SEEING BEYOND: THE ROLE OF THE EXACT SCIENCES IN THE STUDY OF ANCIENT CULTURES IN THE BULGARIAN LANDS

VESSELIN B. PANAYOTOV GRETA ZH. STOYANOVA BOZHIDAR S. STOYANOV EMANUIL S. STOYANOV YORDAN S. ARNAUDOV

ABSTRACT: *Contemporary research on ancient cultures increasingly transcends the boundaries of traditional archaeology, history, and philology. Interdisciplinary collaboration between the humanities and the exact sciences is at the basis of the current discoveries in historical, archaeological, and philological research. The integration of analytical methods from physics, astronomy, mathematics, computer science, and photogrammetry with the expertise of historians, archaeologists, and philologists opens new research horizons and enables scientific advances through the identification of features and details that previously remained inaccessible to conventional research approaches.*

The creation of highly accurate three-dimensional models, the analysis of geometric relationships and proportions, the reconstruction of astronomical orientations, and the processing of extensive factual and digital datasets demonstrate how contemporary technological tools enable us, quite literally, to "see beyond" the layers of time. These methods reveal structures and patterns that are invisible to the naked eye, offering new opportunities for the interpretation of historical evidence and the decipherment of erased or damaged texts.

The phrase seeing beyond in the title symbolizes precisely the process of overcoming the limitations of traditional observation through the integration of multidimensional human expertise with the capabilities of modern science and technology. The presented case studies illustrate how the synergy between the exact sciences and the humanities expands the frontiers of knowledge and opens new perspectives for the study, preservation, and dissemination of cultural heritage. This interdisciplinary approach leads to the transformation of a number of hypotheses into scientifically substantiated conclusions.

KEYWORDS: *interdisciplinary research; digital archaeology; photogrammetry; cultural and historical heritage; 3D modelling.*

DOI: https://doi.org/10.46687/SZDF7970

ПРОГЛЕЖДАНЕТО: ТОЧНИТЕ НАУКИ В ПРОУЧВАНЕТО НА ДРЕВНИТЕ КУЛТУРИ ПО БЪЛГАРСКИТЕ ЗЕМИ

ВЕСЕЛИН Б. ПАНАЙОТОВ ГРЕТА Ж. СТОЯНОВА БОЖИДАР С. СТОЯНОВ ЕМАНУИЛ С. СТОЯНОВ ЙОРДАН С. АРНАУДОВ

АБСТРАКТ: *Съвременните изследвания на древните култури все по-често надхвърлят границите на традиционната археология, история и филология. Интердисциплинарното сътрудничество между хуманитарните и точните науки е в основата на съвременните открития в историческите, археологическите и филологическите изследвания. Обединяването на аналитичните методи на физици, астрономи, математици, информатици и фотограметристи с експертизата на историци, археолози и филолози разкрива нови хоризонти и позволява научни иновации при идентификацията на особености и детайли, които преди оставаха скрити за традиционните методи на проучване.*

Чрез създаването на прецизни триизмерни модели, анализ на геометрични зависимости и пропорции, реконструкцията на астрономически ориентации и обработката на големи масиви от фактологични и цифрови данни се демонстрира как съвременните технологични инструменти ни позволяват буквалното да „прогледнем“ през пластовете на времето. Те

разкриват структури и закономерности, невидими за човешкото око и предоставят нови възможности за интерпретация на историческите данни и разчитане на заличени текстове.

Заглавието „Проглеждането“ символизира именно този процес – преодоляването на ограниченията на традиционното наблюдение чрез съчетаване на човешката многоизмерна експертиза с възможностите на съвременната наука и технологии. Представените примери демонстрират как синергията между точните и хуманитарните науки разширява границите на познанието и открива нови перспективи за изучаване, съхраняване и популяризиране на културно-историческото наследство, превръщайки редица предположения в научно обосновани заключения.

1 Въведение

Съвременният свят превърна цифровите модели и виртуалното разглеждане на културно-историческите обекти и артефакти във възможно най-детайлният начин те да бъдат видени, изследвани и съхранени. Запазените на територията на България крепости и църкви са истински архитектурни шедьоври и тяхното опазване, възстановяване и съхраняване за поколенията трябва да е първостепенна задача не само на държавата, но и на цялото общество.

Цифровизацията и по-конкретно фотограметрията вече са незаменими в археологията, историята, филологията – накратко в почти всички научни изследвания, които използват пространствени и физически данни на предмети, природни и архитектурни структури.

Фотограметричният подход се използва активно в процесите, свързани с проучването, съхранението и представянето на културно-историческото наследство, в процеси свързани с управлението на това наследство. Осъществяването на тези дейности е съобразено с национални нормативни актове и с документални източници на международно установени правила. В нашето съвремие цифровата фотограметрия играе ключова роля за правилното управление на това наследство, особено с оглед на неинвазивния характер на технологията. Фотограметрията се използва в различни етапи на работа с археологическото наследство: от издирването на цялостни обекти, конкретни археологически структури и съпътстващите ги артефакти, през тяхното разкопаване, изследване, консервиране и в последствие до експонирането им. Макар и археологията по начало да използва деструктивни методи, недеструктивните подходи в тази научна дисциплина се използват с приоритет [2]. Това е застъпено в Закона за културното наследство [5] и в Хартата за защита и управление на археологическо наследство от 1990 г. [22]. В съвременната реалност на високи технологични възможности фотограметрията е важна част от инструментариума на археолози, филолози и специалисти в сферата на културно-историческото наследство [3, 23].

Интердисциплинарен екип от Научен център „Преславска книжовна школа“ при Шуменския университет изследва културно-исторически обекти, основавайки се на продукти и резултати от фотограметрично заснемане. Проучени и заснети са редица обекти от различно естество и обем, като се започне от макрообекти, каквито са читалище ”Добри Войников” гр. Шумен, Мадарския конник…, и се стигне до микрообекти, като епиграфски паметници с размери на буквите от няколко милиметра и сфрагистични експонати с размерите на монета.

2 Точните науки в проучването на древните култури по Българските земи

Един от пространствено най-обемните обекти, които бяха обследвани от екипа, е **Народно читалище “Добри Войников – 1856” гр. Шумен**, което на последната за 2017

година сесия на Междуправителствения комитет на ЮНЕСКО беше прието да бъде вписано в регистъра на организацията за опазване на добрите практики и нематериалното културно наследство[1].

