссертации составляет 138 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность, цели и задачи проведенных исследований, указаны объект и предмет исследований, показано соответствие темы диссертации приоритетным направлениям развития науки и технологий, изложены научная новизна и практические результаты, раскрыты их научная и практическая значимость, приведены сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «Состояние изученности проблемы и задачи исследований» подчеркивается актуальность и востребованность геофизических методов для изучения грунтовых условий при инженерно-геологических изысканиях. Рассмотрены особенности гидротермальных систем Камчатки и основные задачи по изучению зоны из разгрузок. При изучении геологического строения гидротермальных систем важно исследовать структуру зон перетока гидротерм в недрах и на дневной поверхности системы. Термальные источники обязаны своим появлением на земной поверхности соотношению горизонтов подземных вод, обусловленному геологическим строением данного участка, и профилю рельефа этого участка. Зона разгрузки гидротермальных систем расположена вблизи поверхности Земли, часто наблюдается в виде термопроявлений и вскрыта многими скважинами. Это и определяет их большую доступность для непосредственного изучения. Приведено обоснование необходимости применения геофизических методов для их изучения.

Выводы по первой главе:

1. Анализ опубликованной литературы показал, что в последние десятилетия появились новые методы малоглубинных геофизических исследований земной коры и ее приповерхностных частей, основанные на новейших технологиях применения аппаратных возможностей в сочетании с встроенными программными комплексами получения и обработки данных. Они позволяют с большой детальностью изучать особенности структуры приповерхностной части и инженерно-геологических условий отдельных территорий. Одним из таких методов малоглубинной геофизики является георадарная съемка, которая еще не применялась в условиях Камчатки, где необходимость исследований инженерно-геологических условий и строения отдельных объектов ввиду активности природных явлений имеет важное особенное значение.

2. Необходимость такого изучения проявляется в двух важных направлениях: 1) изучение грунтовых условий строительных площадок для

обеспечения безопасности при дальнейшем проектировании инфраструктуры; 2) исследование структуры зон перетока гидротерм в недрах и на дневной поверхности в зонах проявления гидротермальных системы. По территории Камчатки подобных исследований методами георадиолокации не проводились. Поэтому перед работой была поставлена цель: оценка применимости и последующая адаптация метода георадиолокации для изучения грунтовых условий и зон разгрузок гидротермальных систем на Камчатке с применением в комплексе с геофизическими исследованиями скважин.

3. Для достижения этой цели были определены следующие основные задачи:

- апробация метода георадиолокации с оценкой возможности применения для изучения грунтовых условий на разных объектах Камчатки;
- разработка методики интерпретации радарограмм и его применение для решения конкретных задач в условиях Камчатки;
- разработка методики комплексной интерпретации диаграмм гамма-каротажа и метода потенциалов собственной поляризации для скважин геотермальных районов;
- изучение особенностей зон разгрузок гидротермальных систем отдельных районов Камчатки на основе комплексного анализа данных георадиолокации и геофизических исследований скважин.

Описанию методики и полученным результатам посвящены последующие главы диссертационной работы.

Во второй главе диссертации, посвящённой «Методике исследований», описывается методика и аппаратура геофизических наблюдений. Исследования проведены с помощью приборов георадар серии «ОКО-2» («ОКО-250» и «ОКО-150»). Для получения надежных результатов при использовании георадара необходимо учитывать два основных момента, первый – характеристики прибора, второй – параметры изучаемой среды. Центральная частота, глубина зондирования и разрешающая способность георадара определяют точность георадиолокации. Приводится методика обработки и интерпретации данных радарограмм, а также, данных геофизических исследований скважин. Для геологического расчленения разреза скважин на объектах исследования были подобраны имеющиеся диаграммы каротажа, записанные на бумажных носителях: 1. Гамма-каротаж (ГК). 2. Каротаж методом самопроизвольного поля или метод потенциалов собственной поляризации (ПС).

Выводы по второй главе:

1. Предварительное ознакомление с особенностями строения и вещественного состава отдельных участков территории исследуемых объектов Камчатки определило необходимость постановки экспериментальных измерений георадарной съемки для определения основных регулируемых параметров приборов, определяющих разрешающую способность метода.

2. Выполнены экспериментальные измерения с помощью георадаров «ОКО-250» и «ОКО-150», что позволило определить оптимальные параметры настройки приборов: количество точек по глубине – 511; накопление – 20; шаг зондирования – 200 мм; количество точек по профилю – 2000; сдвиг – 8-9 м; развертка по глубине – 200 нс; скорость прохождения профиля – 1.2 км/ч; режим сканирования «по перемещению». Эти параметры позволяют получить более точные и достоверные данные о зондируемой среде.

