



МӘДЕНИ МҰРА
ғылыми журнал

КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ
научный журнал

CULTURAL HERITAGE
science journal

ISSN: 2708-3365 (print)

ISSN: 3006-1377 (online)

№ 4 (107)

Астана
2024

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

ӘБДІҒАЛИҰЛЫ
Берік

– Саяси ғылымдарының кандидаты (алқа төрағасы) (Қазақстан)

ИБРАЕВА
Ақмарал Ғосманқызы

– алқа төрағасының орынбасары, Қазақстан ұлттық жаратылыстану ғылымдары академиясының академигі, тарих ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан)

ТАЙМАҒАМБЕТОВ
Жәкен Қожахметұлы

– ҚР ҰҒА академигі, тарих ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан)

САМАШЕВ
Зайнолла Самашұлы

– тарих ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан)

АЙМҰХАМБЕТ
Жанат Әскербекқызы

– филология ғылымдарының докторы, профессор (Қазақстан)

ҮМІТҚАЛИЕВ
Ұлан Үмітқалиұлы

– тарих ғылымдарының кандидаты (Қазақстан)

МЕРЦ
Виктор Карлович

– тарих ғылымдарының кандидаты (Қазақстан)

ЖАБАҒИН
Мақсат

– тарих ғылымдарының кандидаты (Қазақстан)

СЫДЫҚОВ
Айбек Жексеналыұлы

– PhD докторы (Қазақстан)

БИҒОЖИН
Ұлан Зейноллаұлы

– PhD докторы (Қазақстан)

САБИТОВ
Жаксылык

– PhD докторы (Қазақстан)

ДЮПЮЙ
Пауло

– PhD докторы (Қазақстан)

ҚАРА
Әбдуақап

– доктор, профессор (Түркия)

ШАМИЛЬОГЛУ
Юлай

– PhD, профессор (АҚШ)

АЙТПАЕВА
Гулнара Амановна

– филология ғылымдарының докторы, профессор (Қырғызстан)

РАДИВОЖЕВИЧ
Мильяна

– PhD, қауымдастырылған профессор (Ұлыбритания)

EDITORIAL BOARD:

Berik Abdygaliuly	– Candidate of Political Science (Chairman of the editorial board) (Kazakhstan)
Akmaral Ibrayeva	– Deputy chairman of the editorial board, Academician of the National Academy of Natural Sciences of Kazakhstan, Doctor of historical sciences, Professor (Kazakhstan)
Zhaken Taimagambetov	– Academician of NAS RK, Doctor of Historical Sciences, Professor (Kazakhstan)
Zainolla Samashev	– Doctor of Historical Sciences, (Kazakhstan)
Zhanat Aimukhambet	– Doctor of Philology, Professor (Kazakhstan)
Ulan Umitkaliev	– Candidate of Historical Sciences (Kazakhstan)
Victor Merts	– Candidate of Historical Sciences (Kazakhstan)
Maxat Zhabagin	– Candidate of Historical Sciences (Kazakhstan)
Aibek Sydykov	– Doctor PhD (Kazakhstan)
Ulan Bigozhin	– PhD (Kazakhstan)
Zhaxylyk Sabitov	– PhD (Kazakhstan)
Paula Dupuy	– PhD (Kazakhstan)
Kara Abdulvahap	– Doctor, professor (Turkey)
Uli Shamiloglu	– PhD, professor (USA)
Gulnara Aitpaeva	– Doctor of Philology, Professor (Kyrgyzstan)
Radivojevic Miljana	– PhD, Associate professor (UK)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ӘБДІҒАЛИҰЛЫ
Берік

– Кандидат политических наук (председатель коллегии) (Казахстан)

ИБРАЕВА
Акмарал Госмановна

– заместитель председателя коллегии, Академик Казахстанской национальной академии естественных наук, доктор исторических наук, профессор (Казахстан)

ТАЙМАГАМБЕТОВ
Жакен Кожаметович

– Академик НАН РК, доктор исторических наук, профессор (Казахстан)

САМАШЕВ
Зайнолла Самашевич

– доктор исторических наук, профессор (Казахстан)

АЙМУХАМБЕТ
Жанат Аскербековна

– доктор филологических наук, профессор (Казахстан)

УМИТКАЛИЕВ
Улан Умиткалиевич

– кандидат исторических наук, профессор (Казахстан)

МЕРЦ
Виктор Карлович

– кандидат исторических наук, профессор (Казахстан)

ЖАБАГИН
Максат

– кандидат исторических наук, профессор (Казахстан)

СЫДЫКОВ
Айбек Жексеналыевич

– PhD доктор (Казахстан)

БИГОЖИН
Улан Зейноллаулы

– PhD доктор (Казахстан)

САБИТОВ
Жаксылык

– PhD доктор (Казахстан)

ДЮПЮЙ
Пауло

– PhD доктор (Казахстан)

КАРА
Абдуакап

– Доктор, профессор (Турция)

ШАМИЛЬОГЛУ
Юлай

– PhD, профессор (США)

АЙТПАЕВА
Гулнара Амановна

– доктор филологических наук, профессор (Кыргызстан)

Радивожевич Мильяна

– PhD, ассоциированный профессор (Великобритания)

МАЗМҰНЫ / CONTENT / СОДЕРЖАНИЕ

Антропология/Anthropology/Антропология

<i>Исмагулов О., Исмагулова А.О.</i> Әйтеке бидің айқын бейнесі (антропологиялық зерттеу)	
<i>Ismagulov O., Ismagulova A.O.</i> Authentic image of Ayteke bi (anthropological research)	
<i>Исмагулов О., Исмагулова А.О.</i> Достоверное изображение Айтеке би (антропологическое исследование).....	6

Археология / Archaeology / Археология

<i>Бекзатқызы И.</i> Археологиялық артефактілерді 3D сканерлеудің әдістемесі және тәжірибесі	
<i>Bekzatkyzy I.</i> 3D Scanning techniques and practices used for archaeological artifacts	
<i>Бекзатқызы И.</i> Методика и практика 3D сканирования археологических артефактов.....	25
<i>Абильмаликов К.К., Дей Д.Б., Құрманиязов И.С., Жакупова А.К.</i> Дүзбай-V тұрағында 2024 жылы жүргізілген археологиялық зерттеулер	
<i>Abilmalikov K.K., Dei D.B., Kurmaniyazov I.S., Zhakupova A.K.</i> Archaeological research at the Duzbay-V site in 2024	
<i>Абильмаликов К.К., Дей Д.Б., Құрманиязов И.С., Жакупова А.К.</i> Археологические исследования на стоянке Дүзбай-V в 2024 году.....	40
<i>Самедова С.Т.</i> Оңтүстік Кавказ аймағы халықтарының ежелгі дәуірдегі керамикасы және этномәдени байланыстарының тарихы	
<i>Samedova S.T.</i> From the History of Ceramics and Ethnocultural Contacts of the Peoples of the South Caucasus Region in Antiquity	
<i>Самедова С.Т.</i> Из истории керамики и этнокультурных контактов народов южнокавказского региона в древности.....	54

