



МУҲАНДИС-ГЕОЛОГИК МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШДА ГЕОФИЗИК УСУЛЛАРНИ МАЖМУАЛАШ (ПИСТАЛИТОВ ТОҒОЛДИ ҲУДУДИ МИСОЛИДА)

Орипов Нозимжон Комилович,
“Геофизикавий тадқиқот усуллари” кафедраси магистранти,
Ўзбекистон Миллий университети,
E-mail: nozim.o.k92@mail.ru;

Закиров Азамат Шухратович,
техника фанлари номзоди,
Илғор технологиялар маркази Геофизика ва
наноминералогия лабораторияси катта илмий ходими,
E-mail: azamatzakirov@mail.ru

Аннотация. Бугунги кунда Ўзбекистонда “бино ва саноат иншоотлари қурилиши” соҳаси жадал ривожланиши натижасида замонавий иншоотлар қуриш учун янги майдонларга бўлган талаб йилдан-йилга ортиб бормоқда. Саноат иншоотлари учун кам аҳоли яшайдиган ва экологик тоза ҳудудлар танланиб, қурилиш сифатини яхшилаш ҳамда бино ва иншоотларнинг мустаҳкамлик даражасини ошириш мақсадида танлаб олинган майдонлар муфассал замонавий геофизик усуллар билан тадқиқ қилинмоқда. Шу муносабат билан ушбу мақола Писталитов тоғолди ҳудудида қурилиши мўлжалланган бино ва саноат иншоотларини лойиҳалаш ҳамда қуришда саёзчуқурлик геофизикасидан фойдаланган ҳолда ҳудуднинг геологик тузилиши ва геофизик хусусиятларини ўрганишга бағишланган. Тадқиқот майдонида сейсморазведканинг синган тўлқинлар ва электроразведканинг вертикал электр зондлаш каби муҳандис-геофизик усулларида фойдаланилди. Амалга оширилган геофизик ишлар натижасида синган тўлқинлар усули ёрдамида бўйлама ва кўндаланг тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги ҳисобланиб, муҳитнинг сейсмик хусусиятлари ҳамда вертикал электр зондлаш усули ёрдамида тўртламчи давр ётқизиқларининг қалинликлари ва тоғ жинсларининг солиштирма электр қаришиликлари аниқланди. Муаллифлар тадқиқот натижаларига кўра муҳитнинг тезлик моделлари, қайтарувчи чегаралар харитаси ва тадқиқот майдонининг геоэлектрик кесимларини қуришди. Юқоридаги ишлар натижасида олинган кўндаланг тўлқинлар тезлиги, ер қатламларининг зичликлари ҳамда ер ости сувларининг сатҳи каби геофизик маълумотлар Писталитов тоғолди ҳудудига қурилиши мўлжалланган бино ва саноат иншоотларини лойиҳалашда муҳим параметрлар сифатида қўлланилади.

Калит сўзлар: сейсморазведка, электроразведка, синган тўлқинлар усули, вертикал электр зондлаш, қайтарувчи чегара, солиштирма электр қаришилиқ.

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДГОРИЙ ПИСТАЛИТАУ)

Орипов Нозимжон Комилович,
магистрант кафедры “Методы геофизических исследований”
факультета геологии и геоинформационных систем
Национального университета Узбекистана;



Закиров Азамат Шухратович,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
лаборатории геофизики и наноминералогии
Центра передовых технологий при Министерстве
инновационного развития Республики Узбекистан

