

ARXEOLOGIK YODGORLIKLARNI ANIQLASH VA TADQIQ ETISHDA ZAMONAVIY TEXNALOGIYALARNING O‘RNI

Asqarov Abdulatif

O‘zbekiston milliy universiteti 2-bosqich magistranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19880593>

Annotatsiya: Ushbu maqolada arxeologik tadqiqotlarda zamonaviy texnologiyalarning o‘rni, xususan, 3D modellashtirish va geofizik qidiruv usullarining samaradorligi tahlil qilingan. Tadqiqot davomida O‘zbekiston hududidagi Qizlartepa, Afrosiyob, Toshbuloq va Tuyabo‘yintepa kabi yodgorliklarda GPR (georadar) qurilmasi yordamida olingan natijalar ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, arxeologik topilmalarni saqlash va virtual rekonstruksiya qilishda 3D dasturlarning ahamiyati hamda magnitometriya usulining afzalliklari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Arxeologiya, GPR (georadar), 3D modellashtirish, geofizika, artefakt, magnitometriya, raqamlashtirish, rekonstruksiya, madaniy qatlam, O‘zbekiston arxeologiyasi.

Аннотация: В данной статье анализируется роль современных технологий в археологических исследованиях, в частности, эффективность методов 3D-моделирования и геофизической разведки. Рассматриваются результаты, полученные с помощью GPR (георадара) на таких памятниках Узбекистана, как Кизлартепе, Афрасиаб, Ташбулак и Туябуйинтепа. Также освещается значение 3D-программ в сохранении и виртуальной реконструкции археологических находок, а также преимущества метода магнитометрии.

Ключевые слова: Археология, GPR (георадар), 3D-моделирование, геофизика, артефакт, магнитометрия, цифровизация, реконструкция, культурный слой, археология Узбекистана

Abstract: This article analyzes the role of modern technologies in archaeological research, specifically focusing on the effectiveness of 3D modeling and geophysical prospecting methods. The study examines results obtained using GPR (Ground Penetrating Radar) at key Uzbek sites such as Kizlartepa, Afrosiyob, Toshbuloq, and Tuyabuyintepa. Additionally, the significance of 3D software in the preservation and virtual reconstruction of archaeological finds, as well as the advantages of magnetometry in identifying subsurface features, are discussed.

Keywords: Archaeology, GPR (Ground Penetrating Radar), 3D modeling, geophysics, artifact, magnetometry, digitalization, reconstruction, cultural layer, archaeology of Uzbekistan.

Kirish. Tariximizni yoritishda muhim manba sanaluvchi moddiy manbalar arxeolog olimlar tomonidan arxeologik tadqiqotlar, izlanishlar natijasida qo‘lga kiritilishi bizga ma‘lumdir. Arxeolog olimlarimiz o‘z tadqiqotlari jarayonida ko‘plab nodir ashyo va buyumlarni izlab topishadi. Topilgan ashyo, buyumlar o‘rganilib, tahlil qilinib davriylashtiriladi va ma‘lumotlar yozma tarzda shakllantiriladi. Topilmalarni kelajak avlodga etkazish maqsadida restavratsiya, konservatsiya, rekonstruksiya ishlari amalga oshiriladi, hamda ma‘lumotlar raqamlashtiriladi. Yuqoridagi jarayonlarni amalga oshirishda zamonaviy texnika, texnologiya va dasturlarning o‘rnini allaqachon arxeologlarimiz anglagan holda zamon bilan hamnafas harakat qilib kelmoqda. Arxeologik tadqiqotlarni olib borish jarayonida ham ko‘plab zamonaviy asbob uskunalar qo‘llanilib kelmoqda.