Музей ісі / Museology / Музейное дело

<i>Гиззатов С.М., Оспанова А.К., Султанова А.К., Исаков К.А.</i> Қазақстандағы музей маркетингі: басымдықтары мен даму әдістері	
<i>Gizzatov S.M., Ospanova A.K., Sultanova A.K., Isakov K.A.</i> Museum marketing in Kazakhstan: priorities and development methods	
<i>Гиззатов С.М., Оспанова А.К., Султанова А.К., Исаков К.А.</i> Музейный маркетинг в Казахстане: приоритеты и методы развития.....	77

Этнология / Ethnology / Этнология

<i>Атдаев С.Ж., Атдаева О.Г.</i> Түркмендердің отты қаруы (XIX ғасыр материалдары негізінде)	
<i>Atdaev S.J., Atdaeva O.G.</i> Turkmen firearms (based on the materials of the 19th century)	
<i>Атдаев С.Дж., Атдаева О.Г.</i> Огнестрельное оружие туркмен (по материалам XIX в.).....	89
<i>Тәгіева Г.Р.</i> Наурыз мерекесі: дәстүр және қазіргі заман (Мұхаммед Ғусейін Шәһрияр шығармашылығы негізіндегі этнологиялық зерттеу)	
<i>Taghiyeva G.R.</i> Nowruz holiday: tradition and modernity (based on the work of Muhammad Huseyn Shahriyar)	
<i>Тәгіева Г.Р.</i> Праздник Наурыз: традиции и современность (Этнологическое исследование на основе творчества Мухаммада Гусейна Шахрияра).....	124

Тұлғалар / Personality / Персоналии

<i>Жәкішева З.С.</i> Рухы мықты тұлға (Таласбек Әсемқұловтың туғанына 70 жыл толуына орай).....	133
---	-----

Археология / Archaeology / Археология

FTAMP 03.41.91

<https://doi.org/10.47500/2024.v20.i4.02>

Бекзатқызы И.

Ә.Х. Марғұлан атындағы археология институты

Алматы, Қазақстан

e-mail: irinabekzatqyzy@gmail.com

АРХЕОЛОГИЯЛЫҚ АРТЕФАКТІЛЕРДІ 3D СКАНЕРЛЕУДІҢ ӘДІСТЕМЕСІ ЖӘНЕ ТӘЖІРИБЕСІ

Аңдатпа. Археологиялық артефактілерді 3D модельдеу – мәдени мұраны толық зерттеуге және сақтауға мүмкіндік беретін нысандардың сандық көріністерін құру процесі. Қазіргі уақытта археологиялық зерттеулерде 3D модельдеудің екі технологиясы белсенді қолданылады, олар сканерлеу (лазерлік сканерлер және құрылымдық жарық сканерлері) және фотограмметрия. Мақала сканерлеу әдісі арқылы археологиялық нысандардың үш өлшемді моделін құру әдістемесіне арналған. Мақаланың мақсаты – археологиялық артефактілерді сканерлеу тәжірибесімен бөлісу, құрылымдық жарық сканерімен жұмыс істеу әдістемесін сипаттау және алынған нәтижелер мен модельдерді көпшілікке ұсыну.

А.Х. Марғұлан атындағы Археология институты жүзеге асыратын «Ежелгі және орта ғасырлардағы Қазақстан: археологиялық дереккөздерді жүйелеу және талдау» бағдарламасы аясында әртүрлі археологиялық артефактілерді сканерлеу бойынша жұмыстар жүргізілді. Ұсынылған мақалада археологиялық артефактілерді құрылымдық жарық сканерінің көмегімен сканерлеудің әмбебап әдісі келтірілген. Көлемі мен ою-өрнектері әр түрлі музей экспонаттарын үш өлшемді сканерлеу әдістері жан-жақты сипатталған. Музей экспонаттарының үш өлшемді суреттерінің мысалында әртүрлі түстегі және өлшемдегі археологиялық артефактілерді сканерлеуге арналған негізгі нұсқаулықтар берілген. Құрылғы қате орнатылған жағдайда немесе сканерленетін нысанның физикалық қасиеттеріне байланысты сканерлеу кезінде жиі кездесетін қателіктердің мысалдары келтірілген. Модельді құрудың сканерлеуден бастап оны Sketchfab сайтына жүктеуге дейінгі барлық кезеңдері орындалған. Қазақстан ғылымындағы ахуалды талдау бүгінгі таңда жекелеген ғылыми институттар мен орталықтар археологиялық зерттеулерде 3D технологияларын қолданудың бастапқы кезеңінде екендігін көрсетті.

Кілт сөздер: мәдени мұра, цифрлы археология, 3D модельдеу, 3D сканерлеу, геоматика, археологиялық мұра, виртуалды музей.

Дәйексөз үшін: Бекзатқызы И. Археологиялық артефактілерді 3D сканерлеудің әдістемесі және тәжірибесі // Мәдени мұра. 2024. №4 (107). 25-39 б.(қазақ.)

DOI: <https://doi.org/10.47500/2024.v20.i4.02>

Кіріспе

Соңғы жылдарда еліміздің археологиялық мұраны зерттеу, сақтау және насихаттау саласына 3D технологиялардың келуі жаңа мүмкіндіктерге жол ашты. Цифрлы археология дегеніміз археологиялық деректерді құжаттау, талдау және визуализациялау үшін цифрлық құралдарды қолдану. Ол зерттеу мүмкіндіктерін кеңейтуге, мәдени мұраны сақтау процесін жеңілдетуге және оны кең аудиторияға қолжетімді етуге көмектеседі. Бұл өз кезегінде 3D сканерлеу, 3D модельдеу, фотограмметрия, геоақпараттық жүйе, сандық мәліметтер базасын құру секілді әдістерді қамтиды.

Қазақстан археологиялық ескерткіштерге өте бай. Алайда, көптеген археологиялық нысандар табиғи факторлардың (эрозия, климаттық жағдайлар), адам қызметінің (құрылыс, ауыл шаруашылығы) және тіпті вандализм актілерінің салдарынан жойылу қаупінде тұр. 3D модельдеу артефактілер мен ескерткіштердің дәлме-дәл цифрлық көшірмелерін, тіпті олар жойылған немесе жоғалған жағдайда да сақтауға мүмкіндік береді. 3D модельдеу арқылы ежелгі қалалар мен қоныстардың келбетін қайта қалпына келтіруге болады. Бұл тек ғылыми зерттеулерге ғана емес, сонымен қатар виртуалды музейлер мен білім беру бағдарламалары арқылы тарихты насихаттауға ықпал етеді.