3. На стадии обработки и интерпретации полученных экспериментальных данных была опробована методика, основанная на программном комплексе GeoScan32. Удаление помех и введение поправок позволило более точно определять скорость распространения электромагнитной волны V и диэлектрической проницаемости E , а также выделять георадарные фации. Применение данной методики позволяет точно и достоверно интерпретировать радарограммы и изучать грунтовые условия на Камчатке.

4. Разработана методика комплексной интерпретации диаграмм гамма-каротажа (ГК) и метода потенциалов собственной поляризации (ПС) для скважин геотермальных районов. Данная методика применена для скважин Мутновского месторождения парогидротерм (Камчатка). Установлено, что данные по гамма-каротажу дают информации о детальном внутреннем геологическом строении в районе скважин на больших глубинах, а данные по методу потенциалов собственной поляризации определяют зоны притока и оттока жидкости на больших глубинах.

В третьей главе диссертации «Особенности строения и инженерно-геологических условий приповерхностной части разреза по материалам георадиолокационной съемки» приведены результаты исследований особенности строения осадочной толщи долины реки Авача. На данной территории (рис. 1) в случае сильного землетрясения следует ожидать разрушения инфраструктуры и части дорожного полотна, связывающих город Петропавловск-Камчатский с другими населенными пунктами. Более того, детальные исследования на рассматриваемом участке не проводились уже много лет. Помимо метода георадиолокации, проведены сейсморазведочные и электроразведочные работы. Полученные результаты использованы для реконструкции и строительства зданий на территории, где расположены объекты повышенной социальной значимости.

Представлены результаты изучения обвально-взрывных отложений Авачинского вулкана на берегу бухты Моховая (рис. 1). Северная часть города Петропавловска-Камчатского и населенные пункты между краевым центром и городом Елизово расположены на лавинных отложениях обвально-взрывного происхождения, сформировавшихся в конце плейстоцена при разрушении постройки Древнего Авачинского вулкана. Уточнено пространственное распределение различных литологических типов отложений, слагающих холмы и западины на поверхности лавины. Помимо

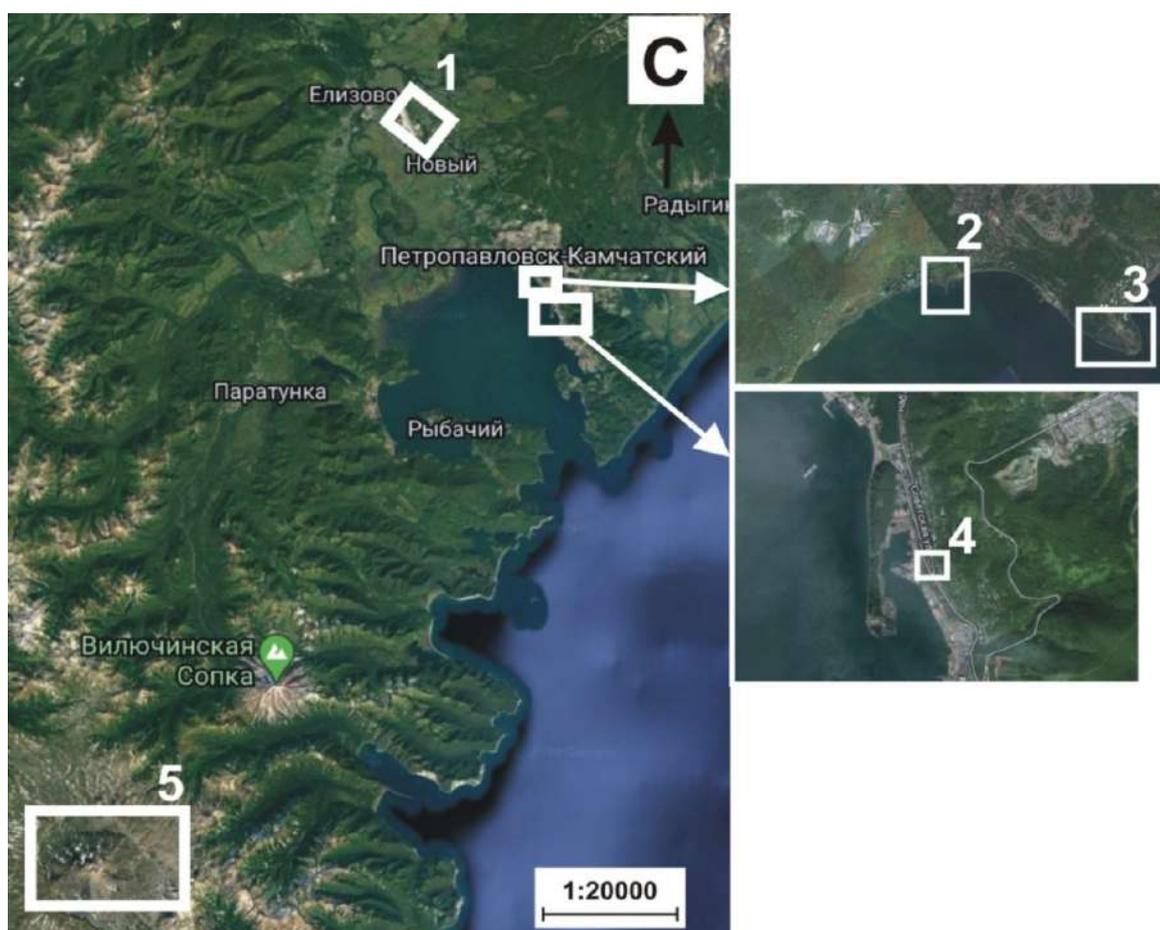
теоретического значения (уточнение генетических особенностей формирования отложений), решение этого вопроса имеет важное практическое значение, поскольку определяет планировочные ограничения в размещении зданий и сооружений.