Tadqiqot natijalarini izohlashda esa eng zamonaviy kompyuter dasturlari imkoniyatlaridan samarali foydalanib kelishmoqda. Xususan, kompyuter dasturlari arxeologiya sohasida qo'llanguncha bo'lgan davrda izlanishlar davomida topilgan ashyolarni asl holda kelajak avlod o'rganishi uchun saqlab qolish muammosi mavjud edi. Bundan tashqari noyob topilmalarni ommaviy tarzda xalqaro darajada namoyish etish ham qiyin edi. Hozirgi kunga kelib esa ilm-fanda texnika texnologiyaning jadal tarzda rivojlanishi natijasida arxeologiyada yana qo'shimcha fanlar bilan aloqa doirasi vujudga keldi. Xususan, arxeologik tadqiqotlarni yoritishda kompyuter dasturlari, ayniqsa 3D modellashtirish dasturlari o'z o'rniga ega bo'lib oldi. 3D dasturlar arxeologik topilmalarni virtual holda, asl ko'rinishda keng ommaga etkazish, hamda taqdim etishda asosiy vazifani amalga oshiradi. 3D dasturlar asosida 3D modellashtirishning eng asosiy yutug'i har qanday arxeologik topilmani asl holda, 100% lik ishonchli tarzda taqdim etadi. Ya'ni, 3D modellashtirish jarayonida topilmaning o'lchamlari 100% aniqlikda ishlanadi. Bu esa nodir topilmalarni tabiiy va sun'iy zararlanishdan saqlagan holda kelajak avlodga etkazib beradi, virtual holda. Shu joyda 3D modellashtirish haqida so'z yuritsam. 3D modellashtirish - uch o'lchovli grafikani hosil qilishning dastlabki bosqichlaridan biri hisoblanadi. Uch o'lchovli modellashtirish tushunchasi kompyuterda obyektlarning uch o'lchovli modellarini yaratishni anglatadi¹. Topilmalarning 3D modellarini yaratishda 3D kompyuter grafikasi dasturlari sinfiga kiruvchi dasturlardan foydalaniladi.

3D modellashtiruvchi eng keng tarqalgan dasturiy ta'minotlarga Autodesk kompaniyasining "3Ds Max" hamda "Maya" kompyuter dasturlarini misol qilish mumkin. Bu dasturiy ta'minotlarning imkoniyatlari juda keng bo'lib, ular orqali istalgan 3D modellarni ishlab chiqish mumkin. Chunonchi, ushbu dasturlar yordamida har qanday tur, ko'rinish, o'lchamdagi arxeologik topilmani 3D modelini yaratish mumkin. 3D modellashtiruvchi dasturlar yordamida topilmaning virtual modeli yaratiladi va talabga qarab real holatdagi nusxasi ham yasaladi, 3D bosma uskunasi yordamida. Virtual modelni ham har tomonlama ko'rib o'rganishimiz mumkin. Ya'ni, topilmaning 3D modelini ichki-tashqi va pastki-ustki qismini bemalol ko'rishimiz mumkin. Ayniqsa, 3D dasturlar orqali arxeologik tadqiqotlar asosida o'lchamlari mavjud, hozirgi kunga kelib esa butkul yo'q bo'lib ketgan yodgorliklarni 3D modellashtirish juda samarali metod hisoblanadi. Chunki, butkul yo'q bo'lib ketgan yodgorlik haqidagi yozma manbalar orqali omma e'tiborini jalb qilib bo'lmaydi, ya'nikim saqlanib qolmagan yodgorlikni tasavvur etish mushkul sanaladi. 3D modellashtirish asosida esa yo'q bo'lib ketgan yodgorlikning virtual modelini yaratish, ayniqsa vizual tarixi yoritilgan video roligini tayyorlash orqali to'liq tasavvurga ega bo'lish mumkin.