Әр далалық маусымда еліміздің барлық бағыты бойынша түрлі қазба жұмыстары жүргізіледі. Қазба барысы және олардан табылатын бірегей артефактілер кешенді зерттеуді талап етеді. Осы орайда археология ғылымында 3D модельдеудің жаңа әдістерін қолдану өте өзекті. Бұған

дейін құжаттау әдістерінің қызметін фотосуреттер мен екі өлшемді сызбалар атқарған болса, қазіргі таңда үш өлшемді модельдеу кез-келген зерттеушіге археологиялық ескерткіш туралы толық ақпаратты бере алады. Бұл бағыттың болашағы зор, өйткені ол бірегей археологиялық ескерткіштерді субъективті бағалаудан сақтайды және музей ісі мен туризм саласының жаңа деңгейге шығуына мүмкіндік береді.

Адамзат үшін тарихи-мәдени мұраны сақтау тақырыбы ешқашан маңыздылығын жоғалтқан емес. Ең маңызды деген тарих және сәулет ескерткіштерінің 3D моделдерін жасау бүгінде ЮНЕСКО және басқа да халықаралық ұйымдардың қолдауымен жүзеге асырылып жатқан жаһандық жобаға айналууда. Осы жаһандық үрдістің бір бағыты музей экспонаттарын цифрландыру және виртуалды археологиялық 3D музейлерін құру болып табылады.

Музей экспонаттарын цифрландырудың негізгі мақсаты сақтау, насихаттау, сондай-ақ оларға қолжетімділікті арттыру болып табылады.

Интернет желісінде орналастырылған артефактілермен қашықтан жұмыс істеу мүмкіндігі ғылыми ақпаратпен алмасу жылдамдығын бірнеше есе арттырады және музей қорларындағы көпшілікке беймәлім коллекцияларды кең аудиториямен таныстыруға мүмкіндік береді. Технологияның үздіксіз дамуы болашақта барлық археологиялық артефактілерді 3D форматта цифрландыру мүмкіндігіне жол ашары сөзсіз.

Музей экспонаттарының 3D моделін жасаудың тағы бір артықшылығы кез-келген тұтынушы артефактіні

барлық жағынан егжей-тегжейлі қарай алады және зерттеуге қажетті кез-келген өлшемді жүргізе алады. Сондай-ақ, модельді жеке компьютерге жүктеп, одан кейін кез-келген экспонаттың көлемді фото көшірмесін басып шығара алады (Вавулин және т.б., 2014: 21-22).

Осылайша, Қазақстан археологиясындағы 3D-модельдеу мәдени мұраны сақтау және зерттеу әдісі ғана емес, сонымен қатар оны танымал етудің қуатты құралы болып табылады, бұл ғылым мен білім беруді цифрландырудың әлемдік үрдістері аясында өзекті болып табылады.

Материалдар және зерттеу әдістері

Қазіргі таңда археологиялық зерттеулерде фотограмметрия және сканерлеу әдістерімен (лазерлік сканерлер және құрылымдық жарық сканерлері) 3D модельдеу жиі кездеседі (Remondino, Samraña, 2014:7). Отандық археологиялық зерттеулерде құрылғы мен өңдеу бағдарламаларының салыстырмалы түрде қол жетімділігіне байланысты 3D сканерлеуге қарағанда фотограмметрия әдісі жиі қолданылады. Алайда, біз бұл мақалада археологиялық артефактілерді құрылымдық жарық сканерінің көмегімен сканерлеу әдісіне шолу жасайтын боламыз.

Цифрландыру – бұл қандай да бір музей экспонатын одан әрі сақтау және пайдалану үшін цифрлық деректерге айналдыру процесі. Музей қорларын цифрландыру процесі бірнеше кезеңнен өтеді. Бірінші, дайындық кезеңінде экспонаттарды іріктеу, оның жай-күйін тексеру жүргізіледі, содан кейін ғана цифрландыруға кірісуге болады. Музей экспонаттарының түріне қарай әр түрлі цифрландыру технологиялары қолданылатындығын да айта кету керек.

Әрбір сканерлеу әдісінің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар, сондықтан әр жағдайда нақты бір құрылғыны таңдау зерттеу міндетінің ерекшеліктеріне және сканерленетін бұйымның сипатына қарай анықталады. Біздің тәжірибемізде 3D Shining компаниясы шығарған EinScan-SP жарықпен жабдықталған заманауи 3D сканері және 3D сканерлеу деректерін өңдеуге арналған EinScan S бағдарламасы пайдаланылды. Сканерлеуден кейін бағдарламада файлдарды (қолмен немесе автоматты түрде) біріктіруге, сандық модельдің түрін таңдауға, модельді басып шығаруға жіберуге немесе оны әрі қарай өңдеу үшін сақтауға болады.

Сканер лазер емес, жарық арқылы сканерлеу технологиясына негізделген, ол күрделі сандық модельдерді құру кезінде дәлдікті қамтамасыз етеді. Әр сканерлеу кезінде ең жоғары сапалы 3D деректері бар файлдар құрылады. Деректерді оңай әрі жылдам жинайды. Сканер деректері қосымша өңдеусіз 3D принтерге түсінікті болу үшін автоматты түрде жасалады, сондықтан сканерленген модельді бірден принтерге басып шығаруға болады (3D Shining ресми сайты EinScan-SP - Higher Accuracy Desktop 3D Scanner | EinScan).

Тақырыптың зерттелу деңгейі

3D технология археология саласында бүкіл әлемде қолданылады және жұмыстардың нәтижелері кеңінен жарияланған. Қазақстан археологиясында мұндай жұмыстар соңғы жылдары ғана пайда бола бастады, әйтсе де көптеген зерттеушілер қазба жұмыстарында бұл жаңа әдістерді қолданудың мүмкіндіктерін бағалап үлгерді. Еліміздегі көптеген университеттер мен ғылыми

институттар 3D технологияны өз тәжірибелеріне енді ғана енгізе бастады. Сондықтан бұл тақырыпқа арналған жобалар көпшіліктің қызығушылығын тудырып қана қоймай, әлі де болса зерттеуді қажет етеді.

Қазіргі таңда көптеген отандық музейлер 3D технологияларын қолдана отырып, виртуалды турлар мен көрмелер құру жобаларын жүзеге асыра бастады. Алайда, әзірге бізде археологиялық артефактілердің виртуалды 3D музейі жасалған жоқ.

Әлемдік тәжірибедегі археологиялық артефактілердің виртуалды 3D музейін құрудың ең үздік үлгілерінің бірі – Арканзас университетінің озық технологиялар орталығы әзірлеген Хэмпсон виртуалды музейі болып табылады. Музейде негізінен доктор Джеймс Хэмпсонның Ноден қонысында жүргізген қазба жұмыстары кезінде табылған артефактілердің 3D моделдері қойылған. Қазіргі уақытта бұл археологиялық артефактілердің толық жұмыс істейтін әлемдегі ең үлкен 3D музейі болып саналады. Онда 440 экспонат орналастырылған (Virtual Hampson Museum (uark.edu)).