Приведено уточнение оползневой опасности на мысе Чавыча (рис. 1). Анализ сейсмических условий и оползневой опасности площадки очистных сооружений показал, что оползневая опасность на данной территории достаточно высока. Установлено расположение двух оползневых тел, а также склон палеоручья. По результатам работ устанавливается наличие оползневых процессов в восточном сегменте южной части площадки. Уточнение сейсмических условий территории позволило сделать вывод о том, что сейсмичность данной площадки равна 10 баллам в западной части и 9 баллам в юго-восточной части склона. При строительстве на территориях с насыпными грунтами необходимо выполнять их удаление, включая макропористые грунты, иначе возможно сползание не только грунтов, но и построек вниз по склону. Судя по сейсмогеологическим разрезам, отсыпка насыпных грунтов осуществлялась непосредственно на рельеф, при этом не убирался склонный к разжижению при увлажнении почвенно-пирокластический чехол. Это может ускорить развитие оползневых процессов в рыхлых грунтах при переувлажнении, особенно на участке западного борта иловых полей, где происходит утечка воды.

В результате уточнения инженерно-геологических условий реконструкции здания на побережье Авачинской губы (рис. 1) выявлена слоистая толща рыхлых отложений до глубин 2 – 3 м. Рыхлые отложения не нарушены, слои залегают горизонтально. Предположительно эти отложения представлены насыпными грунтами, которые были отсыпаны при планировке территории. Хорошо проявлены ложбины, которые имеют, скорее всего, не аллювиальное, а пролювиальное происхождение, т.е. осадконакопление происходило при весеннем снеготаянии и осенних ливнях.

Представлено строение приповерхностной толщи отложений в кальдере вулкана Горелый. Вулкан Горелый – один из действующих вулканов Камчатки, ближайший к городу Петропавловск-Камчатский. Он находится в относительно доступной местности в 70 км от города и в 25 км от берега Тихого океана (рис. 1). Для исследования был выбран кальдерный уступ в северо-восточном секторе кальдеры. На радарограммах хорошо проявлены обводнённые или сильно увлажнённые части разреза и маловлажные части разреза с хорошо выраженной стратификацией слоёв. На глубине 6 м практически всё днище кальдеры сложено водонасыщенными отложениями. Начиная с глубины 5 м и выше степень увлажнённости отложений меняется, от сильно увлажнённых осадков до сухих. В вертикальном сечении форма зон увлажнения куполовидная, с суживающимися в направлении земной поверхности вершинами. На участках расположения сухих грунтов видно, что они представляют собой чашеобразные мульды. Визуальное изучение разрезов в шурфах позволяет сделать вывод, что мульдообразные понижения

сложены песками. На этих участках в периоды снеготаяния формируются озера, в которых происходит вымывание тонких пелитовых и глинистых фракций (продуктов разрушения пемз и пепла) в песок. Увеличение их содержания в песке приводит к формированию локального водоупора, служащего дном озера. Границы слоев согласны друг другу, но при этом выделяется несколько угловых несогласий. Можно предполагать, что, по крайней мере, при формировании горизонта с подошвой на глубине 3 м, произошел перерыв в осадконакоплении, либо же сильно изменилась морфология областей транзита и накопления осадков. Водонасыщение характерно лишь для отложений, расположенных в верховьях ручьев, дренирующих плато.



(1—долина реки Авача; 2—берег бухты Моховая; 3—мыс Чавыча; 4—здание на побережье Авачинской губы (Краеведческий музей); 5—вулкан Горельий).

Рис. 1. Общая схема расположения объектов исследования (Камчатка)

Выводы по третьей главе:

На основе применения георадиолокации изучены особенности строения и инженерно-геологические условия приповерхностной части грунта на территории города Петропавловск-Камчатский, а также в вулканических районах, которые сводятся к следующему:

1. Выявлена локализация мелких и замкнутых неоднородностей, распространенных в приповерхностной части разреза грунтов.