Сградата на читалище "Добри Войников", като изключително красиво творение на френски архитект, изобилства с детайли и разнообразни форми. Това постави предизвикателството да се оцени приложимостта и точността на фотограметричния метод за цифровизиране при съхраняването на такива културно-исторически обекти.

Беше осъществено фотограметрично заснемане [27][2] с безпилотен летателен апарат *(БЛА)* DJI Phantom-4. Създаването на цифровия модел протече на няколко етапа:

- подравняване на фотографиите;
- генериране на разреден облак от свързващи точки в зоните на застъпване;
- генериране на плътен облак от точки;
- създаване на полигонов модел от триъгълници;
- текстуриране на модела;
- създаване на йерархичен блоков модел с текстури.



Фигура 1. Цифров модел на Народно читалище "Добри Войников – 1856"

Като резултат бе постигната пространствена резолюция на модела от 1.32 cm/pix, с гъстота на точките - 0.578 points/cm². Големината на растерната клетка при текстурите е от порядъка на 6.58 mm/pix. (Фиг. 1 и 2).

За да се провери точността на цифровия модел на сградата на читалище "Добри Войников" бяха са направени 26 съответни измервания, както върху самата сграда, така и върху модела. От получените резултати се заключи, че средната грешка в точността на модела за изследваните зони е 2.8 мм, което за нуждите на дигитализацията на културно-историческото наследство е пренебрежимо малко.

[1] Досието по номинацията е с автор доктор Силва Налбантян-Хачерян, доктор по педагогика, чиито интереси се развиват в областта на културната политика, културното наследство и многообразие. Кандидатурата е разработена от професор Албена Георгиева и Милена Любенова от ИЕФЕМ при БАН *(https://kab.bg/vsichki_novini/българското-читалище-добри-войников)*.

[2] Процесите по заснемане и обработка са направени по методика, описана в [27]. За точното привързване на модела към географски координати бе използвана професионална Trimble R4 GNSS система, с помощта на която в режим RTK бяха измерени 8 точки - GCP (Ground Control Points).



Фигура 2. Повърхнинен модел на част от фасадата на читалището

Високата точност на използваната технология оказва влияние върху прецизността, с която са представени и малките детайли от фасадата на читалище "Добри Войников" – разнообразни форми, орнаменти и художествени детайли. Някои от тях се намират върху покрива, но по-голямата част са разположени отстрани на сградата. Поради различното местоположение на тези орнаменти и детайли за създаването на модела бяха приложени два подхода на заснемане. Опита показа, че за подобни обекти, изискващи фасадно заснемане, се получават много добри резултати при комбинирането на методите на въздушната и наземна фотограметрия. Крайните резултати свидетелстват, че в случая фотограметричният способ е прецизен, надежден и точен метод за цифрово представяне на сложни архитектурни обекти като Читалище „Добри Войников", а продуктите от заснимането имат и приложение при проектиране на ремонтни реставрационни дейности, изискващи точни изчисления на труднодостъпни и разнообразни като форма повърхности.

Друг интересен макрообект, който постави предизвикателство пред екипа, беше изследването на **тракийска куполна гробница** с дромос (гробница № 4) в местността „Пропада" в околностите на гр. Малко Търново [1], която се намира на върха на възвишение и е част от големия ансамбъл с гробове, известен като Тракийски некропол.

За нуждите на фотограметричното изследване беше използван безпилотен летателен апарат (дрон) от тип квадрокоптер, модел **DJI Mavic 2 Pro.**

Дронът е притежание на Шуменски университет и се стопанисва от катедрата по „Геодезия" в Техническия факултет[3]. Със своя голям (*1-инч*) сензор, светочувствителен обектив и стабилизирана по всички оси Hasselblad камера той допринесе за успешното заснемане на обекта, като осигури качествени изображения, без „шум" и размазване, в условия на ниска осветеност. Тракийската куполна гробница от местността „Пропада" беше особено предизвикателство, защото е слабо осветена, тъй като е разположена изцяло под короните на ниска широколистна гора. Поради особености на заобикалящата среда бе приложен **новаторски подход** за заснемането [14], който напълно се различава от принципите на класическата въздушна фотограметрия. Новият подход се изразява в

[3] Изказваме нашата благодарност на декана на Техническия факултет при Шуменския университет – проф. д-р инж. Събин Иванов, за съдействието!

хоризонталното преместване на дрона около обекта с малки стъпки и включва заснемането на множество кадри от всяка установена позиция, които се правят под различен вертикален ъгъл. Така се компенсира ограниченият обхват на камерата при облитане от малка височина. Максималният хоризонтален ход на дрона беше не повече от 3 м във всяка посока, а ъгълът на камерата вариираше в диапазона [90°,45°]. Този подход изискваше изключително прецизно управление на дрона и ангажираше цялото внимание на екипа.

Постигнатата изключително високата пространствена резолюция е гаранция, че всеки детайл, който е по-голям от 0.67 мм, се регистрира от матрицата на камерата и присъства в цифровия модел.

За успешността на приложения в първия етап новаторски подход за фотограметрично заснемане говори фактът, че от направените 606 снимки всички без изключение бяха опознати и използвани в изчислителния процес, защото в случай на пропуски в методиката и заснемането много от тях щяха да бъдат отхвърлени. Като резултат от изчислителния етап бяха генерирани и излъчени **три вида цифрови продукти** *– 3D йерархичен блоков модел, цифров височинен модел (DEM) и ортофотоплан.*

Първият модел е създаден благодарение на общите усилия на екипа и получените от снимачния етап качествени фотографии, представлява изключително прецизен триизмерен модел с фотореалистични текстури (Фиг. 3.). Пространствената резолюция на триизмерния модел е идентична с тази на единичните снимки, което означава, че е използвана максималната информативност на снимковия материал.