Қазақстанда археология саласында 3D технологияны Ә.Х. Марғұлан атындағы археология институты мен «Қазқайтажаңғырту» кәсіпорыны «Мәдени мұра» мемлекеттік бағдарламасы аясында бірлескен жобаларды жүзеге асыру барысында қолға алған (Әбілбекұлы, 2019:62). 2017 жылы ҚР бірінші президенті Н.Ә. Назарбаевтың шешімімен бастау алған ҚР музей қорының мемлекеттік каталогын құру бағдарламасы аясында отандық музейлерде экспонаттардың 3D моделін жасауға көңіл бөліне бастады. Музей экспонаттарын цифрландырумен қатар, «Қасиетті

Қазақстан» бағдарламасы іске қосылып, оның аясында кесенелер мен қабірлерден бастап мешіттер мен мемориалдық кешендерге дейінгі мәдени маңызы бар әртүрлі нысандардың 3D моделдері жасалып басталған болатын.

Бұдан бөлек, археологиялық нысандар мен артефактілердің 3D моделдерін жасауда отандық археология ғылымындағы бірқатар зерттеушілердің тәжірибелері бар. Сарыарқа аймағындағы Саба қорымы, Ботағай кесенесі, Сарыарқа пирамидасы, Қосбатыр кешені (Асылбеков, 2019), Текелі қаласының аумағындағы көне Будда бейнеленген тас (Антонов, 2018), Шығыс Қазақстан облысында орналасқан Қырыққүңгір қорымы мен онда табылған артефактілердің (Умиткалиев және т.б., 2020) фотограмметрия әдісі арқылы үш өлшемді моделдері жасалып, ғылыми айналымға енгізілгенін атап өтуге болады. Ғылыми айналымда фотограмметрия әдісі бойынша бірқатар мақалалар кездескенмен (Әбілбекұлы, 2019; Әбілбекұлы, Каженова, 2019), 3D сканерлеу бойынша қазақ тіліндегі зерттеулер жоқтың қасы.

Әлемдік тәжірибедегі археология ғылымында ондаған жылдардан бері қолданылып келе жатқан бұл әдістердің археологиялық зерттеулер үшін артықшылығы туралы көптеген ғылыми еңбектер бар (Hermon, Nikodem, 2007:1). Тақырыпты зерттеу барысында Fabio Remondino, Stefano Campana «3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage» (Remondino, Campana, 2014), Sorin Hermon – Joanna Nikodem «3D Modelling as a Scientific Research Tool in Archaeology» (Hermon, Nikodem, 2007) еңбектеріне шолу жасалды. Аталған еңбектерде археология ғылымы

үшін 3D технологияны қолданудың маңызы және археологиялық қазба нәтижелерін 3D-құжаттаудың заманауи технологияларын қолдану мүмкіндіктері қарастырылған.

Ресей тәжірибесінде де бұл әдіс соңғы онжылдықта кеңінен қолданыла бастады. Мысалы, П.В. Чистяков, В.С. Ковалев, К.А. Колобова, А.В. Шалагина, А.И. Кривошапкин «3D моделирование археологических артефактов при помощи сканеров структурированного подсвета», М.Вавулин, О. Зайцева, А. Пушкарёв «Методика и практика 3D сканирования разнотипных археологических артефактов», Е.М. Шепина «Применение 3D моделирования в археологии: достоинства и недостатки», О.В. Зайцева «3D революция в археологической фиксации в российской перспективе» және т.б. ғылыми мақалаларда археологиялық артефактілерді 3D сканерлеу әдістемесі, сканердің көмегімен 3D модельдер алу тәжірибесі, сондай-ақ археологияда 3D модельдеуді қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау жасалады.

Бүгінгі таңда Ә.Х. Марғұлан атындағы Археология институты археологиялық артефактілерді 3D сканерлеу бойынша мақсатты түрде жұмыс жасауда. «Ежелгі және орта ғасырлардағы Қазақстан: археологиялық дереккөздерді жүйелеу және талдау» жобасы бойынша жүргізіліп жатқан іргелі ғылыми зерттеулер аясында ауқымды жұмыстар іске асырылды. Алынған нәтижелер sketchfab сайтындағы Институт парақшасында (<https://sketchfab.com/margulan>) жарияланған.

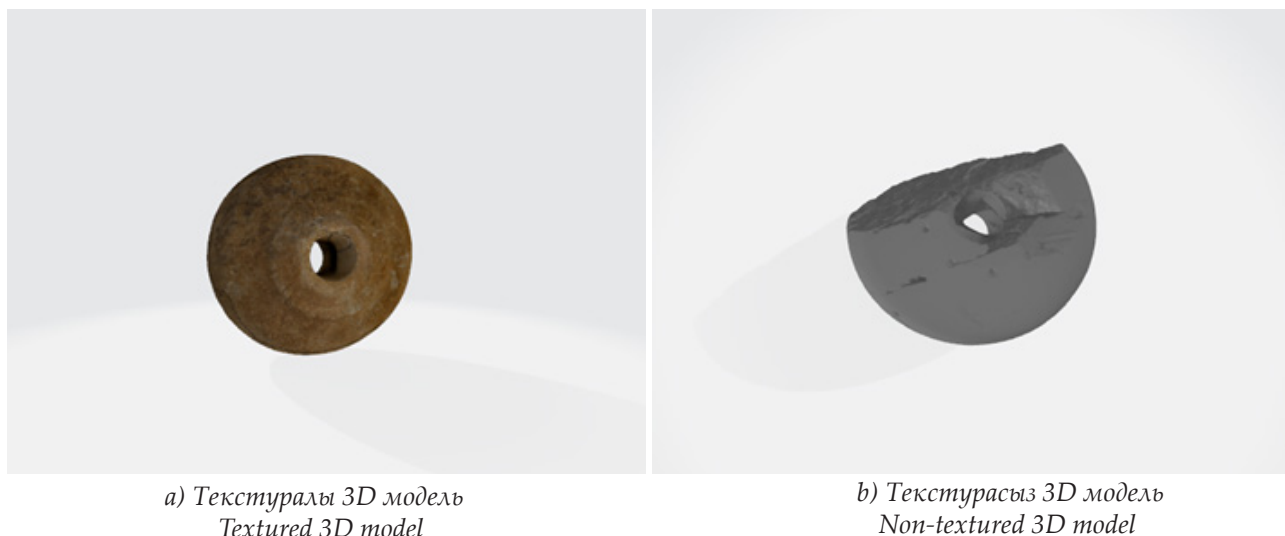
Нәтижелер мен талдаулар

Біздің тәжірибемізде әзірге 3D технологияларды археологиялық зерттеулерде қолданудың бастапқы нәтижелері ғана бар. Соған қарамастан, 3D модельдеу археологиялық нысандар мен табылымдарды құжаттау және талдау процесін айтарлықтай жақсартқанын айта кету керек. Сандық модельдерді құру әсіресе уақыттың немесе адам әрекеті салдарынан жойылу қаупі бар ескерткіштер туралы ақпаратты сақтауға ықпалын тигізуде. Сонымен қатар, жасалған 3D модельдер артефактіні бастапқы қалпында елестетуге мүмкіндік берді, бұл оның құрылымын, функциясын және мәдени контекстін жақсы түсінуге көмектесері анық.