Jahon miqyosida arxeologik yodgorliklarni tadqiq etishda zamonaviy texnologiyalardan keng ko'lamda foydalanib kelinmoqda. Jumladan GPR qurilmasi ham. Ushbu qurilma XX asrning 60-yillarda birinchi marta kashf qilingan. Ba'zi bir sabablar tufayli ushbu davrda keng ko'lamda ommalashmadi. Ammo keyinchalik GPR ning ko'p tarmoqli sohalarda qo'llash mumkinligini bilgan tadqiqotchilar qurilmani xavfsiz ishlatish usullarini ishlab chiqish ustida ishlay boshladi. Ma'lumki, GPR qurilmasi er qariga elektromagnit to'lqinlar yuborish va qabul qilib olish orqali ko'pqatlamli er osti qatlamlarini o'rganishda samarali natija beradi. Yer qarini o'rganuvchi radar (GPR) - vaqtga bog'liq bo'lgan elektromagnit texnika bo'lib, u er ostining yuqori aniqlikka ega 2D yoki 3D formatda radar tasvirlarini taqdim etish qobiliyatiga ega. Ushbu geofizik usul so'nggi 30 yil ichida birinchi navbatda erning sayoz er osti qatlamini, qurilish materiallarini va yo'llar hamda ko'priklar kabi infratuzilmani o'rganish uchun ishlab chiqilgan. Keyinchalik

boshqa sohalarda, xususan, arxeologiya sohasida ham keng ko'lamda qo'llanilib er qarida joylashgan artefaktlarga zarar bermagan holatda ochib o'rganish imkoniyatini yaratgan, bu bilan arxeolog tadqiqotchilar ishini osonlashtirib kelmoqda. GPR er ostida ko'milgan obyektlarning joylashishini aniqlash uchun elektromagnit to'lqinlarni tarqatish prinsipidan foydalanadi va 10 MGts va 3 GGts chastota diapazonida ishlaydi (Alex Alonso-Díaz , Josué CasadoRabasco , Mercedes Solla and Susana Lagüela. 2023).). Albatta georadar markalari juda ham ko'p. Ular turli sohalarda qo'llanib kelinmoqda (harbiy maqsadda, yo'l qurilishida va arxeologiya sohasida). Asosan arxeologiya sohasida qo'llanadigan markalar quyidagilarni aytish joizdair. Jumladan: Opera Duo, Noggin 500, LMX 200, EKKO projekt kabilar.

Vatanimiz hududida ham zamonaviy texnologiyalar arxeologiya sohasida keng ommalashmoqda. Xususan Jizzax viloyati hududida joylashgan Toshbuloq arxeologik yodgorligida 2015- 2016-yillarda O'zbek-Amerika arxeologik otryadi tomonidan dastlabki geofizik tadqiqotlar amalga oshirildi.

Bundan tashqari Koreya madaniy meros fondi a'zolari bilan birgalikda o'tkazilgan seminar darslar davomida Samarqand shahri hududida joylashgan Qizlartepa yodgorligida 2023-yilda GPR qurilmasi yordami bilan yodgorlikning markaziy ark qismida va aeroportning shimol tomonida geofizik tadqiqot ishlari amalga oshirildi. Olingan natijalarga ko'ra yodgorlikning yuqori qismida sariq va qizil rangdagi belgilarni ko'rish mumkin. Bu ranglarning paydo bo'lish sabablari mazkur o'rganilgan hududning er qarida metall, tosh, pishgan g'isht yoki qattiq devor qoldiqlarining mavjudligidan dalolat beradi. Qizlartepa yodgorligida olib borilgan tekshiruv ishlarining bergan xulosasiga ko'ra, ark qismida devor o'rnolari borligini taxmin qilish imkonini beradi. Keyingi yillarda Qizlartepa yodgorligida olib borilgan qazishma ishlariga ko'ra, haqiqatdan ham bu erda turarjoy bino qoldiqlari mavjudligi isbotlanmoqda.

Shuningdek Afrosiyob yodgorligining g'arbiy mudofaa devori yaqinida 2019-21 yillar davomida qazuv ishlari olib borilayotgan hududning sharqiy qismida 2022-yilda GPR yordamida 50x150 m maydon skaner qilindi. Olingan natijalarga ko'ra, tadqiq qilingan maydonda anomallik o'zgarishlar mavjudligi tahlillar natijasida aniqlandi. Bu erdan olingan natijalarga asoslanib 2023-yilda mazkur hududda 10x10 hajmli maydonda qazuv ishlari amalga oshirildi. Qazuv natijalariga ko'ra, bu erda juda kuchli zich qatlamlar mavjudligi aniqlandi.