2. Установлены большие изменения диэлектрической проницаемости в связи с незначительными изменениями содержания воды в песке и в почвах, что позволяет судить об эрозии грунтов долины реки Авача.

3. Уточнено пространственное распределение различных литологических типов обвально-взрывных рыхлых четвертичных отложений Авачинского вулкана на берегу бухты Моховая. Установлено, что в строении западин участвуют преимущественно дресвяно-щебенистые отложения с включением отдельных глыб, в долине ручьев – отложения торфа, в склоновых частях – дресвяно-щебенистый уплотненный грунт. Наблюдается увеличение мощности грунтов в сторону океана, обусловленной перемешиванием с морскими отложениями, неоднородность грунтов с включением валунов андезита с песком.

4. На мысе Чавыча выявлены утечки с иловых полей, одна из которых приводит к разгрузке грунтовых вод в виде высачивания из трещины в береговом уступе, а также оползневые структуры.

5. Толща рыхлых отложений на территории города Петропавловск-Камчатский представляет собой верхний структурный этаж, состоящий из рыхлых слоистых отложений различного генезиса: насыпных, морских, лагунных и др., мощностью до первых десятков метров.

6. На территории города Петропавловска-Камчатского в приповерхностной части распространен сухой щебенистый грунт с низкими значениями диэлектрической проницаемости, крупнозернистые более водонасыщенные пески и дресвяный грунт разной степени водонасыщения. Полученные результаты дополняют данные по физико-механическим свойствам грунтов.

7. Полученные характеристики волновой картины различных геологических структур объектов Камчатки могут быть использованы как эталоны при интерпретации радарограмм при проведении исследований методом георадиолокации в вулканических районах с целью изучения приповерхностной толщи отложений.

8. На основе применения георадарных исследований впервые в условиях Камчатки показано, что в естественном залегании грунты обладают контрастными электрофизическими свойствами, позволяющими уверенно расчленять разрез грунтов по их литологическим свойствам и степени обводненности.

В четвертой главе диссертации «Особенности структуры зон разгрузок гидротермальных систем отдельных участков Камчатки и Сахалина (по комплексу геофизических данных)» представлена характеристика зоны разгрузки на примере Озерновских горячих источников (Камчатка), пространственная структура зоны разгрузки на участке Карымшинской гидротермальной системы (Камчатка) и Дагинской гидротермальной системы (остров Сахалин) (рис. 2).

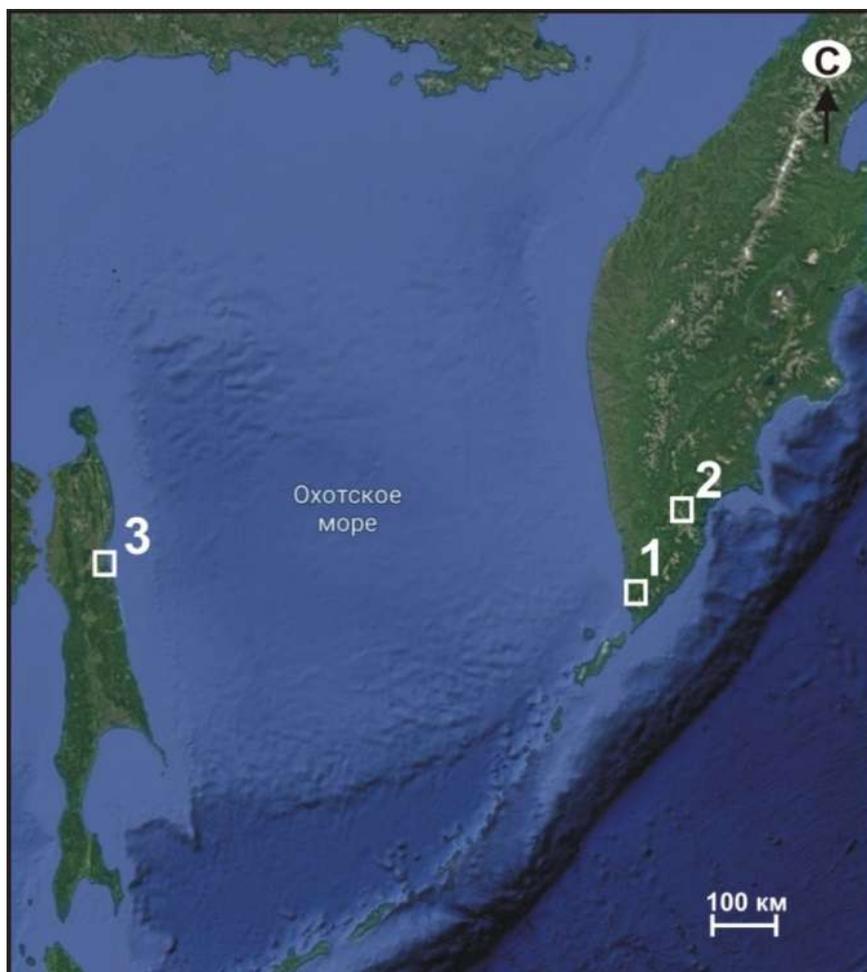
Озерновские горячие источники разгружаются на левом берегу реки Озерной у подножия горы Ключевской (888 м) в 13 км от берега Охотского моря. Проблема заключается в малоизученности Озерновских горячих источников (Камчатка), представляющих собой ценность в области бальнеологии. До настоящего времени отсутствовало систематизированное описание участка разгрузки источников, не было детальной схемы их расположения, сведений о составе и температуре каждого из источников. Изучена геологическая позиция и особенности разгрузки источников, а также антропогенное воздействие на компоненты природного комплекса источников. Места разгрузки термальных вод, располагаясь вдоль уступа, образуют дуговидную цепочку из 8 термальных источников. В зоне разгрузки взаимодействие термальных вод и вмещающих вулканических пород кислого состава привело к формированию обширно гидротермально-измененных пород. Анализ температур позволяет сделать вывод, что источники №2, 3, 4, 5 расположены на наиболее крупной и проницаемой термоподводящей зоне.