Аннотация. Сегодня в результате стремительного развития строительства зданий и промышленных объектов в новом Узбекистане потребность в новых площадках для создания современных объектов растет с каждым годом. Для промышленных объектов выбираются новые, малонаселенные и экологически чистые территории, а выбранные территории детально изучаются современными геофизическими методами с целью повышения качества строительства и уровня долговечности зданий и сооружений. В связи с этим статья посвящена изучению геологического строения, а также геофизических свойств с использованием малоглубинной геофизики при проектировании и строительстве зданий и промышленных сооружений в предгорьях Писталитау. В исследовании использованы инженерно-геофизические методы, такие как сейсморазведка – метод преломленных волн и электроразведка – вертикальное электрическое зондирование. При геофизических работах сейсмические свойства среды были определены по скоростям распространения продольных и поперечных волн методом преломленных волн, а мощность четвертичных отложений и удельное электрическое сопротивление пород определялись методом вертикального электрического зондирования. По результатам исследования авторами построены скоростные модели окружающей среды, карты отражающих границ и геоэлектрические разрезы. Полученные геофизические данные – скорость поперечных волн, плотность слоев грунта, уровень грунтовых вод – используются как важные параметры при проектировании зданий и промышленных сооружений в предгорьях Писталитау.

Ключевые слова: сейсморазведка, электроразведка, метод преломленных волн, вертикальное электрическое зондирование, отражающие границы, удельное электрическое сопротивление.

COMPLEXING OF GEOPHYSICAL METHODS FOR SOLVING ENGINEERING AND GEOLOGICAL PROBLEMS (ON THE EXAMPLE OF PISTALITAU FOOTHILLS)

Oripov Nozimjon Komilovich,
Master of the Department of Geophysical Research Methods,
Faculty of Geology and Geoinformation systems,
National University of Uzbekistan;

Zakirov Azamat Shuxratovich,
Candidate of Technical Sciences,
Center for Advanced Technologies laboratory
of Geophysics and Nanomineralogy,
Senior Researcher

Abstract. Today, the need for new sites for the construction of modern facilities is growing every year as a result of the rapid development of “construction of buildings and industrial facilities” in the new Uzbekistan. New, sparsely populated and ecologically clean territories are selected for industrial facilities, and the selected territories are studied in detail using modern geophysical methods to improve the quality of construction and increase the level of durability of buildings and structures. The following article is devoted to the study of the geological structure, as well as

geophysical properties using shallow geophysics in the design and construction of buildings and industrial structures that will be built in the foothills of the Pistalitau. The study used engineering and geophysical methods, such as seismic tomography - the method of refracted waves and electrical sounding - vertical electrical sounding. As a result of geophysical work, the seismic properties of the medium were determined from the velocities of propagation of primary and shear waves by the method of refracted waves, as well as the thickness of Quaternary deposits and the specific electrical resistivity of rocks were determined by the method of vertical electrical sounding. Based on the results of the study, the authors have constructed velocity models of the environment, maps of reflecting boundaries and geoelectric sections. Geophysical data obtained as a result of the above works - shear wave velocity, density of soil layers, groundwater level - are used as important parameters in the design of buildings and industrial structures in the foothills of Pistalitau.

Keywords: seismic tomography, electrical sounding, refracted wave method, vertical electrical sounding, reflective boundaries, electrical resistivity.