Samarqand viloyati Urgut tumani Quldortepa yodgorligining shimoliy qismida joylashgan tepalikda 2023-yilda olib borilgan arxeologik qazishma ishlari davomida ham GPR qurilmasi yordamida tadqiq qilindi. Olingan natijalarga ko'ra, er sathidan 45-50 sm pastda rangi sariq bo'lib ko'ringan qatlam borligi ko'rinadi. Qazishma ishlari natijasida ushbu o'rganilgan maydonda devor qoldiqlari mavjudligi aniqlandi.

Samarqand viloyati Urgut tumani Qo'rg'ontepa yodgorligida ham geofizik tadqiqotlar amalga oshirildi. Tepalikning Shimoliy qismida olib borilgan izlanishlar natijasida bu erda 38-40 sm da shimoliy-sharqiy va shimoli-g'arbiy hududlarda devor bor degan taxminni ilgari surish imkonini beruvchi natijalar aniqladi.

Samarqand viloyati Urgut tumani Kofirqal'a yodgorligining g'arbiy qismida joylashgan ekin maydonlariga yaqin hudud tikan bosgan er maydonida ham GPR qurilmasi yordamida tadqiq qilindi. Olingan natijalarning xulosasiga ko'ra erning 30-35 sm chuqurlikda qandaydir noaniq zich qatlamlar mavjudligi aniqlandi.

Samarqand viloyati Tayloq tumani hududida joylashgan Navzalitepa yodgorligida ham GPR apparati yordamida er qatlamlari tekshirib ko`rildi. Olingan natijalarining xulosasiga ko`ra Navzalitepa yodgorligining 20 sm er ostida qattiq qatlamlar borligi ko`rinadi. Ushbu natijalarga aniqlik kiritish uchun ushbu hududda arxeologik qazishma ishlari olib borish va er qarida qanday qatlam borligiga aniqliklar kiritish maqsadga muvofiq.

Samarqand viloyati Nurobod tumanining Sazag'on qishlog'i hududida joylashgan yoqilg'i quyish shoxobchasining sharqiy tomonida joylashgan katta mozorqo'rg'onda ham GPR qurilmasi yordamida geofizik tadqiqotlar ishlari Koreya madaniy meros fondining seminar darslari davomida olib borildi.

Samarqand viloyati Nurobod tumani Chorvador MFY Xazormalik qishlog'ini g'arbiy tomonidagi hududlarda arxeologik nazorat va Geofizik tadqiqotlar olib borish maqsadida bu hududda joylashgan 7 ta maydon qabrlar o`rni deya taxmin qilinmoqda va bu nuqtalarda GPR qurilmasi yordamida skaner qilindi. Olingan GPR qurilmasi xulosalariga ko`ra belgilangan 7 ta tepalik o`rnida hech qanday madaniy qatlam yuq degan xulosaga kelindi. Arxeologik qazishma ishlari olib borilib bu GPR bergan xulosa to`g`ri ekanligiga aniqlik kiritildi .