Археологиялық нысандардың үш өлшемді модельдері ғылыми маңыздылығынан бөлек, үлкен білім беру және ағартушылық әлеуетке ие. 3D модельдеу қуатты білім беру құралы бола алады. Егер дәстүрлі екі өлшемді сызбаларды тек кәсіби археолог ғана түсінетін болса, виртуалды турлар мен интерактивті модельдер өте көрнекті болғандықтан, қалың көпшілікті де қызықтырмай қоймайды. Мұндай технологияларды қолдану археологияны кең аудиторияға қол жетімді және түсінікті етеді.

Археологиялық нысандарды зерттеу кезінде 3D технологияларын қолданудың өте маңызды салдары 3D принтердің көмегімен олардың дәл үш өлшемді көшірмесін алу мүмкіндігі болып табылады. Нақты жерлеу орындарының, сәулет құрылыстарының және басқа да нысандардың кішірейтілген көшірме пішіндері қазіргі заманғы музей экспозицияларына белсенді түрде енгізілуде (Зайцева, 2014:16).

Археологиялық артефактілерді



Сур. 1. Текстуралық және текстурасыз 3D модельдер

Fig. 1. Textured and non-textured 3D models

құрылымдық жарық сканерінің көмегімен модельдеу археологиядағы ең жылдам дамып келе жатқан инновациялық бағыттардың бірі десе болады. Біздің тәжірибеміздегі EinScan-SP сканері айналмалы үстелде және айналмалы үстелсіз қолмен реттеу арқылы жоғары сападағы модельдер жасауға, сонымен қатар текстуралық және текстурасыз модельдерді құруға мүмкіндік береді (1-сур.).

Артефактілердің масштабталған үш өлшемді модельдері жаңа технологиялар таралғанға дейін қол жетімсіз болған нақты морфологиялық және статистикалық мәліметтерді алуға мүмкіндік береді (Чистяков және т.б., 2019:103). Аталған сканер көмегімен бірегей материалдарды сақтау мақсатында әр түрлі типтегі музей экспонаттары сканерленді. Нәтижесінде түпнұсқаға толық сәйкес келетін бірнеше археологиялық артефактілердің масштабталған моделі алынды. Олардың қатарында қыш ыдыстар, тастан жасалған бұйымдар, еңбек құралдары, жебе ұштары, құрбандық тастары, сүйек бұйымдар

және т.б. бар (2-сур.). 3D сканерлеу артефактінің пішінін, өлшемін және басқа да сипаттамаларын тереңірек талдауға мүмкіндік берді.

Сканерде екі сканерлеу режимі бар: Fixed Scan (қолмен) және Auto Scan (автоматты). Ең қолайлысы – автоматты, яғни айналмалы үстелді таңдау. Бұл режимде артефактінің салмағы 5 кг-нан, ұзындығы 25 см-ден аспауы керек. Сканерленетін бұйым айналмалы үстелдің бетіне орналастырылып, бірнеше қырынан автоматты түрде сканерленеді. Сканерленетін артефактінің ең аз дегенде 8-12 суреті түсіріледі. Фрагмент түсірімінің санын көбейтуге де болады, бұл алдыңғыға қарағанда ұзақ өңдеуді қажет етеді және нәтиже сапасының төмендеуіне әкеледі. Сканерлеудің бұл әдісінде артефактінің жекелеген суреттері автоматты түрде бір нысанға біріктіріледі. Бұл нәтиженің сапасы мен ол нәтижеге жету үшін жұмсалған уақыт тұрғысынан тиімді болып табылады.

Қолмен сканерлеу режимін салмағы 5 кг-нан, ұзындығы 25 см-ден асатын және күрделі пішіндегі заттар үшін



Сур. 2. Археологиялық артефактілердің үш өлшемді моделдері
 a,b – қыш ыдыс (Г.Н. Потанин атындағы Павлодар облыстық тарихи-өлкетану музейі)
 c – антропоморфты мүсін; d – балта (Қостанай облыстық тарихи-өлкетану музейі)

Fig. 2. Three-dimensional models of archaeological artifacts
 a, b – ceramic vessel (Potanin Museum of History and Local Lore)
 c – an anthropomorphic figure; d – axe (Kostanay Regional Museum of local lore)

қолданылады. Бұл жағдайда сканер штативке орнатылады, ал сканерленетін артефакт тегіс бетке орналастырылады. Артефактіні қолмен бұрып тұру арқылы түсіріледі.

Артефактілерді сканерлеу процесі келесі қадамдарды қамтиды:

1. Жұмысқа дайындық, жарыққа, жұмыс орнына, сканерленетін артефактілерге қойылатын талаптар.

Ең алдымен сканерді нұсқаулыққа сәйкес құрастыру қажет. Сканер, сканерленетін нысан секілді, тегіс және тұрақты бетке орнатылуы керек. Айналмалы үстелде цифрландыру кезінде артефакт сканердің көру жиегінен шықпауы керек. Цифрландыру кезінде жұмыс орнының қара көлеңке болуы жақсы нәтиже береді. Сканерлеуден кейінгі өңдеуді

жеңілдету үшін (мысалы, артефактіге қатысы жоқ, қажет емес элементтерді алып тастау үшін) артефактіні арнайы тіреуішке немесе пластилин тәрізді жабысқақ массаға қойған жөн.

2. Сканерді калибрлеу. Сканерді пайдалануды бастамас бұрын калибрлеу қажет. Ол үшін калибрлеу тақтасы тірекке бекітіліп, айналмалы үстелге орнатылады. Калибрлеу жартылай автоматты режимде өтеді, пайдаланушының міндеті компьютер мониторияндағы нұсқауларды орындау. Тексуралы модельдер жасау үшін жарықты реттеу керек. Сканер мен EinScan S бағдарламасын іске қосқан кезде компьютерде бағдарламаның осы нұсқасының орнатылғандығы және сканердің барлық құрылғыларының (камералардың) қосылуы тексеріледі. Бір немесе бірнеше құрамбөліктері дұрыс қосылмаған жағдайда кабельдер мен қуат көзінің қосылуын тексеріп, құрылғыны істен ажыратып қайта қосу керек. Сканердің барлық құрамбөліктері сәтті қосылған жағдайда бағдарлама іске қосылады және бағдарламаның бастапқы мәзірі пайдаланушыға қол жетімді болады.