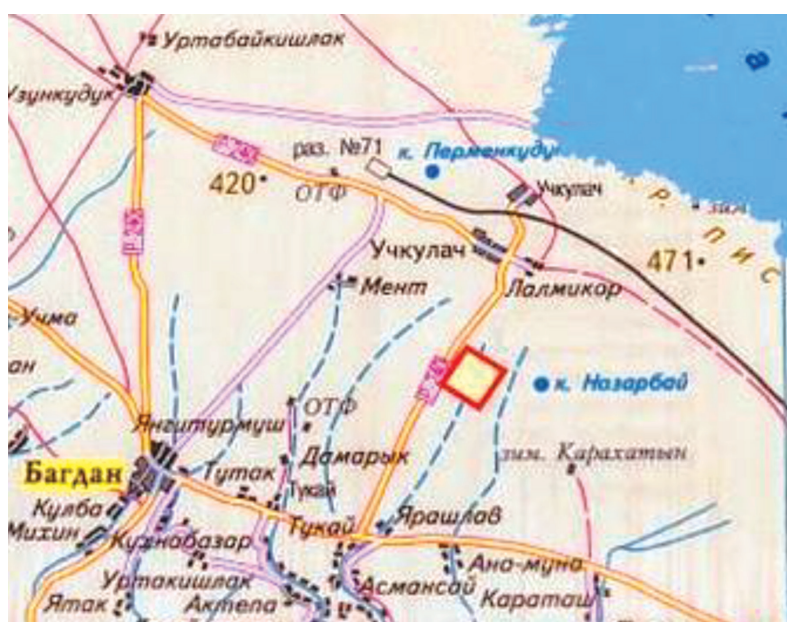
Кириш

Тадқиқотдан асосий мақсад Писталитов тоғолди ҳудудининг катта бўлмаган чуқурликларини сейсморазведканинг синган тўлқинлар ва электроразведканинг вертикал электр зондлаш каби геофизик усулларини қўллаган ҳолда ҳудуднинг геологик тузилишини ўрганиш ва майдондаги тоғ жинсларининг физик-механик хусусиятларини аниқлашдир.

Замонавий электроразведканинг ўзгармас ва ўзгарувчан электр токига асосланган қўллаб усуллари мавжуд. Ана шу усуллар орасида вертикал электр зондлаш (ВЭЗ) усули бошқаларига қараганда бирмунча фолроқ қўлланилади. Олинган маълумотлар

тоғ жинсларининг солиштирма электр қар-
шилиқларини аниқлаш имконини беради [1,
135-6].

Сейсморазведка усули, асосан, нефть ва газ соҳасида кенг қўлланилиб, улардан истиқболли структураларни қидириш, тадқиқ қилиш ва геологик кесимларни хариталашда фойдаланилади. Шунга қарамай ушбу усул секин-аста унча катта бўлмаган чуқурликларни тадқиқ қилишда ҳам қўлланила бошланди. Ҳозирда саёз-чуқурлик сейсморазведкаси муҳандислик ва геозкологик соҳаларда, кўмир ва маъдан қатламларини излаш билан боғлиқ турли вазифаларни ечишда ишлатилади [1, 135-6].



1-расм. Тадқиқот майдонининг маъмурий жойлашув схемаси



Тадқиқот олиб борилган майдонда сейсморазведканинг синган тўлқинлар усулини (МПВ) қўллаган ҳолда бўйлама (V_p) ва кўндаланг (V_s) тўлқинларнинг тарқалиш тезликларини аниқлаш орқали 30-50 м чуқурликкача бўлган муҳитнинг сейсмик хусусиятлари ўрганилди ва электроразведканинг вертикал электр зондлаш (ВЭЗ) усули орқали 50-150 м чуқурликкача бўлган тоғ жинсларининг солиштирма электр қаршиликлари аниқланди.

Тадқиқот майдони Ўзбекистон Республикаси Жиззах вилоятининг Фориш туманида жойлашган (1-расм). Фориш туманининг морфологияси хилма-хил бўлиб, пасттекислик, қир, адир ҳамда Нурота ва Пистали тоғ тизмаларидан иборат. Майдоннинг жануби-ғарбида Нурота тоғлари ва Қўйтош, Балик-литов, Писталитов, Етимтоғ тизмалари жойлашган.

Материал ва методлар

Вертикал электр зондлаш (ВЭЗ) усули тоғ жинслари солиштирма электр қаршиликларининг чуқурлик бўйича ўзгаришини ўрганишга асосланган. Одатда, ишлар тўрт электродли симметрик мослама ёрдамида ўтказилади. Уларнинг иккитаси таъминловчи (А ва В) ва қолган иккитаси қабул қилувчи (М ва N) электродлар ҳисобланади.