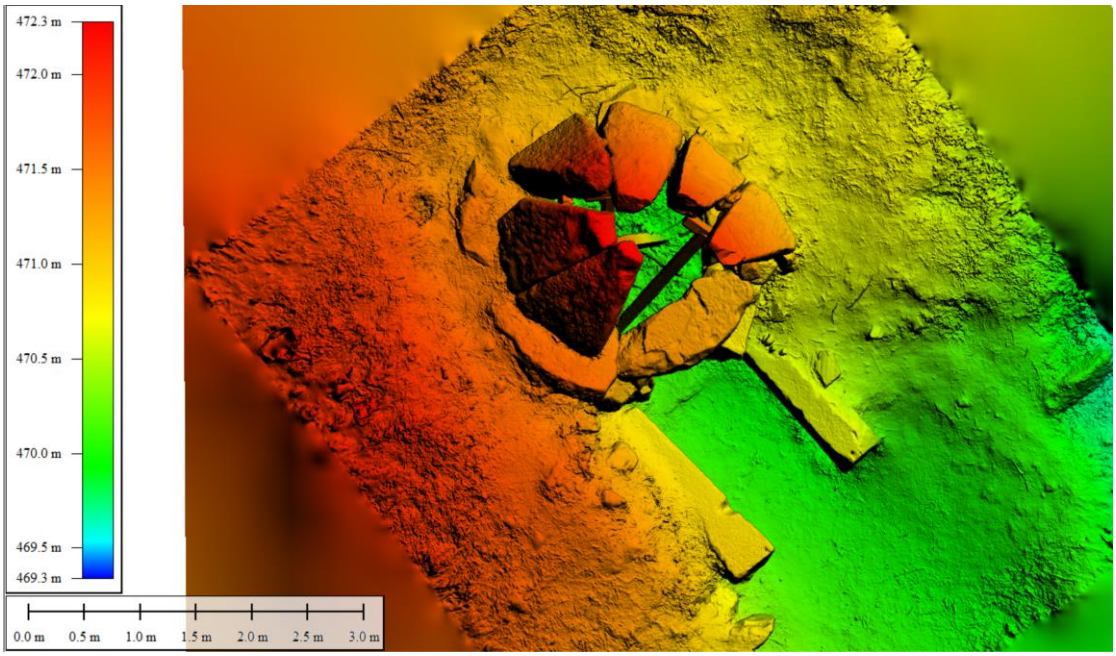


Фигура 3. Триизмерен йерархичен блоков модел на Тракийската гробница

Вторият излъчен продукт от фотограметричното заснемане е цифров височинен модел (DEM), който представлява растерно и георефериранo двумерно изображение, което представя височинната компонента за всяка точка с цветна стойност или отенък на сивото. Той позволява да бъде изследван релефа на повърхността без влиянието на текстурата.

Цифровият височинен модел показва (Фиг. 4.), че обектът е ориентиран на югоизток. В своята книга от 2021 г. Л. Цонев и П. Маркишки правят археоастрономически проучвания и показват, че основното кръгло помещение (ротондата) в гробницата не е съосно с дромоса. Това ясно се вижда и потвърждава от височинния модел. В същата книга те достигат до

интересното заключение, че „*ориентацията на ротондата, взета самостоятелно, е по-близка до посоката към Мишкова нива, отколкото посоката на дромоса, взет самостоятелно*“ [19].



Фигура 4. Цифров височинен модел на Тракийската гробница

Третият цифров продукт от фотограметричното заснемане е ортофотоплан, който съдържа хоризонталните координати на точките. Той представлява растерно георефериран образ с висока резолюция и детайлност. В него точките в изходните изображения са пренаредени така, че представят заснетата повърхност в ортогонална проекция. Ортофотопланът е изцяло наново генериран образ, в който имаме напълно вярна геометрия и метрични пропорции.

Цифровият височинен модел и ортофотопланът могат да се използват заедно като два отделни слоя, поставени един върху друг в специализиран софтуер. Това позволява върху тях да се извършват пространствени анализи и измервания като линейни дължини, площи, напречни сечения, обеми, и др.

Условията, при които беше извършено изследването на тракийска куполна гробница (гробница № 4) в местността „Пропада“, създадоха предпоставки за уникалност и иновации в използвания подход, които се изразяват в следното:

- За първи път бе осъществено въздушно заснемане в толкова ограничена среда, което наложи промяна в методиката на снимане.
- Беше създаден цялостен модел на обекта чрез комбиниране на вътрешно и външно заснемане.
- За първи път моделът позволява да се наблюдава и подземната част на обекта (Фиг. 5.). Ясно се видя кошеровидния характер на вътрешното помещение, което попада изцяло в невидимата подземната част.



Фигура 5. Комбиниран изглед на надземната и подземна част на гробницата

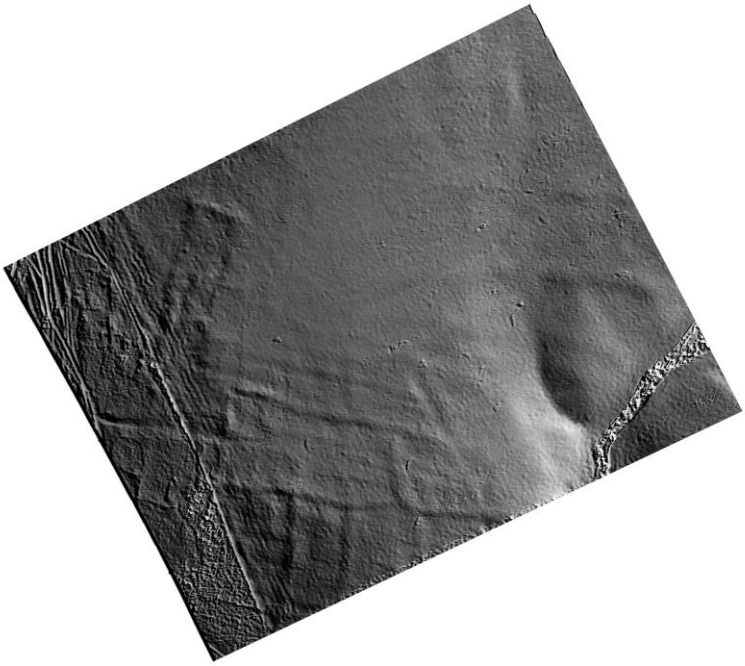
Постигнатите резултати илюстрират и доказват, че фотограметричният способ дава възможност за огромно приложение при документиране и дигитално съхранение на културно-историческото наследство. Разработената за случая методика, адаптирана към тежки снимачни условия, може успешно да се прилага и при други подобни обекти със затруднен достъп.

Едно важно приложение на съвременните недеструктивни методи, каквито са геофизичният [24], геоелектрическият [18] и въздушната фотограметрия [17], нашият екип приложи и при издирването на археологически обекти [9][4]. Осъществено бе недеструктивно археологическо проучване в **местността Долната чатма**, източно от с. Велино [4][5], община Шумен, област Шумен с научни ръководители доц. д-р Константин Константинов (ШУ "Епископ Константин Преславски") и Ивайло Кънев (НИМ-София). От първоначален обход на терена на повърхността се попадна на множество разхвърляни необработени камъни, регистрирана беше и фрагментирана битова керамика, предимно от гърнета с врязана украса и датировка от края на IX – първата половина на X век. Това даде основание да се проведе въздушно фотограметрично заснемане на терена. То бе реализирано от ст. преп. Божидар Стоянов и ст. преп. Емануил Стоянов. Заснетият участък обхвана площ от 350 декара (585 m x 600 m) и включваше обработваеми земи на около 1 км източно от с. Велино, в които се наблюдаваше висока концентрация на изровени от селскостопанската техника каменни блокове. Заснемането беше осъществено с помощта на безпилотно летателно средство, чиито полет беше предварително планиран и се осъществи по маршрут, отчитащ особеностите на терена. Бяха направени общо 243 снимки при средна височина на летене 130 м.