Andijon viloyati Baliqchi tumani O`rmonbek MFY hududida joylashgan Tuyabo`yintepa yodgorligida olib borilgan GPR qurilmasi yordamida ushbu tepalik maydon skaner qilindi. Olingan GPR xulosalariga ko`ra, quyidagicha xulosa qilish mumkin. Mazkur hududda amalga oshirilgan geofizik tadqiqotlar ishlari davomida GPR Slice dasturi yordamida birorta ham madaniy qatlam yoki tarixiy ahamiyatga ega inshoot qoldiqlari qayd etilmadi (rasm 8). (Abdullaev B., Imomov A., Rasulov I. 2024) Magnitometriya usulining arxeologiyadagi ahamiyati Magnitometrli razvedka ko'milgan arxeologik qoldiqlarni aniqlashning eng sezgir, eng tezkor va arzon qidiruv usuli hisoblanadi. Shunga qaramay, mustahkam arxeo-geofizik talqin qilish uchun binolar, yo'llar, to'siqlar, zamonaviy quvurlar va boshqalar kabi har qanday zamonaviy va texnik buzilishlardan xoli bo'lgan juda katta maydonlarda olib boriladi. Usul inson faoliyati natijasida yuzaga kelgan tabiiy erning magnit maydonidagi o'zgarishlardan foydalanadi. Demak, masalan. turar-joy chuqurlarida yoki qayta to'ldirilgan ariqlarda organik moddalarning parchalanishi natijasida magnit minerallarning to'planishi mavjud bo'lgan magnit-taktik bakteriyalar asosida ishlaydi. Kuchli magnit anomaliya, shuningdek, olov ta'sirida ham paydo bo'lishi mumkin. Materialni magniti uchun Kyuri nuqtasi deb ataladigan 570°C dan yuqori qizdirish orqali bir nechta temir oksidi minerallari maggemit yoki magnetitga aylanadi va bir necha yuz Nanotesla oralig'ida anomaliyalarni hosil qiladi.– Yer osti qatlamlarida ohaktosh devorlari mavjud bo'lganda, magnit anomaliya odatda salbiy bo'ladi, chunki buzilmagan tuproq bilan solishtirganda magnit bo'lmagan ohaktosh mahalliy magnit maydonni zaiflashtiradi. Yuqorida ko'rsatilganidek, magnitometriya deyarli har bir arxeologik obyekt uchun mos keladi, chunki ariqlar va turar-joy chuqurlari, shuningdek, tosh poydevorlar tuproqdagi magnit jihatdan qarama-qarshi minerallar bilan xaritada ko'rsatilishi mumkin. Demak, magnitometriya eng ko'p qo'llaniladigan geofizik usuldir GPR qurilmasi yordamida olib borilgan geofizik tadqiqot maydonlarida arxeologik qazishma ishlari amalga oshirildi. Qazishma ishlari bilan geofizik izlanishlar solishtirilib ijobiy xulosalar olindi. GPR qurilmasi erdagi ko`p qatlamli maydonlarni va yodgorliklarni zarar bermasdan aniqlash ochish imkonini beradi. GPR apparati nafaqat qadimgi turarjoy binolari qoldiqlarini aniqlashda qabr qo'rg'onlarning 4 m gacha bo'lgan chuqurlikdagi er osti qatlamlarini o`rganish imkonini beradi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Abdullaev B., Imomov A., Rasulov I. Andijon viloyati Baliqchi tumani O'rmonbek MFY hududidagi Tuyabo'yintepaligida olib borilgan dala tadqiqot ishlari bo'yicha hisobot. – Samarqand, 2024.
2. Alonso-Díaz A., Casado-Rabasco J., Solla M., Lagüela S. Using InSAR and GPR Techniques to Detect Subsidence: Application to the Coastal Area of “A Xunqueira” (NW Spain). – Spain, 2023.
3. Linck R., Stele A., Fassbinder J. W. E. Mapping Buried Archaeology: Experiences of More than Four Decades of Archaeological Prospection in Bavaria. – Bavaria, 2024.
4. Maqsudov F. A. Toshbuloq yodgorligida O'zbek-Amerika arxeologik otryadi tomonidan olib borilgan tadqiqotlar. – Samarqand, 2015-2016.
5. Ochilov Sh. Z., Imomov A. A. Arxeologik yodgorliklarni o'rganishda geofizik tadqiqotlarning o'rni va ahamiyati // Arxeologiyada fanlararo tadqiqotlar: Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami (2024-yil 27-noyabr). – Samarqand, 2024. – B. 101.
6. Саидов М. М., Пэк Чон Тек, Абдуғаниев А., Очилов Ш. 2023 йилда Қизлартепа ёдгорлигида олиб борилган қазув тадқиқотлари. – Самарқанд, 2024.
7. Саидов М., Очилов Ш., Назаров А., Турсунов О. 2023 йилда Афросиёб ёдгорлигида олиб борилган археологик тадқиқотлар. – Самарқанд, 2024.