Тадқиқот ишлари давомида электроразведканинг тўрт электродли “Winner-Schlumberger” жойлашув тури қўлланилди. Бунда А ва В таъминловчи электродлар орқали муҳитга ток юборилди ва унинг ток кучи (I) ўлчанди. М ва N қабул қилувчи электродлар ёрдамида эса потенциаллар айирмаси (ΔU) аниқланди. Сўнгра туюлувчи қаршилиқ (ρ_k) қиймати қуйида келтирилган формула орқали ҳисобланди [2, 744-6]:

$$\rho_k = k \frac{\Delta U}{I}, \text{ бу ерда, } k = \frac{\pi \cdot AM \cdot AN}{10MN}.$$

Бундан кейин таъминловчи электродлар орасидаги масофа кетма-кет ошириб борилади ва ҳар бир ҳолат учун туюлувчи қаршилиқ (ρ_k) қиймати аниқланади.

ВЭЗ дала ишларини ўтказишда Италиянинг МАЕ С313-SEV русумли қурилмасидан фойдаланилди [3].

Тадқиқот майдони ўлчамлари 2x2 км бўлган тўртбурчакни ташкил этади. Майдонда 4 та профил бўйича ВЭЗ ўлчовлари ўтказилди.

Параллел 3 та профиллар бир-биридан 1000 м узоқликда жойлаштирилди ва ҳар бирининг узунлиги 2000 м ни ташкил этди. Ҳар бир профилда 41 тадан физик нуқта жойлашган бўлиб, улар орасидаги масофа 50 м ни ташкил этади. АВ/2 масофа эса 150 м гача узайтирилиб борилди. Умумий физик нуқталар сони 123 тага етди.

Тўртинчи, узунлиги 2000 метрлик профил юқоридаги 3 та профилларга нисбатан кўндаланг жойлаштирилди. Бу профилдаги физик нуқталар сони ва улар орасидаги масофа бошқа профиллардаги каби ўзгармади. АВ/2 масофа эса 500 метргача узайтириб борилди.

Синган тўлқинлар усули (МПВ). Дала ишларини олиб боришдан мақсад қатлам чегаралари конфигурацияси ҳақида маълумотлар олиш ва муҳитнинг чуқурлик бўйича тезлик моделини қуришдир. Сейсмограммада синган тўлқинлар тўлиқ кузатилиши учун профил узунлигини етарлича узайтириш керак. Синган тўлқинларнинг биринчи чегарадан ер юзасига чиқиш масофаси қуйидаги тенглама билан аниқланади [4, 336-6; 5, 441-6]:

$$x_n = 2h \cdot \operatorname{tg}(i)$$

бу ерда x_n – синган тўлқиннинг ер юзасига-ча бўлган чиқиш масофаси;

h – қалинлик;

i – критик тушиш бурчаги.

Бўйлама ва кўндаланг тўлқинларни қайд этиш учун сейсморазведканинг (МПВ) усули ҳам белгиланган 2x2 км бўлган майдонда бажарилди.

Бир сейсмик жойлашувда сейсмоприёмниклар (ПП) сони 48 тани, улар орасидаги масофа 2 метрни ва қўзғатиш пунктлари (ПВ) сони 7 тани ташкил этди. Қўзғатиш пунктлари (ПВ) сейсмик касаларнинг ҳар икки қанотида, иккита қадам билан 46 ва 48 м узоқликда белгилаб олинди.

Сейсмик тўлқинларни ҳосил қилиш манбаи сифатида оғирлиги 8 кг бўлган қувалдан фойдаланилди. Сейсмик ёзувлар станциянинг қаттиқ дискида сақланди. Сейсморазведка (МПВ) тадқиқотлари ҳар бирининг



узунлиги 2000 м бўлган 5 та кўндаланг профил ва битта бўйлама профил бўйича олиб борилди.

Ҳар бир профил 21 та сейсмик жойлашувдан (ст.) иборат. Умумий ҳисобда 6 та профилда сейсмик жойлашувлар сони 126 тани ва қўзғатиш пунктлари (ПВ) сони 882 тани ташкил этди.

Умумий физик кузатувлар (ф.н.) сони бўйлама (Р) ва кўндаланг (S) тўлқинларни қайд этиш учун ҳар бири 882 тадан, жами бўлиб 1764 тага етди.

Ўлчов қурилмаси сифатида 48 каналли рақамли МАЕ Х610-S (Италия) сейсмик тизимидан фойдаланилди [6].