Карымшинская гидротермальная система располагается к западу от вулканов Восточно-Камчатского вулканического пояса в пределах долины рек Паратунка и Карымшина и является составной частью Верхне-Паратунской геотермальной системы. Структурная позиция этой системы определяется пересечением сброса-сдвига, протягивающегося вдоль оси этой долины с поперечным к нему разломом. Термальные воды приурочены к резервуару, представленного трещинно-жильной зоной в пределах вулканических отложений миоцен-плиоценового возраста (кислые туфы). Непосредственно на поверхности залегают рыхлые отложения коллювиального, флювиогляциального и аллювиального происхождения, и лишь в южной части площадки георадарных исследований вдоль кромки террасы выходят на поверхность скальные породы и их элювий. Для радарограмм характерно субгоризонтальное и хаотическое расположение осей синфазности и наличие отраженных электромагнитных волн до глубины 4 м, затем наблюдается их затухание с глубиной. Это обуславливает залегание несортированных валунно-галечниковых отложений, затем - массивных туфов. Местами выделяются зоны трещиноватости представленные на радарограммах проходящей волной. Для отложений характерны средние значения диэлектрической проницаемости равные 2.9 – 5, средняя скорость распространения электромагнитных волн равна 14 см/нс. По данным интерпретации диаграммы метода потенциалов собственной поляризации скважины ГК-5 при переходе от пород среднего (андезиты) к породам основного состава (базальты) среднеарифметическое значение потенциалов собственной поляризации увеличивается. Отрицательные значения связаны с оттоком жидкости из скважины в пласт, а положительные значения – с притоком жидкости из пласта в скважину.

Дагинская гидротермальная система расположена в Ногликском районе Сахалинской области на восточном побережье северной части острова

Сахалин в прибрежной полосе Северо Сахалинской низменности, вблизи нефтяной площади Монги. Георадарными исследованиями в пределах Дагинской гидротермальной системы установлено наклонное залегание слоев и чередование влажных и сухих песков глинистых, алевроитовых, алевроитоглинистых. На радарограммах выделяются как минимум три участка, на которых наблюдается смена георадарных фаций: 1) субгоризонтальное расположение осей синфазности, первый слой от поверхности, представленный в основном отложениями торфа; 2) наклонное и хаотическое расположение осей синфазности, второй слой от поверхности, представленный в основном песками глинистыми с гравием и галькой; 3) хаотическое расположение осей синфазности, наличие дифракций, что указывает на наличие зон трещиноватости. Выделяется повсеместно плотный глинистый грунт до 2 м, что, очевидно, создает слой пород с низкой проницаемостью. Он перекрывает проницаемые породы, представленные песками разного состава. Этот слой может служить как барьером для циркуляции конвекционных потоков теплоносителя, так и теплоизолятором, способствующим увеличению температуры в гидротермальной системе. На георадарном профиле 1–2 на Центральном участке месторождения удалось зафиксировать зону дробления. Возможна, она входит в серию термовыводящих разрывных нарушений, пересекающихся с несколькими пологими проницаемыми зонами, и входит в систему разломов меридионального и субширотного простирания, характерных для этой территории и составляющих мозаику тектонических блоков. Можно сделать вывод, что кепрок на данной территории состоит из пачки водоупоров и проницаемых зон. Установленная георадарными исследованиями морфология погребенных палеодолин (отмечаются на глубине около 6 м) указывает на наличие ложбин стока, накопление песчано-алевритоглинистых отложений, повсеместно перекрытых образованиями торфа мощностью до 2 м. Возможно, что по ним происходит перетек и уже локальная разгрузка термальных вод ближе к побережью. На основе анализа гамма-каротажа по скважинам № 2, 3, 4, 5, 6 можно выделить три зоны. Первая зона – это наличие наиболее высоких значений гамма-активности горных пород в районе скважин №5 и №4 от 5.00 до 17.00 мкР/час. Вторая зона - рядом со скважинами №5 и №4 расположена скважина №6. На радарограммах в этой области отмечено наличие разрывного нарушения и ложбин стока, что отражается на значениях гамма-активности горных пород, наблюдается резкое уменьшение значений от 1.00 до 7.00 мкР/ч. Это указывает на вымывание радиоактивных компонентов из горных пород. Третья зона - в районе скважин №3 и №2 значения гамма-активности от 4.00 до 13.00 мкР/ч. По данным метода потенциалов собственной поляризации в третьей зоне (скважина №2) наблюдаются только положительные значения ПС, что возможно обусловлено высоким притоком жидкости из пласта в скважину. В первой зоне (скважина №4) до глубины 40 м наблюдаются только положительные значения ПС, затем наблюдаются только