В следствие на обработката на получените резултати от въздушното заснимане на терена бяха изработени цифров височинен модел (Фиг. 6.) и ортофото план на проучената площ.

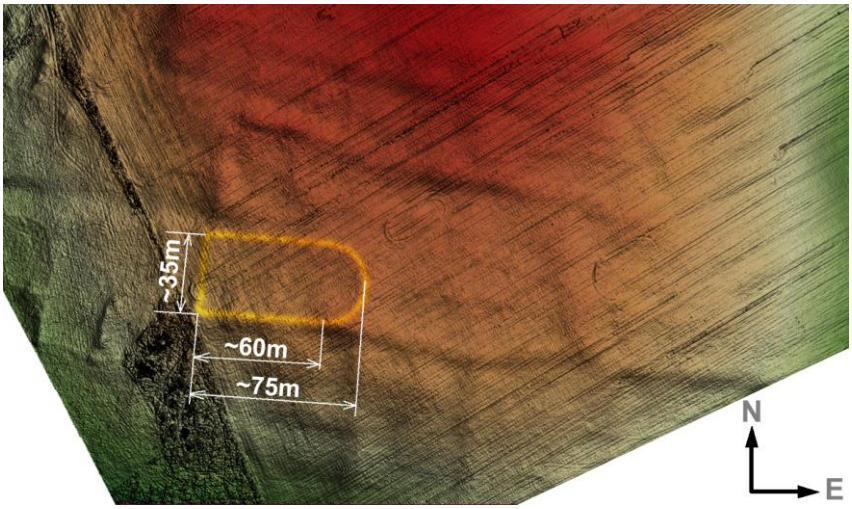
[4] То е залегнало и в нормативната база, уреждаща терените проучвания у нас, в т.ч. и в Правилника за провеждане на теренни археологически проучвания в Република България [9].

[5] Научни ръководители на проучването бяха доц. д-р Константин Константинов (ШУ "Епископ Константин Преславски") и Ивайло Кънев (НИМ-София), заместник-ръководител Християн Узунов (ИМ-Исперих), а научен консултант проф. д-р Стоян Витлянов (ШУ "Епископ Константин Преславски"). Резултатите от проучването са представени от Константин Константинов, Божидар Стоянов, Емануил Стоянов [4].



Фигура 6. Височинен модел на заснетия терен

За да се подчертаят релефните форми височинният модел беше подложен на допълнителна обработка с цифрови филтри. Височините бяха интерпретирани цветно, чрез модела HSV и комбинирани с резултатите от приложените филтри (Фиг. 7.). В крайните резултати ясно проличаха контурите на заровени в земята линейни структури с внушителни размери и правилна геометрия, което подкрепя тезата за вероятния им изкуствен произход.



Фигура 7. Фрагмент от забелязаните структури

Върху изследвания терен се проведоха и геофизични проучвания под ръководството на инж. Кирил Велковски и инж. д-р Християн Цанков върху площ от около 13 дка. Геофизичните проучвания бяха поведени с цел потвърждаване на данните от въздушната фотограметрия и изработения теренен модел и орто-фото мозайка. Като основен метод на

проучване беше избрано геомагнитно сканиране с магнитометър – градиентометър[6].

От получените геомагнитни данни бяха направени следните изводи:

В четири зони бяха констатирани аномалии с линеен характер, които с голяма степен на вероятност може да се смятат за предизвикани в следствие на останки от структури, някои от които (*Зона 03*) биха могли да се идентифицират като антропогенни.

В допълнение беше използван и методът на Вертикалното Електрическо сондиране (ВЕС) с цел проучване на стратиграфията в изследваните зони. Основава се на пропускане на ток в почвата през два захранващи електрода и регистриране на породена диференциална разлика в други два електрода. В два от трите ВЕС на дълбочина 0,9 м беше регистриран слой глини с камъни, което напълно кореспондира с данните от фотограметрията и геофизиката.

Постигнатите през 2022 г. резултати от недеструктивното археологическо проучване в м. Долната чатма, при с. Велино, общ. Шумен ясно показаха, че върху равната тераса източно от селото се развиват линейни каменни структури, вероятно част от предполагаем археологически обект. Получените резултати дадоха основание за провеждането на редовни археологически проучвания.

Едно от предимствата на фотограметрията за работа с **епиграфика** [3] е възможността генерираният измерим модел на паметника да бъде запазен в електронни директории позволяващи дистанционното проучване от специалисти [25], както и консервирането му в дигитален формат за поколенията. Висококачествените кадри, които сформират текстурния слой на модела, позволяват презентиране във виртуална среда, напр. виртуален музей [25]. Този ресурс може да бъде база и за артистична или акуратна дигитална реконструкция на големи площи с епиграфски материал [26], какъвто е примерът с Мадарския конник.

В някои случаи работата с епиграфски материал от ранните векове на българската история предполага анализирането на ерозирали повърхности. Това често затруднява виждането с невъоръжено око на епиграфски знаци с историческа стойност. Цифровата фотограметрия предлага инструментариум, разкриващ контури, които не могат да бъдат разграничени от човешкото око. Могат да се регистрират графити и рисунки, издълбани с фино острие. Заснемането на триизмерни данни с голяма точност от епиграфски паметници способства за различаването на изкуствените врязвания, особено върху ерозирала повърхност.

Фотограметрията дава възможност и за изследване на височинните вариации в епиграфските паметници [15]. Това характерно за технологията свойство намери своето приложение в работата на Научния център чрез въвеждането на един нетрадиционен подход за интерпретиране на епиграфските паметници. Той разкрива широки перспективи в анализа на цифровите продукти.

Конкретно работихме с епиграфски паметник (Фиг. 8), открит от ст. н. с. Мария Чичикова през 1987 г. [20, 21] в границите на предполагаемата столица на гетите – град Хелис (Археологическия резерват „Сборяново“, община Исперих). Към момента обектът е експонат от временната сбирка на Историческия музей – Исперих – *Археологическо наследство „Сборяново“* [6]. Към този обект приложихме нов тип повърхностна метрология на трудно четим епиграфски паметник.