3. Камераларды дайындау. Сканердің алдыңғы жағында 1,3 мегапикселді екі камера және сканерлеу кезінде артефактіге жарық түсіретін проектор объективі бар. Жарық көзі ретінде Shining 3D Einscan SP ақ, көзге қауіпсіз жарықты пайдаланады. Сканер жұмыс істеуі үшін оның камералары бір нүктеде түйісуі керек. Бір нүктеде тоғысқан проектор сканерленетін артефактінің бетіне крест белгісін көрсетуі керек (Чистяков және т.б., 2019:104-106). Камера артефактіні түсіргеннен кейін, арнайы алгоритмдер бұл кескіндерді артефактінің бетіндегі нүктелердің координаталарын есептеу

үшін автоматты түрде өңдейді. Алынған ақпарат жоғары дәлдікпен үш өлшемді модель құру үшін қолданылады.

Өңдеуден кейін модельдерді сканер OBJ, STL, ASC, PLY, 3MF, P3 форматтарында сақтай алады. Алайда, көп жағдайда obj форматында сақтаған тиімді.

3D геометрия деректерін сақтау үшін Obj форматы кең таралған және оны үш өлшемді модельдермен (3d max, Maya, Mesh Lab және т.б.) жұмыс істейтін көптеген бағдарламаларда ашуға болады. Obj форматындағы файлдардың көмегімен 3D принтерде артефактілердің 3D көшірмелерін жасауға болады (Вавулин және т.б., 2014:23). Дайын болған Obj форматындағы модельдерді Sketchfab сайтына жүктей беруге болады.

Архелогиялық зерттеулерде 3D сканерлеуді қолданудың бірден бір артықшылығы кескіннің түпнұсқаға сай дәлме-дәл көшірмесін алу мүмкіндігі. Мысалы қолмен сызылған суреттерде суретшінің жеке көзқарасына немесе қарым-қабілетіне байланысты субъективті қателер кетуі мүмкін. Сондықтан мұндай сызбаларда көп жағдайда ғылыми дәлдік жетіспейді. Үш өлшемді модельдің сызбадан айырмашылығы түпнұсқаға толық сәйкес келуі болып табылады. Фотоаппаратпен түсіру арқылы алынған суреттерде субъективті қателер болмайды, алайда олар автоматты түрде масштабталмағандықтан, метрикалық зерттеулер үшін қолжетімсіз. Мұндай өлшеу дәлдігін тек артефактілердің үш өлшемді модельдері ғана қамтамасыз ете алады.

Фотосурет текстурасының біртұтас болуы көркемдік жағынан ұтымды болғанмен, артефактілердің техникалық сипаттамаларын зерттеуде қиындық

тудырады. Өз кезегінде, ғылыми басылымдарда кеңінен таралған жоғары сапалы текстурасыз модельдер артефактілердің барлық техникалық морфологиялық сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік береді.

3D сканерлеуге жұмсалатын уақыт сканерленетін нысанның күрделілігіне байланысты. Аса күрделі емес модельдер жасау үшін бағдарламалық өңдеу жұмыстарын қоса есептегенде фотосурет түсіруге кететіндей уақыт жұмсалады. Егер артефакт көп ракурстан түсіруді қажет етсе, сәйкесінше оны өңдеу де файлдардың көптігіне байланысты соғұрлым ұзақ уақыт алады (Бочарова және т.б., 2022:156-157).

Сондай-ақ, сканерлеу кезінде сканерленетін артефактілердің физикалық қасиеттеріне байланысты кейбір мәселелер туындауы мүмкін. Таңдап алынған музей экспонаттары бір-бірінен өлшемдері, түсі, пішіні, бетінің құрылымы, ойықтардың, тесіктердің немесе жарықшақтардың болуы немесе болмауымен ерекшеленеді. Аталған сипаттамалардың әрқайсысы 3D модель жасау кезінде сканерлеу процесін айтарлықтай қиындатуы мүмкін. Мысалы, сканер жылтыр, қанық қара түсті, алтын немесе әйнек тәрізді артефактілерді түсіруге шамасы жете бермейді. Бұл мәселені шешу үшін артефактінің бетіне шашылатын арнайы спрейді қолданған жөн.

Үш өлшемді модельдеу кезінде ең көп кездесетін қателік – сканерді дұрыс калибрлеу немесе калибрлік өлшемді жоғалту. Бұл жағдайда суреттердің дұрыс бірікпеуі салдарынан, модель дұрыс шықпайды. Мұндай қателік орын алған жағдайда сканерді толық калибрлеу процесін қайталап, оның сапасына көз жеткізу керек (Чистяков және т.б., 2019:108-109). Дұрыс сканерлеу

және көрсетілген нұсқауларды орындау нәтижесінде 2-суретте келтірілгендей үш өлшемді модельдер алуға болады.

Қорытынды

3D сканерлеу әдісіне тәжірибе жасау нәтижесінде келесідей тұжырым жасалды:

1. Құрылымдық жарық сканерінің көмегімен алынған үш өлшемді модельдер текстураны айқын бере алуы тұрғысынан фотосурет беретін ақпараттан асып түседі. Сәйкесінше нақты ғылыми мәліметтерді алуға мүмкіндік береді.

2. Модельдерді құру жылдамдығы мен визуалды кескіннің сапасы жағынан графикалық сызбаларға қарағанда үш өлшемді модельдеуге толық басымдық бере аламыз. 3D модельдеу арқылы түпнұсқаға толық сәйкес келетін нәтижені алуға болады.

3. 3D технология мәдени мұра нысандарын көпшілікке қолжетімді етеді. 3D нысан үлгілерін виртуалды музейлер мен көрмелер жасау үшін пайдалануға болады. Өңірлер арасындағы үлкен қашықтықты және көптеген археологиялық ескерткіштер орналасқан жету қиын жерлерді ескеретін болсақ, бұл Қазақстан үшін ерекше маңызды. Виртуалды экспозициялар барлық адамға бірегей мәдени және тарихи нысандарға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

4. 3D технологиялары халықаралық ынтымақтастыққа ықпал етеді. 3D сканерлеу арқылы алынған деректер басқа ғалымдар мен зерттеу топтарына әрі қарай зерттеу үшін ұсынуды жеңілдетеді. Бұл шетелдік мамандарды Қазақстанның мәдени мұра нысандарын зерттеуге тартуға, сондай-ақ тәжірибе мен технологиялармен алмасуға мүмкіндік береді.

5. 3D сканерлеу басқа әдістерге қарағанда құрылғы мен өңдеу бағдарламасының қажеттілігіне байланысты шығынды көбірек қажет етеді. Алайда, ғылыми зерттеулер үшін бағасы қолжетімді сканерлерді таңдау мүмкіндігі бар екенін атап өткен жөн.

Осылайша, 3D сканерлеу археологтарға мәдени мұраны сақтау және зерттеудің сапасын жақсарту үшін таптырмас құрал болып табылады. Сканерлеу әдісін қолдана отырып, үш өлшемді модельдеу қазіргі таңда археологиядағы өте перспективалы және белсенді дамып келе жатқан бағытқа айналды.