Тадқиқот натижалари

Майдонда ВЭЗ бўйича II профил сейсморазведканинг VI профили билан мос тушади. Шунинг учун мана шу икки усул профиллари маълумотлари бўйича мажмуалаш ишлари амалга оширилди.

Тадқиқот давомида олинган ВЭЗ дала маълумотларининг миқдорий таҳлили қайта ишловчи IPI2Win компьютер дастуридан фойдаланган ҳолда олиб борилди.

ВЭЗнинг I, II, III профиллари жануби-шарқдан шимоли-ғарб томон, кўндаланг IV профили эса жануби-ғарбдан шимоли-шарқ томон йўналган.

II профил геоэлектрик кесимида 4 та қатлам ажратилади (2-расм, Б).

Биринчи қатламнинг ўртача қаршилик қийматлари 432 Ом·м.га тенг. Қаршилик қийматларига кўра, биринчи қатламда ётувчи тоғ жинслари гравий ва дресвалар учрайдиган шағалли тупроқдан ташкил топган. Қатлам қалинлиги 1,75 дан 6,97 м гача бўлган чегарада ўзгаради. Қатламнинг ўртача қалинлиги 3,5 м ни ташкил этади.

Иккинчи қатламнинг ўртача қаршилик қийматлари 155 Ом·м га тенг. Қаршилик қийматларига кўра, иккинчи қатламни ташкил этувчи тоғ жинслари шағал ва гравийлар учрайдиган дресвадан ташкил топган. Қатлам қалинлиги 5,71 дан 25,2 м гача бўлган чегарада ўзгаради. Қатламнинг ўртача қалинлиги 14 м ни ташкил этади. Қаршиликнинг пасайиши, эҳтимол, ушбу қатламнинг юқори қисмига туташган ер ости сув-

ларининг сатҳи мавжудлиги билан боғлиқ бўлиши мумкин.

Учинчи қатламнинг ўртача қаршилик қийматлари 78 Ом·м га тенг. Қаршилик қийматлари бўйича учинчи қатламни ташкил қилувчи тоғ жинслари таркибида суглинкали қатламчалар учрайди ҳамда шағал ва гравийлардан иборат бўлган дресвага мос келади. Қатлам қалинлиги 102 м дан 142 м гача бўлган чегарада ўзгаради. Қатламнинг ўртача қалинлиги 123 м ни ташкил этади.

Тўртинчи қатламнинг ўртача қаршилик қийматлари 3111 Ом·м га тенг. Қаршилик қийматлари бўйича тўртинчи қатламни ташкил этувчи тоғ жинслари оҳактошлар билан боғлиқ. Қатламнинг қуйи чегараси аниқланмаган.

Сейсморазведканинг синган тўлқинлар усули (МПВ) сейсмик ёзувлари Rayfract компьютер дастури ёрдамида қайта ишланди. Қайта ишлаш жараёнида ҳар бир профил учун годографлар қурилди, сейсмик тўлқинларнинг тезлиги ва тоғ жинсларининг эластиклик хоссалари аниқланди [7, 56-60-б.; 8, 1314-1323-б.].

Сейсморазведканинг I, II, III, IV, V профиллари шимоли-шарқдан жануби-ғарб томон, VI профили эса шимоли-ғарбдан жануби-шарқ томон йўналган.

VI профилнинг сейсмик кесимида бўйлама тўлқинлар бўйича биринчи қайтарувчи чегара ер юзасидан 3,8 дан 31 м гача бўлган чуқурликда ажратилади. Чегаранинг ётиш чуқурлиги ўртача 14,6 м ни ташкил этади. Иккинчи қайтарувчи чегара 25 дан 75,6 м гача бўлган чуқурликда ажратилади. Чегара ётиш чуқурлиги ер юзасидан ўртача 56,6 м ни ташкил этади. Ўртача қалинлик мос равишда 14,6 ва 42 м. Олинган тезлик моделларида бўйлама ва кўндаланг тўлқин тезликларининг чуқурлик бўйича ортиши кузатилади (2-расм, А. 3-расм, А).