Подходът позволи обективната проверка на иначе субективните визуални възприятия на изследователя, чрез цифровото разслояване на микрорелефа на епиграфски

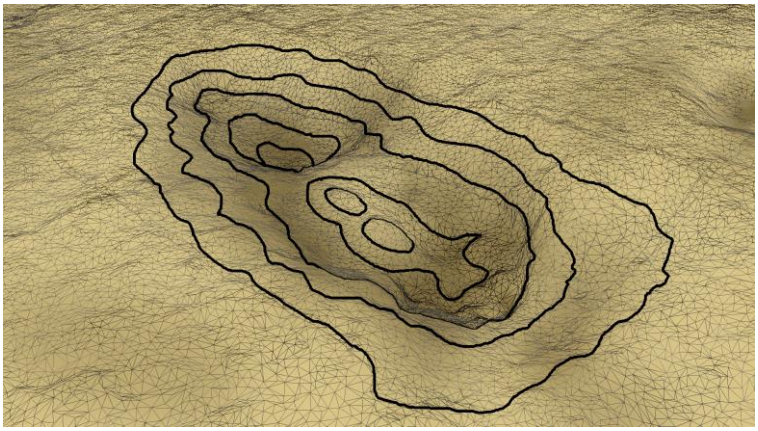
[6] За целите на проучването беше използван последен модел магнитометър – градиентометър GSMP-25G, оборудван с две високо чувствителни и прецизни магнитометрични глави в градиентна схема и координиран с GPS.

паметник на математически изчислени пластове. Този анализ бе направен с подобрена точност на дигиталните продукти. Благодарение на него в конкретния паметник са установени случаи на епиграфски палимпсест[7], които са открити и доказани метрично. Постигната е изключително висока пространствена разделителна способност от 0.05 mm., което е отвъд възприятията на човешкото око, и което даде основание за ново предложение за разчитане. Високата разделителна способност позволи врязаните знаци да бъдат разгледани не само по хоризонтала, но и по вертикала – в дълбочината на прорезите.



Фигура 8. Фотограметрично заснемане на епиграфския паметник от Божидар Стоянов

Използваната методология е същата като при картирането на земния релеф в геодезията и картографията (Фиг. 9), но в случая с епиграфиката той се приложи върху много по-малки обекти. Принципът е следният: моделът на релефа на епиграфския паметник се разслоява вертикално посредством изолинии, отместени една спрямо друга с равномерна стъпка равна на стойността на разделителната способност - 0.05 mm. Пресечната линия от хоризонталния разрез на повърхността на издълбаванията показва фòрмата на профила на съответната дълбочина. Предимството на този подход е, че в отделните пластове на един и същ прорез могат да бъдат открити контурите на различаващи се форми, което да спомогне за разчитането на знаци, които се припокриват [3] и които до сега не са разчетени.



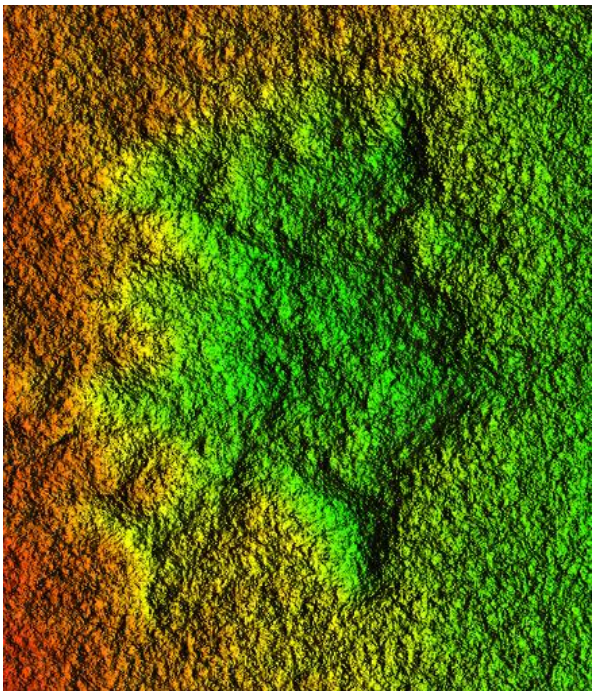
Фигура 9. Височинно разслояване на микрорелеф

[7] Това понятие вече се употребява в областта на епиграфиката от членове на Научен център „Преславска книжовна школа“ [8].

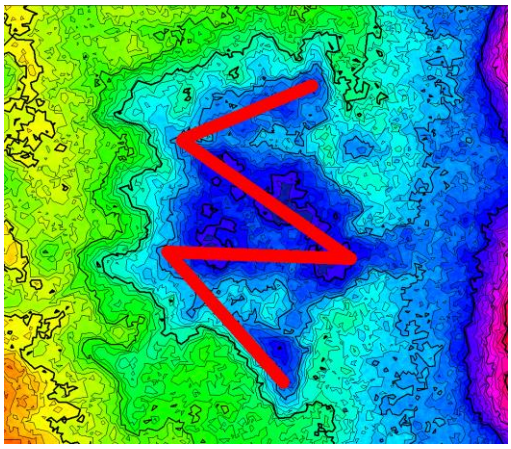
Надписът от античния град Хелис е увреден [20]. За експерименталното установяване на палимпсеста бяха анализирани три от знаците в надписа посредством обработката на изходни продукти от фотограметричния модел. Единият пример ни позволява да разчетем два припокриващи се буквени знака от гръцката азбука. Проблемната зона е в полето на знака, посочен от ст. н. с. Мария Чичикова като Σ (сигма) в името Менехармос [20]. Единият от двата знака е врязан по-вляво, а другият – по-вдясно [8].

Цветовете от DEM-а показват дълбочината на врязванията. Контурите на застъпващите се знаци са потвърдени и по метода на вертикалното разслояване (Фиг. 10b).

В центъра си конгломерацията от два знака е с по-дълбоки врязвания и там личи тяхното припокриване.



Фигура 10a. Фрагмент от DEM



Фигура 10b. Профил на знака Σ (сигма)

Знакът вляво, който се състои от по-плитки врязвания в лявата си част, е вариант за изписването на **ξ** (кси), а десният, който е врязан по-дълбоко, може да се предположи, че е Σ (сигма).