Алайда, археологиялық артефактілерді сканерлеудің әмбебап әдістері жоқ. Біз мысалға алған сканердің артықшылықтарымен қатар, осал тұстарын да атап көрсеттік. Сканерленетін нысанның көлеміне, түріне, басқа да ерекшеліктеріне байланысты әртүрлі құрылғылар мен өңдеу бағдарламалары қолданылады. Шын мәнінде, әр артефактімен жұмыс жасау – бұл шығармашылық процесс десе болады, яғни оның барысында қандай да бір арнайы құрылғыны пайдалану тиімді әдіс-тәсілдерді қалыптастыруға және сапалы модель

алуға мүмкіндік береді.

Құрылымдық жарықты қолдана отырып, 3D сканерлеу әдісі жоғары дәлдіктегі үш өлшемді модельдер жасау үшін тиімді және кеңінен қолданылатын құрал болып қала береді. Қолданысындағы кейбір шектеулерге қарамастан, оның артықшылықтары сканердің археология саласындағы сұранысын арттыруда. Бұл әдіс мәдени мұраны құжаттау және сақтаумен қатар, ғылыми зерттеулерге тың серпіліс берері сөзсіз.

Тұтастай алғанда, Қазақстан археологиясында 3D модельдеу әдісі дамып келеді және мамандар арасында жаңа технологияларға деген қызығушылықтың артуына қарап, бұл саладағы ілгерілеуді байқауға болады. Ол үшін аталмыш әдістердің (фотограмметрия және сканерлеу) артықшылықтарын ғылыми әдебиеттерде кеңінен насихаттау, 3D технологияның өз тәжірибеміздегі жетістіктерімен бөлісу, 3D модельдеу әдістерін жоғары оқу орындарында оқытунемесе оқу-тәжірибе жұмыстарын жүргізу, сондай-ақ ғылыми мекемелер мен музейлердің бірлесе отырып жұмыс атқаруы еліміздегі археология ғылымын елеулі түрде алға жылжытуға ықпал етеді деп есептейміз.

Мақала «BR 20280993 Ежелгі және орта ғасырлардағы Қазақстан: археологиялық дереккөздерді жүйелеу және талдау» іргелі ғылыми зерттеулер бағдарламасын жүзеге асыру аясында дайындалды.

Әдебиет

1. Антонов М.А., 2018. Текелийская Буддийская стела: исследование методом фотограмметрии // «Маргулановские чтения – 2018. Духовная модернизация и археологическое наследие». Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Алматы – Актобе. С. 606–612.

2. Асылбеков К.М., 2019. Цифровая 3D-фиксация объектов культурного наследия Сарыарки // Маргулановские чтения – 2019: Материалы Международной археологической научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения выдающегося казахстанского археолога К.А. Акишева. Нур-Султан.

С. 617-623.

3. Әбілбекұлы Ә., 2019. Қазақстан археологиясындағы үш өлшемді визуализация: бүгінгі мен болашағы // У.Х. Шәлекеновтың 95-жылдығына арналған «Қазақстанның рухани жаңғыру жағдайындағы отандық археология мен этнология ғылымының даму болашағы» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары / Жауапты ред. Б.К. Қалшабаева. Алматы: Қазақ университеті. 238 б.

4. Әбілбекұлы Ә., Каженова Г.Т., 2019. Археологиялық визуализациядағы фотограмметриялық технологиялар // Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Тарихи ғылымдар. Философия. Дінтану сериясы. №4 (129). С. 63-70.

5. Бочарова Е.Н., Чистяков П.В., Жданов Р.К., Колобова К.А., 2022. Трехмерная визуализация в археологических исследованиях: корреляционное исследование // Сибирские исторические исследования. №3. С. 147–167.

6. Вавулин М., Зайцева О., Пушкарёв А., 2014. Методика и практика 3D сканирования разнотипных археологических артефактов // Сибирские исторические исследования. №4. С. 21-37.

7. Fabio Remondino, Stefano Campana., 2014. 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Theory and best practices // BAR International Series 2598. P. 158.

8. Зайцева О.В., 2014. 3D революция в археологической фиксации в российской перспективе // Сибирские исторические исследования. №4. С. 10-20.

9. Умиткалиев У.У., Лбова Л.В., Хабдулина М.К., 2020. Новые методы и технологии в профессиональной подготовке специалистов в сфере археологии и этнологии // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия Исторические науки. Философия. Религиоведение. № 2(131). С. 85-94.

10. Sorin Hermon – Joanna Nikodem., 2007. 3D Modelling as a Scientific Research Tool in Archaeology // Layers of Perception. CAA. P. 1-6.

11. Чистяков П.В., Ковалев В.С., Колобова К.А., Шалагина А.В., Кривошапкин А.И., 2019. 3D моделирование археологических артефактов при помощи сканеров структурированного подсвета // Использование естественно-научных методов в археологических исследованиях. Новосибирск. С. 102-112.

12. Шепинина Е.М., 2017. Применение 3D моделирования в археологии: достоинства и недостатки // Вестник магистратуры. №1(64). С. 17-18.

References

1. Antonov M. A., 2018. Tekeliiskaya Buddiiskaya stela: issledovanie metodom fotogrammetrii [Tekeli Buddhist stela: research by photogrammetry] // «Margulanovskie chtenia – 2018. Duhovnaya modernizatsia i arheologicheskoe nasledie». Sbornik materialov Mejdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferensii. Almaty-Aktobe. Pp. 606-612. [in Russian].

2. Assylbekov K. M., 2019. Tsifrovaya 3D-fiksatsia obektov kulturnogo nasledia Saryarki [Digital 3D fixation of Saryarka's cultural heritage sites] // Margulanovskie chtenia – 2019: Materialy Mejdunarodnoi arheologicheskoi nauchno-prakticheskoi konferensii, posveshennoi 95-letiu so dnya rojdenia vydaiyshegosia kazahstanskogo arheologa K.A.

Akisheva. Nur-Sultan. Pp. 617-623. [in Russian].

3. Abilbekuly A., 2019. Kazakstan arheologiasyndagy ush olshemdi vizualizasia: bugini men bolashagy [Three-dimensional visualization in the archeology of Kazakhstan: present state and future // U.H. Shalekenovtyn 95-jyldygyna arналган «Kazakstannyn ruhani jangyru jagdaiyndagy otandyk arheologia men etnologia gylymynyn damu bolashagy» atty halykaralyk gylymi-tajiribelik konferensia materialdary / Jauapty red. B.K. Kalshabaeva. Almaty: Kazak universiteti. 238 p. [in Kazakh].

4. Abilbekuly A., Kazhenova G.T., 2019. Arheologialyk vizualizasiadagy fotogrammetrialyk tehnologialar [Photogrammetric technologies in archaeological visualization] // L.N. Gumilev atyndagy Eurazia ulttyk universitetinin habarshysy. Tarihi gylymdar. Filosofia. Dintanu seriasy. №4 (129). Pp. 63-70 [in Kazakh].