Биринчи қатламдан бўйлама тўлқинларнинг ўтиш тезлиги 1012 м/сек., иккинчи қатламда 1315 м/сек, учинчи қатламда 2737 м/сек.ни ташкил этади. Кўндаланг тўлқинларнинг ўтиш тезлиги эса мос равишда биринчи қатламда 358 м/сек., иккинчи қатламда 657 м/сек., учинчи қатламда эса 817 м/сек.

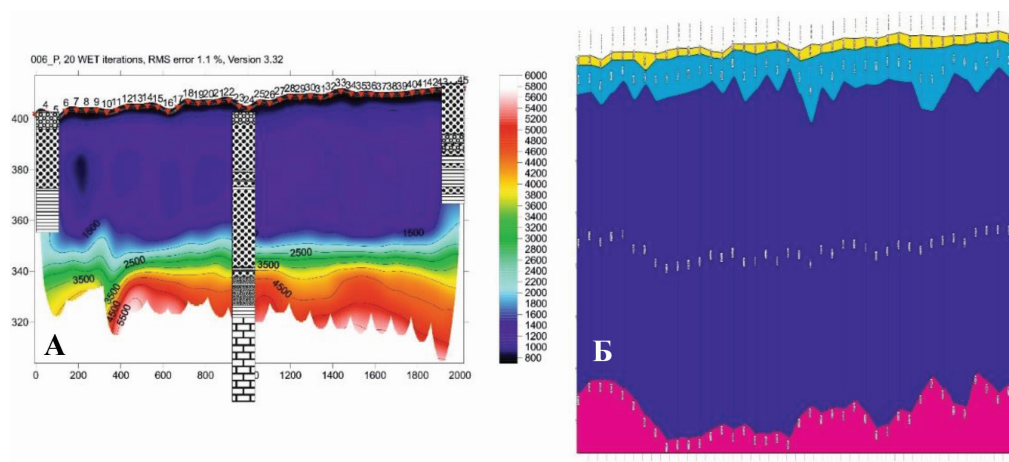


Тадқиқот натижалари таҳлили

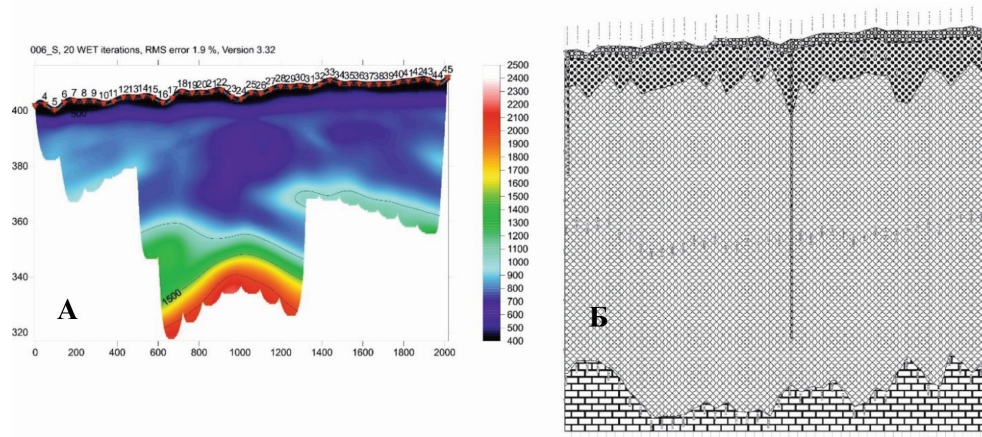
Турли хил физик майдонларни ўрганишга асосланган усулларни мажмуалаш ўрганилаётган объектнинг тузилиши ва физик хусусиятлари тўғрисида катта ҳажмдаги маълумотларни олиш имконини беради [9, 190-б.]. Майдонда дала ишларини олиб бориш усулига асосланиб, мос тушувчи икки: сейсморазведканинг VI профили ва электроразведканинг II профили маълумотлари бўйича мажмуалаш ишлари амалга оширилди (2- ва 3-расмлар).