отрицательные значения ПС. Дагинские термальные источники применяются в бальнеологических целях. На данный момент здесь проводится благоустройство территории и строительство туристско-рекреационного комплекса. Также планируется бурение дополнительных скважин. В связи с этим полученные результаты имеют важное практическое значение.



Условные обозначения: 1-Озерновские горячие источники (Камчатка);
2-Карымшинская гидротермальная система (Камчатка); 3-Дагинская гидротермальная система (Сахалин).

Рис. 2. Общая схема расположения объектов исследования на карте

Выводы по четвертой главе:

1. Представлена общая характеристика зоны разгрузки Озерновских горячих источников (Камчатка) в геолого-структурном отношении. Выполнено систематизированное описание участка разгрузки источников, детальная схема их расположения, сведения о составе и температуре каждого из источников, что имеет важное практическое значение для строительства нового бальнеологического санатория.

2. Для зоны разгрузки Озерновских горячих источников (Камчатка) характерно: пересечение субширотных и субмеридиональных разломов; наличие трещинных зон; наличие разрывных нарушений, перекрытых чехлом

рыхлых отложений. Все это характерно и для зон разгрузки Карымшинской (Камчатка) и для Дагинской (Сахалин) гидротермальных систем.

3. На основе применения георадиолокационной съемки на участке Карымшинской (Камчатка) и Дагинской (Сахалин) гидротермальных систем получены новые данные в строении зон разгрузки. Выявленные особенности распространения электромагнитных волн на волновой картине радарограмм указывают на принципиальную возможность установления определенных геологических структур в приповерхностной части зон разгрузки гидротермальных систем, для которых всегда характерно сложное геологическое строение и большое количество разрывных нарушений разного типа.

4. На основе комплексного анализа данных георадиолокации, гамма-каротажа и потенциалов собственной поляризации для участка Карымшинской гидротермальной системы (Камчатка) и Дагинской гидротермальной системы (Сахалин) получена детальная информация о гидрогеологической обстановке районов исследований. Применяемый метод и анализ данных может быть использован для других районов с подобным геологическим строением.

5. Полученные результаты свидетельствуют об успешности применения георадара «ОКО-250» и «ОКО-150» для детального изучения зоны разгрузки гидротермальных систем от 6 до 10 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе применения георадарных исследований впервые в условиях Камчатки показано, что в естественном залегании грунты обладают контрастными электрофизическими свойствами, позволяющими уверенно расчлнить разрез грунтов по их литологическим свойствам и обводненности.

2. Выявлен оптимальный комплекс геофизических методов на примере Камчатки, применение которых позволяет успешное изучение грунтовых условий и мест разгрузок гидротермальных источников.

3. На основе комплексного анализа данных георадиолокации, гамма-каротажа и потенциалов собственной поляризации получена детальная информация о строении и гидрогеологической обстановке районов исследований гидротермальных систем. Применяемый метод наблюдений и методику анализа и интерпретации данных можно успешно использовать в других районах с подобным геологическим строением.

4. Получены новые данные об особенностях инженерно-геологических условий отдельных участков за пределами и в верхней части зон разгрузок гидротермальных систем, имеющих важное научно-практическое значение для дальнейшего освоения объектов.

5. Полученные результаты служат важной научной и практической основой для развития бальнеологических и туристско-рекреационных центров на исследуемых территориях.

PAVLOVA VERONIKA YUREVNA

**STUDY OF SOIL CONDITIONS AND DISCHARGE ZONES OF
HYDROTHERMAL SYSTEMS BASED ON THE INTEGRATION OF
GEOPHYSICAL METHODS (ON THE EXAMPLE OF KAMCHATKA)**

04.00.06 – Geophysics. Geophysical methods of mineral prospecting

ABSTRACT

of doctor philosophy (PhD) dissertation of geological-mineralogical sciences

Tashkent-2022

The theme of doctor philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2021.1.PhD/GM104.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State Technical University.