5. Bocharova E.N., Chistyakov P.V., Zhdanov R.K., Kolobova K.A., 2022. Trehmernaya vizualizasia v arheologicheskikh issledovaniiah: korreliatsionnoe issledovanie [Three-dimensional visualization in archaeological research: a correlation study] // Sibirskie istoricheskie issledovania. №3. Pp. 147–167. [in Russian].

6. Vavulin M., Zaitseva O., Pushkarev A., 2014. Metodika i praktika 3D skanirovaniia raznotipnykh arheologicheskikh artefaktov [Methodology and Practice of 3D Scanning of various types of Archaeological artifacts]. Sibirskie istoricheskie issledovania. №4. Pp. 21-37. [in Russian].

7. Fabio Remondino, Stefano Campana., 2014. 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Theory and best practices // BAR International Series 2598. 158 p.

8. Zaitseva O.V., 2014. 3D revolusia v arheologicheskoi fiksasii v rossiiskoi perspektive [The 3D Revolution in Archaeological Documentation from a Russian Perspective]. Sibirskie istoricheskie issledovania. №4. Pp. 10-20. [in Russian].

9. Umitkaliev U.U., Lbova L.V., Khabdulina M.K., 2020. Novye metody i tehnologii v professionalnoi podgotovke specialistov v sfere arheologii i etnologii [New methods and technologies in the professional training of specialists in the field of archaeology and ethnology] // Vestnik Evraziiskogo natsionalnogo universiteta imeni L.N. Gumileva. Seria Istoricheskie nauki. Filosofia. Religiovedenie. №2 (131). Pp. 85-94 [in Russian].

10. Sorin Hermon – Joanna Nikodem., 2007. 3D Modelling as a Scientific Research Tool in Archaeology // Layers of Perception. CAA. Pp.1-6.

11. Chistyakov P.V., Kovalev V.S., Kolobova K.A., Shalagina A.V., Krivoshepkin A.I., 2019. 3D modelirovanie arheologicheskikh artefaktov pri pomoschi skanerov strukturirovannogo podsveta [3D modelling of archaeological artifacts using structured light scanners] // Ispolzovanie estestvenno-nauchnykh metodov v arheologicheskikh issledovaniiah. Novosibirsk. Pp. 102-112. [in Russian].

12. Shepinina E.M., 2017. Primenenie 3D modelirovaniia v arheologii: dostoinstva i nedostatki [Application of 3D modelling in archaeology: advantages and disadvantages]. Vestnik magistratury. №1(64). Pp. 17-18. [in Russian].

Бекзатқызы И.
Институт археологии им. А.Х. Маргулана
Алматы, Казахстан
e-mail: irinabekzatqyzy@gmail.com

МЕТОДИКА И ПРАКТИКА 3D СКАНИРОВАНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ АРТЕФАКТОВ

Аннотация. 3D моделирование археологических артефактов – это процесс создания цифровых представлений объектов, который позволяет детально изучать и сохранять культурное наследие. В настоящее время в археологических исследованиях активно применяются две технологии 3D моделирования: сканирование (лазерные сканеры и сканеры структурированного подсвета) и фотограмметрия. Статья посвящена методике получения трехмерных археологических артефактов с помощью сканирования.

Цель данной статьи – поделиться опытом сканирования археологических артефактов, описать методику работы со сканером структурированного подсвета и представить полученные результаты и модели широкой общественности.

В рамках программы «Казахстан в древности и средневековье: систематизация и анализ археологических источников», реализуемой Институтом археологии им. А.Х. Маргулана, были проведены работы по сканированию разнотипных археологических артефактов. В предлагаемой статье приводится универсальная методика сканирования археологических артефактов при помощи сканера структурированного подсвета. Подробно изложены методики трехмерного сканирования музейных экспонатов разных размеров и типов орнаментации. Были пройдены все этапы построения модели: от сканирования до загрузки ее на сайт Sketchfab.

На примере трехмерных изображений музейных экспонатов даются основные рекомендации для сканирования археологических артефактов различных цветов и размеров. Приводятся примеры наиболее распространенных ошибок, появляющихся при сканировании в результате неправильных настроек оборудования либо из-за физических свойств сканируемых объектов.

Анализ ситуации в казахстанской науке показал, что на сегодняшний день отдельные научные институты и центры находятся на начальном этапе применения 3D-технологий в археологических исследованиях.

Ключевые слова: культурное наследие, цифровая археология, 3D моделирование, 3D сканирование, геоматика, археологическое наследие, виртуальный музей.

Для цитирования: Бекзаткызы И. Методика и практика 3D сканирования археологических артефактов // Мәдени мұра. 2024. №4 (107). 25-39 с.(каз.)

DOI: <https://doi.org/10.47500/2024.v20.i4.02>

I. Bekzatkyzy

Margulan Institute of Archeology

Almaty, Kazakhstan

e-mail: irinabekzatkyzy@gmail.com

3D SCANNING TECHNIQUES AND PRACTICES USED FOR ARCHAEOLOGICAL ARTIFACTS

Abstract. 3D modeling of archaeological artifacts involves creating digital representations of objects for detailed study and preservation of cultural heritage. Two key technologies used are scanning (laser and structured light scanners) and photogrammetry. This article focuses on the methodology for creating 3D models using structured light scanning.

The purpose is to share expertise in scanning archaeological artifacts, detail the methodology, and present results to the public. Conducted under the program "Kazakhstan in Antiquity and the Middle Ages: Systematization and Analysis of Archaeological Sources" by the Margulan Institute of Archaeology, the work involved scanning various artifact types.

The article outlines a universal method for scanning artifacts with structured light scanners, covering methodologies for museum exhibits of different sizes and ornamentation. The process—from scanning to uploading models on Sketchfab—is detailed. Recommendations for scanning artifacts of various colors and sizes are provided, alongside common errors caused by improper equipment settings or object properties.

An analysis highlights that Kazakhstani scientific institutions are in the early stages of adopting 3D technologies for archaeological research.

Keywords: cultural heritage, digital archaeology, 3D modeling, 3D scanning, geomatics, archaeological heritage, virtual museum.

For citation: I. Bekzatkyzy. 3D Scanning techniques and practices used for archaeological artifacts // Madeni mura. 2024. №4 (107).25-39 p. (in Kaz.)

DOI: <https://doi.org/10.47500/2024.v20.i4.02>

Автор туралы мәлімет:

Бекзатқызы Ирина, магистр, Геоматика және цифрлы археология бөлімінің кіші ғылыми қызметкері, Ә.Х. Марғұлан атындағы Археология институты, Алматы, Қазақстан.

ORCID: 0000-0001-9293-6479

Сведения об авторе:

Бекзатқызы Ирина, магистр, младший научный сотрудник отдела геоматики и цифровой археологии, Института Археологии им. А. Х. Маргулана, Алматы, Казахстан.

ORCID: 0000-0001-9293-6479

Information about the author:

Irina Bekzatkyzy, Master, Junior Researcher at the Department of Geomatics and Digital Archaeology, Margulan Institute of Archeology, Almaty, Kazakhstan.

ORCID: 0000-0001-9293-6479