Мажмуалаш маълумотларига кўра, геофизик тадқиқотлар натижалари асосида қурилган кесимлардаги чегаралар конфигурацияси ўхшаш хусусиятларга эга эканлигини кўриш мумкин.

Мажмуалаш ишлари амалга оширилган маълумотларда бўйлама ва кўндаланг тўлқинлар паст тезлик билан солиштирма, электр қаршилиги эса юқори қиймат билан тавсифланиб, қатлам юзаси яхши ажратилди [10, 479-б.].



2-расм. Мажмуалаш кесимлари. МПВ VI профилининг маълумотлари асосида бўйлама тўлқинлар бўйича муҳитнинг тезлик модели (А) ва ВЭЗ II профилининг геоэлектрик кесими (Б)



3-расм. Мажмуалаш кесимлари. МПВ VI профилининг маълумотлари асосида кўндаланг тўлқинлар бўйича муҳитнинг тезлик модели (А) ва ВЭЗ II профилининг муҳандис-геофизик кесими (Б)

Ер ости сувлари сатҳи 8-11 м чуқурликда яхши ажралиб, кўндаланг тўлқинларнинг тезлик моделида кўринмаган чегаралар

каби ва геоэлектрик кесимда солиштирма электр қаршилик қийматларининг пастлиги билан кузатилди. Чуқурроқдаги чега-



раларнинг сувга буткул тўйинганлиги сабабли геоэлектрик кесимларда қаршилиқ қийматлари паст қатлам бўлиб ажратилади. Тезлик кесимларида бўйлама ва кўндаланг тўлқинлар тезлигининг кескин ортиши қайтарувчи чегаралар ажратилиши ва мос равишда тоғ жинслари зичлигининг ортиши билан ифодаланади. Бундан ташқари, геоэлектрик кесимда қаршилиқлари юқори бўлган қоя жинслари 120 м чуқурликда қузатилди.

Хулоса

Тадқиқот майдонининг 30-50 м чуқурликкача бўлган қисмини детал ўрганиш мақсадида 4 та профил бўйича электроразведка ишлари ва 6 та профил бўйича сейсморазведка ишлари ўтказилди.

Амалга оширилган геофизик ишлар натижасида электроразведканинг ВЭЗ усули ёрдамида тўртламчи давр ётқизиқларининг қалинлиги ва тоғ жинсларининг солиштирма электр қаршилиқлари аниқланди. Сейсморазведканинг синган тўлқинлар усули ёрдамида эса бўйлама ва кўндаланг тўлқинларнинг тарқалиш тезликлари ҳисобланиб, бу орқали муҳитнинг сейсмик хусусиятлари белгиланди.

Тадқиқотлар натижасида олинган кўндаланг тўлқинлар тезлиги, ер қатламларининг зичликлари, ер ости сувларининг сатҳи каби геофизик маълумотлар келгусида ушбу майдонда қурилиши мўлжалланган бино ва иншоотларни лойиҳалашда муҳим параметрлар сифатида қўлланилади.