Тези констатации позволяват експериментът с разслояването да се счита за успешен и дават основание да се прилага при трудночетивни и повредени епиграфски паметници, каквито има много в нашето културно-историческо наследство. Методът дава възможност и много хипотетично разчетени надписи да се подложат на обективна ревизия.

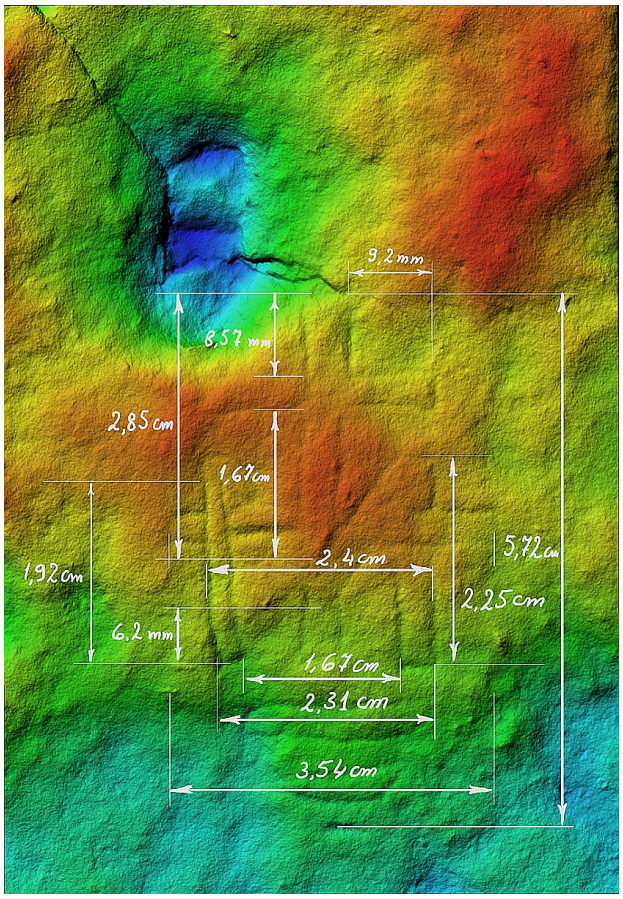
Друг интересен случай от интердисциплинарните ни изследвания в областта на епиграфиката е откриването и изследването на два графита от пещерата северно от **Пробития камък (Куклата), който се намира до с. Венчан, Провадийско** [16][8]. Става въпрос за два инициала с буквата М, които са много близки помежду си, но се намират на

[8] В периода октомври 2021 – март 2022 при теренни проучвания екип от Научен център „Преславска книжовна школа“ проучи пещерата северно от Пробития камък (Куклата), който се намира до с. Венчан, Провадийско. Експедициите са проведени по програма КИННПОР. По-подробно резултатите от изследването на този обект са оповестени подробно [16].

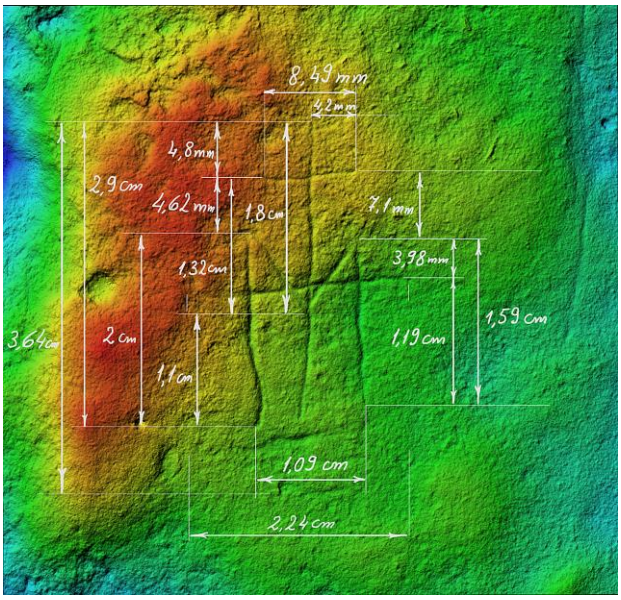
разстояние ок. 70 см един над друг [16]. Изработените DEM-модели позволиха определянето на точните размери на графитите и дълбочината на прорезите, с които са изобразени. Заснемането на двата обекта даде представа за сегашното състояние на изображенията и се създаде точно виртуално копие, което запазва изчезващите във времето графити.

Благодарение на резултатите от фотограметричното заснемане на двата графита и от изработването на DEM-модели беше направена съпоставка между еднотипни съотношения при двата графита. Оказа се, че получените стойности са много близки до т.нар. златно сечение (1.618).

Например, съотношението h/w (h – височина, w – ширина) при графит № 1 е (5.72)/(3.54) = 1.6158, докато при графит № 2 е (3.64)/(2.20) = 1.6545 (Фиг. 11a, 11b).



Фигура 11a. Измервания върху DEM на Графит 1



Фигура 11b. Измервания върху DEM на Графит 2

Графит № 2 е по-трудно забележим, но е издраскан приблизително със същата дълбочина (Фиг. 12), както показват и измерванията (графит № 1 е с дълбочина 0,43 мм, а графит № 2 е с дълбочина на прореза 0,359 мм). Разликата е само 0.071 мм.



Фигура 12. Съпоставка на дълбочините на врязвания между двата графита

Тези общи особености между двата графита, констатирани математически измеримо, могат да подкрепят хипотезата за един и същ автор или за добър имитатор? Въпреки че дълбочината на прорезите е близка (0,43 мм и 0,359 мм), профилът на прореза е различен – единият е по-широк, а другият е по-тесен и това се установи благодарение на данните от DEM. Тази малка разлика, невидима за човешкото невъоръжено око, може да се дължи или на различни инструменти, или на работа с едно и също острие, но с различна степен на износване на острието, или пък на различна позиция на ръката поради разликата във височината (70 см) на местоположението върху скалата. Пропорциите при двата графита (отношението на височина към ширина) обаче дават по-голяма разлика: според изчисленията те са 1.6158 за графит № 1 с контур (за сравнение златното сечение е 1,618) и 1.6545 за графит № 2.

DEM-моделите и изчисленията насочват и към предположението, че графитите са изписани един след друг в малък период от време. Пропорциите при графит № 1 (с контур) са по-близки до изписването на инициала М в рамките на квадрат (2,25 х 2,31 см), а съотношенията в цялата структура се приближават до златното сечение – тези особености на графит № 1, както и двойният контур, който представя по-сложна графика, би трябвало да аргументират заключението, че той е издълбан по-прецизно от графит № 2.