The abstract of the dissertation is posted in three (Uzbek, Russian, English) languages on the website of the Scientific Council (www.seismos.uz) and on the website of «ZiyoNet» information and educational portal (www.ziyo.net).

Scientific advisers:

Umurzakov Rakhimjan Abdurazakovich
doctor of geological and mineralogical sciences

Delemen Ivan Fedorovich
candidate of geological and mineralogical sciences

Official opponents:

Radjabov Shukhrat Sayfullayevich
doctor of geological and mineralogical sciences

Abdullayev Shavkat Khadiyevich
candidate of geological and mineralogical sciences

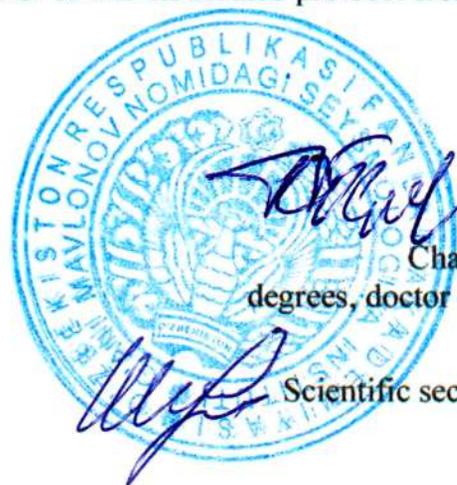
Leading organization:

**Center for advanced technologies Ministry
of innovative development of the Republic
of Uzbekistan**

The defense will take place « 24 » may 2022 at 10.00 the meeting of the Scientific council DSc.02/30.12.2019.GM/FM.97.01 at Institute of Seismology. (Address: 100128, Tashkent city, Zulfiyakhonim street, 3. Ph.: +99871 - 241-51-70; +99871 - 241-74-98; E-mail: seismologiy@mail.ru)

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Institute of Seismology (is registered under № 144) (Address: 100128, Tashkent city, Zulfiyakhonim street, 3. Ph.: +99871 - 241-51-70)

The abstract of the dissertation is distributed on « 5 » 05 2022
(register of this distributed protocol from № 8 dated « 5 » 05 2022)



[Handwritten signature]

K.N. Abdullabekov

Chairman of scientific council on awarding of scientific degrees, doctor of physical and mathematical sciences, academician

[Handwritten signature]

Z.F. Shukurov

Scientific secretary of scientific council on awarding of scientific degrees, doctor of Philosophy

[Handwritten signature]

S.Kh. Maksudov

Chairman of scientific seminar at scientific council on awarding of scientific degrees, doctor of physical and mathematical sciences

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research work is to assess the applicability and subsequent adaptation of the GPR method to study soil conditions, in combination with borehole logging data to study the discharge zones of hydrothermal systems with the development of a method for data interpretation and their comprehensive analysis.

The objects of research: the geological features of the soil conditions of the Petropavlovsk-Kamchatsky city and the discharge zones of the hydrothermal systems of Kamchatka and Sakhalin.

Scientific novelty of the research work is as follows:

for the first time in Kamchatka, according to the data of the GPR studies, the difference in soils in their natural occurrence with contrasting electrophysical properties and the possibility, on their basis, of dividing the section according to lithological properties and the degree of water cut were established;

an optimal set of geophysical methods for studying soil conditions and places of the discharge zones of hydrothermal springs has been identified.

on the basis of a comprehensive analysis of ground-penetrating radar data, gamma-ray logging and self-polarization potentials, the state of the hydrogeological environment of hydrothermal systems was assessed;

a method for a comprehensive assessment of the geotechnical conditions of the discharge zones of hydrothermal systems has been developed.

Implementation of the research results: the methodology for interpreting geophysical data and proposals for determining the optimal parameters of observations have been introduced into the Center for Advanced Technologies (Reference No. 02-02 / 3567 dated June 18, 2021 of the Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan). The results made it possible to increase the reliability of the interpretation of radargrams in assessing ground conditions;

proposals for choosing the parameters for isolating useful signals and increasing the information content of identifying objects on radargrams have been introduced into the Center for Advanced Technologies (Reference No. 02-02 / 3567 dated June 18, 2021 of the Ministry of Innovative Development of the Republic of Uzbekistan). The results made it possible to improve the accuracy and reliability of GPR facies identification;

the methodology for the integrated application of geophysical methods and the data obtained on the structure and soil conditions have been introduced into the production process of Geopulse Scientific Innovation Center LLC (Reference No. 29/6-01 dated June 29, 2021 Geopulse Scientific Innovation Center LLC). The results made it possible to ensure the stability of structures during the development of the urban infrastructure of Petropavlovsk-Kamchatsky.