References

1. Sergeev K.S. Kompleksirovanie seysmorazvedki i elektrotomografii v maloglubinnoj geofizike. [Integration of seismic survey and electrical tomography in shallow geophysics]. Moscow, 2018, 135 p.
2. Yakubovskij Y.V., Renard I.V. Elektrorazvedka. [Electrical exploration]. Moscow, Izd-vo NEDRA, 1991.
3. Yilmaz Ö. Seismic Data Analysis. Investigations in Geophysics No.10, Tulsa, 2001, vol. 1, 1000 p., vol. 2, 1000 p.
4. Boganik G.N., Gurvich I.I. Seysmorazvedka: Uchebnoe posobie dlya vuzov. [Seismic survey: A Study Guide for High Schools]. Izd-vo AIS, Tver, 2006, 744 p.
5. Agzamov A.A., Radjabov Sh.S., Atabayev D.X., Tulanov A. Geofizik qidiruv usullari: OTM uchun o'quv qo'llanma. [Geophysical search methods: A Study Guide for High Schools]. Tashkent, 2007, 55 p.
6. Bondarenko V.M., Viktorov G.G., Demin N.V. i dr. Novie metodi injenernoj. [New methods of engineering geophysics]. Moscow, Izd-vo NEDRA, 1983, 224 p.
7. User Handbook "MAE C313-SEV": <https://manualzz.com/doc/48516671/c313sev>
8. Nomokonova V.P. Seysmorazvedka: Spravochnik geofizika v 2-x knigax. [Seismic survey: Geophysicist's handbook in 2 books]. Moscow, Izd-vo NEDRA, 1990, 336 p.
9. Karapetov G.A., Belousov A.V. Praktikum po geometricheskom seysmike: Uchebnoe posobie dlya vuzov. [Workshop on Geometric Seismic: A Study Guide for High Schools]. Izdatel'skiy centr RGU nefti i gaza I.M. Gubkina, 2015, 190 p.
10. Gerard T. Schuster and Aksel Quintus-Bosz. Wavepath eikonal travelttime inversion: Theory. GEOPHYSICS, vol. 58, Issue 9, Sep 1993. 1314-1323 p.
11. User Handbook "MAE X610-S": <https://www.mae-srl.it/it>
12. Shevnin V.A., Bobachev A.A. 2D inversiya dannix, poluchennix po obichnoy 1D texnologii VEZ. [2D inversion of data obtained using conventional 1D VES technology]. Elektronnij jurnal Georazrez, no 3, pp. 1-13.



13. Romanov V.V. Primenenie amplitudnix grafikov pri obrabotke i interpretatsii dannix metoda prelomlennix voln dlya resheniya zadach injenernoj geologii. [The use of amplitude plots in the processing and interpretation of the refracted wave method data for solving problems of engineering geology]. Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka, 2012, no 4, pp. 56-60.
14. Allen W. Hathewax and F. Beach Leighton. Trenching as an exploratory method. Geological Society of America Eviews in Engineering Geology, 1978, vol. IV, pp. I69-I96.
15. Vaxrameev G.S. Osnovi metodologii kompleksirovaniya geofizicheskix issledovaniy pri poiskax rudnix mestorozhdeniy. [Fundamentals of the methodology for the integration of geophysical research in the search for ore deposits]. Moscow, Izd-vo NEDRA, 1978.
16. Mark E. Everett. Near-Surface Applied Geophysics. Cambridge university press, 2013, 441 p.
17. Tarxov A.G., Bondarenko V.M., Nikitin A.A. Kompleksirovanie geofizicheskix metodov: Uchebnoe posobie dlya vuzov. [Integration of geophysical methods: A Study Guide for High Schools]. Moscow, Izd-vo NEDRA, 1982, 296 p.
18. Dzeval'skij Y., Komarov I.S., Molokov L.A., Reyter F. Injenerno-geologicheskie issledovaniya pri gidrotexnicheskom stroitel'stve. [Engineering and geological research in hydraulic engineering]. Moscow, Izd-vo NEDRA, 1981, 352 p.
19. Sergeev Y.M., Golodkovskaya G.A., Ziangirov R.S., Osipov V.I., Trofimov V.T. Pod red. Y.M. Sergeeva. Gruntovedenie. [Soil science]. Moscow, Izd-vo MGU, 1983, 392 p.
20. Voskresenskiy Y.N. Polevaya geofizika: Uchebnoe posobie dlya vuzov. [Field Geophysics: A Study Guide for High Schools]. Moscow, Izd-vo NEDRA, 2010, 479 p.

Тақризчи: Хусанбаев Д.Д., Ўзбекистон Миллий Университети, Геология ва геоинформацион тизимлар факультети, Геофизикавий тадқиқот усуллари кафедраси доценти в.б.