Детайлните данни от DEM-а дават основание да се заключи, че двата графита от пещерата при Пробития камък са уникални като артефакти. Въпреки че показват определена връзка с книжовната практика, с епиграфиката, с моливдовулите, архитектурата и други аспекти на средновековната култура, засега не е намерен точен аналог в рамките на българското културно-историческо наследство.

Близките паралели обаче предполагат, че конкретните графити са издълбани от опитна ръка на книжовник, запознат с тези практики, най-вероятно живял през X век. Благодарение на фотограметричните модели се осъществи детайлно обследване на двата графита с голяма точност. Всичко това провокира възможността за устновяване на ясна връзка и с по-късни културни епохи. Представената чрез графитите идеограма е донякъде индивидуална и показателна за личността на автора – той е образован книжовник/монах, с перфектен художествен вкус, със самочувствие на личност с висок статус в обществото (ако приемем идеограмата за личен ″монограм″); ако обаче приемем идеограмата като семиотичен текст, като съчетание между инициал М и кръст, това ще бъде особено концептуално изображение, което може да се мисли като специфичен елемент от

културата на X в. в района на старите български столици. Относно времето на изписване може да се предположат засега поне два времеви отрязъка: X век – свързано с близкия манастир от X в. край с. Равна; XIII век – свързано със сведенията за следи от пребиваването на исихасти в този район.

Друг важен резултат от прилагането на цифровата фотограметрия при изследване и реконструиране на надписи, се получи по отношение на стари надгробни паметници, които са почти заличени от времето и разрушителното въздействие на природните условия. Беше проведен експеримент с **каменен кръст**, намиращ се в гориста местност на планинско възвишение до с. Костенец [11, 12], Софийска област (Фиг. 13). Изветрянето на повърхността на камъка в комбинация с многобройните лишеи и мъх са направили невъзможно разчитането на текста с невъоръжено око. За да може да бъде видяно изобразеното послание, беше необходимо да се отдели външната текстура от релефната структура на камъка и анализът да се съсредоточи единствено към формите на релефа, който в случая е основният информационен носител. За целта беше направено фотограметрично заснемане на лицевата и обратната страна на паметника по методика, пригодена и оптимизирана специално за епиграфски паметници [10].



Фигура 13. Общ изглед на лицевата страна на каменния кръст

Общият брой на направените снимки е 18. Бяха генерирани два цифрови модела на релефа (съответно на лицето и на гърба на паметника) с пространствена разделителна способност 0.366 mm/pix. Така получените цифрови модели са достатъчно подробни и могат да пресъздават изключително малки релефни детайли, чиято големина е едва 1/3 част от милиметъра. Т.е. информацията се съдържа в моделите, но по някакъв начин трябва да се направи видима. Идеята за визуализацията на релефните форми е взаимствана от практиката на историците и археолозите за осветяване на релефите странично под малък ъгъл, така че всяка драскотина да изпъкне със своята сянка.

Беше направен и друг експеримент за визуализация на информацията от моделите на релефа с прилагане на авторска модификация на цифров филтър, в който се използва идеята на стара фотографска техника за подобряване на фотоснимки [13]. Постигнатият резултат е още по-добър откъм отчетливост и яснота на надписите и изображенията (Фиг. 14).



Фигура 14. Краен резултат от цялостната обработка на дигиталните продукти

Този опит показва, че предложените стъпки за цифрова реконструкция на старинни надписи дават отличен резултат. Може би най-големите достойнства на предложената технология са, че методът е дистанционен, не повреждa изследвания обект, а прилагането му към надгробни и епиграфски паметници не изисква големи инвестиции. Постигнатата детайлност и точност на моделите напълно удовлетворява изискванията на съвременните исторически проучвания и възможността за регистриране и разчитане на трудновидим или на практика невидим текст.

Важни резултати бяха постигнати и при триизмерни обекти. Беше направен опит да се създаде цифров модел на относително малък артефакт – реплика на оригиналната **бронзова глава от статуята на Севт III могилата Голяма Косматка**[9].

За изграждането му беше приложен модифициран вариант на фотограметричния подход чрез адаптиране на използваната вече методика [27] към конкретната задача.



Фигура 15. Позиции на камерата при заснемането на репликата

[9] Една от най-забележителните находки в могилата Голяма Косматка е ритуално погребаната пред фасадата бронзова глава от статуята на Севт III[9], която е стояла на пиедестал в столицата Севтополис (днес е покрита от водите на яз. „Копринка" край Казанлък *(bulgariatravel.org))*. Бронзовата глава е открита от археолога Георги Китов и понастоящем е изложена в Националния археологически музей (София, България) в съкровищницата.

Заснемането беше извършено от 5 различни вертикални нива на камерата и от еднакви разстояния спрямо обекта, който се снима (Фиг. 15).

Като резултат бяха получени **91** снимки с по **20** милиона пиксела за всяка. След обработката беше създаден векторен повърхнинен модел – TIN (Triangulated Irregular Network), притежаващ общо 456 928 неприпокриващи се триъгълници. Опитът показа възможности за дистанционно изследване на малък артефакт с идентични размери и характеристики и е начин за създаване на дигитално копие, което запазва автентичното състояние към момента на заснемането (Фиг. 16). Така се създават цифрови продукти, които могат да бъдат използвани за изграждане на база данни в полза на бъдещи изследвания, консервационни и реставрационни дейности, и др.



Фигура 16. Съпоставка на оригинала с дигиталното копие на репликата

Един от най-ефективните резултати в интердисциплинарните ни проучвания и на макро-, и на микроравнище засега са по отношение на **Кръглата църква в Преслав**[10]. Беше направено фотограметрично заснемане на храма. Създаден бе цифров модел на Кръглата църква, което допринесе за констатиране на точната ориентация на храма спрямо географските посоки на света и се даде възможност за почти неограничени разнородни измервания и за детайлни изследвания на Кръглата църква. Получените данни помогнаха за уточняването на светеца, на когото е посветен храмът, тъй като досега той се предполагаше само по присъствието на името Йоан в епиграфски надпис от баптистерия в Кръглата църква. Беше създаден максимално подробен и точен модел както по отношение на метричните показатели, така и по отношение на географското местоположение и пространствената ориентация на църквата. Бяха генерирани следните цифрови продукти:

- повърхнинен триизмерен модел (Mesh);
- йерархичен пространствен модел (Фиг. 17);
- цифров височинен модел – DEM (Digital Elevation Model);
- ортофотоплан.