The structure and volume of the thesis. The thesis consists of the introduction, four chapters, the conclusion, the list of 125 references. The total volume of the thesis is 138 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST of PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. **Pavlova V.Yu.** Application of the GPR method to study the discharge zone of hydrothermal systems. // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences ISSN: 2277-2081. 2021. Vol. 11, pp. 241-245. <https://www.cibtech.org/j-geology-earth-environment/publications/2021/jge-35-pavlova-application-system.pdf> (04.00.00; №7).

2. **Pavlova V.Yu., Umurzakov R.A.** Possibilities of application of shallow geophysics methods is solving applied problems of engineering geology. // International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences ISSN: 2277-2081. 2021. Vol. 11, pp. 246-254. <https://www.cibtech.org/j-geology-earth-environment/publications/2021/jgee-36-pavlova-possibilities-geology.pdf> (04.00.00; №7).

3. **Pavlova V.Yu., Delemen I.F.** Features of the structure of the discharge zones of hydrothermal systems in certain areas of Kamchatka and Sakhalin according to borehole logging data. // International Journal of Applied Environmental Sciences ISSN: 0973-6077. 2022. Vol. 17, Number 1, pp. 15-23. http://www.ripublication.com/ijaes22/ijaesv17n1_02.pdf (04.00.00; №6)

II бўлим (II часть; part II)

4. **V.Yu. Pavlova.** Application of the GPR method for engineering and survey work in Petropavlovsk-Kamchatsky city. IOP Conference Series: Material Science and Engineering. Volume 1079. Chapter 5. 2021. Article Number 062074. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1079/6/062074> (<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1079/6/062074>)

5. Умурзаков Р.А., Павлова В.Ю. Применение методов малоглубинной геофизики при решении инженерно-геологических задач / Geografik tadqiqotlar: innovatsion g'oyalar va rivojlanish istiqbollari: Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami (25–26-mart, 2021-yil, Toshkent). –Toshkent.: TADQIQOT.UZ, 2021. 471-475 bet.

6. Павлова В.Ю. Применение скважинного каротажа для изучения зоны разгрузки гидротермальных систем // Мониторинг. Наука и технологии. Махачкала, №3(45), 2020. С. 29-34. (25.00.10; №1460)

7. **V.Yu. Pavlova, R.V. Zharkov and I.F. Delemen.** 3-D structure of the discharging zone of the Darginsky hydrothermal system (Sakhalin Island) according to the ground penetrating radar method and well logs. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 324. 2019. Article Number 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/324/1/012026> (<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/324/1/012026>).

8. Павлова В.Ю., Жарков Р.В. Результаты георадарных исследований на территории Дагинской гидротермальной системы (остров Сахалин) // Геосистемы переходных зон, Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, том 2, №4, 2018. С. 323-331. (25.00.10; №839) (04)

9. Павлова В.Ю., Делемень И.Ф. Особенности обработки и интерпретации данных метода георадиолокации в условиях Камчатки // В сборнике: Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России труды Пятой научно-технической конференции: к 100-летию организации инструментальных сейсмологических наблюдений на Камчатке. Петропавловск-Камчатский. 27 сентября — 3 октября 2015 г. / Отв. ред. В.Н. Чебров. – Обнинск: ГС РАН, 2015. 2015. С. 443-447.

10. Павлова В.Ю., Делемень И.Ф. Георадиолокационные исследования обвальнo-взрывных отложений Авачинского вулкана на берегу бухты Моховая (Камчатка) // Материалы региональной научной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвящённой Дню вулканолога, 29 - 30 марта 2016 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2016. С. 262-269.

11. Павлова В.Ю. Метод георадиолокации для решения инженерно-геологических задач (город Петропавловск-Камчатский) // XVII Уральская молодежная научная школа по геофизике. Сборник докладов. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2016. С. 142-144.

12. Павлова В.Ю. Изучение кепрока геотермальных систем с помощью геофизических методов и морфоструктурного анализа (на примере камчатки) // Строение литосферы и геодинамика. Материалы XXVI Всероссийской молодежной конференции (Иркутск, 20–25 апреля 2015 г.). Иркутск. 2015. С. 130-132.

13. Павлова В.Ю., Делемень И.Ф. Георадиолокационный профиль в кальдере вулкана Горелый (Камчатка) // Сборник тезисов докладов XVIII ежегодной научной конференции, посвященной Дню Вулканолога. Петропавловск-Камчатский: Институт Вулканологии и Сейсмологии ДВО РАН. 2015. С. 213-215.

14. Павлова В.Ю. Изучение геотермальных резервуаров с помощью геофизических исследований скважин (на примере камчатки) // Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы Материалы III Международной конференции «Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы». Вып.4. Махачкала. 2014. С. 154-158.