[10] През 2020-2021 г. екип от Шуменския университет, ръководен от проф. д-р Веселин Панайотов, направи проучване на Кръглата църква (по Национална научна програма „Културноисторическо наследство, национална памет и обществено развитие“, финансирана от Министерството на образованието и науката).



Фигура17. Цифров модел на Кръглата църква във Велики Преслав

Получените цифрови продукти пресъздават идентично Кръглата църква във Велики Преслав и могат да се използват с необходимата достоверност за точни измервания и пространствени анализи. Много са приложенията от фотограметричното заснемане, но основно няколко за нашата работа се оказаха много важни: уточнение на светеца, на който е посветен храма; уточнение на пространствената ориентация и предложение на научно обоснована датировка на построяването на храма – въпроси, които досега в науката бяха сфера само на предположения и дискусии. Направените изследвания върху ортофотоплана и цифровия височинен модел показаха, **че ориентацията на надлъжната ос на църквата** (по направлението запад – изток) е с азимут 94.78 градуса (94° 47’), т.е. **целият градеж е завъртян на югоизток** (по посока на часовниковата стрелка, гледано отгоре) на 4.78 градуса (4° 47’) спрямо географския изток (Фиг. 18).



Фигура 18. Височинен модел на църквата, визуализиран чрез HSV Shader. Ясно се откроява отклонението на ориентацията на градежа от посоката на географския изток

Тази констатация стана причина за разгръщане на проучването в още една посока – уточняване патрона на храма. С помощта на геодезически методи беше установено, че от позицията на църквата, по направлението на нейната главна ос, хоризонтът е повдигнат с ъгъл 1,37° (1° 22′ 12″) вследствие на възвишение, разположено на разстояние 2,544 km. (Фиг. 19). С методите на археоастртономията се извършиха симулации на изгревите във

всички години и дати, които се свързват по някакъв начин със започването на градежа на църквата, за да се види с кой момент – дата, може да се свърже ориентирането по посоки и началото на строежа.



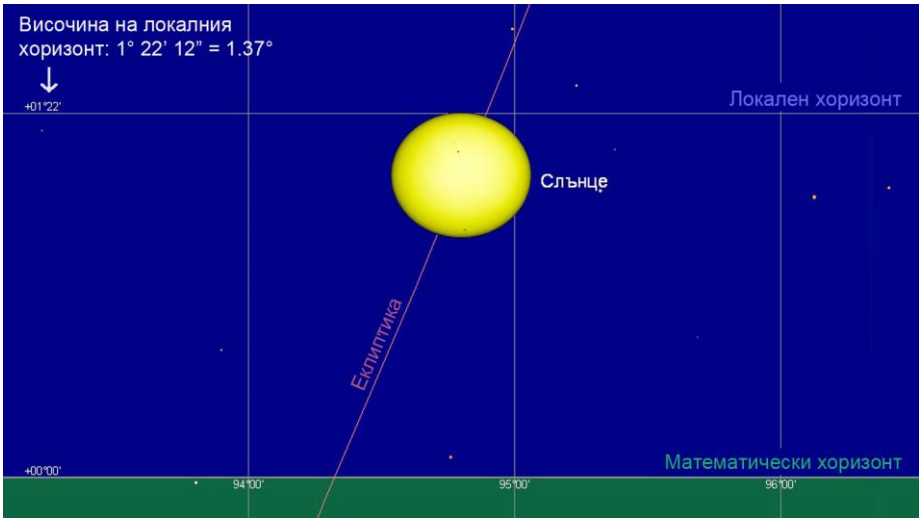
Фигура 19. Определяне на локалния хоризонт от позицията на църквата по направление с азимут 94,78°. Установено е повдигане на хоризонта с 1,37° (1° 22′ 12″) вследствие на възвишение, разположено на разстояние 2,54 km.

Датите бяха подбрани според указанието в надписа от баптистерия в Кръглата църква на хартофилакс Павел, че храмът е посветен на св. Йоан. Така се откроиха дати от църковния календар, свързани с честването на св. Йоан Кръстител и св. Йоан Богослов. Провери се един от критериите, според които може да се обвърже ориентацията на Кръглата църква с изгрева на слънцето на хоризонт в деня на светеца-патрон [19]. От направените симулациите (с компютърния планетариум Stellarium) ясно се вижда, че най-близко до азимут 4.78° са били изгревите около **26-ти септември, в годините 893 г. и 906 г.** Подобни (близки до 4.78°) азимути има и на 26-ти септември в годините 910, 914, 918, 922, 926 и 930 (Таблица 1). За тях обаче няма исторически данни, които да ги свързват със строежа на църквата.

Таблица 1. Азимути на изгревите (спрямо изтока) при височина на Слънцето 1,37° над хоризонта, наблюдавани от Кръглата църква

Дати	Години							
	324 г.	330 г.	400 г.	893 г.	894 г.	900 г.	906 г.	907 г.
7 януари	32.5	32.4	32.3	31.4	31.4	31.5	31.4	31.4
24 февруари	13.95	13.65	13.6	11.3	11.4	11.6	11.4	11.5
8 май	-23.1	-22.9	-23.2	-24.6	-24.5	-24.7	-24.5	-24.45
25 май	-28.55	-28.45	-28.7	-29.65	-29.6	-29.7	-29.65	-29.6
24 юни	-32.45	-32.45	-32.4	-32.15	-32.15	-32.1	-32.1	-32.15
30 юни	-32.1	-32.15	-32.1	-31.6	-31.6	-31.5	-31.6	-31.6
29 август	-12.3	-12.55	-12	-10.1	-10.2	-9.95	-10.15	-10.3
23 септември	0.95	0.7	1.3	3.1	3.05	3.3	3.05	2.9
26 септември	2.6	2.35	2.9	4.8	4.65	5	4.75	4.6

За да се потвърди точността на измерванията, специално за 893 г. бяха направени още 2 контролни симулации с по-прецизния френски планетариум (SkyChart)[11], който работи с модели на НАСА[12]. Резултатът бе категорично потвърден (Фиг. 20) чрез проведена симулация от астрофизика Пенчо Маркишки. **Патронът** на църквата се уточни благодарение на представените по-горе изследвания чрез цифровия височинен модел и ортофотоплана, както и чрез методите на археоастрономията много по-категорично.



Фигура 20. Симулация на слънчевия изгрев с виртуален планетариум Sky Chart v.4.2.1 за датата 26.09.893 г. (Симулацията е направена с моделите JPL DE404 и JPL DE431).

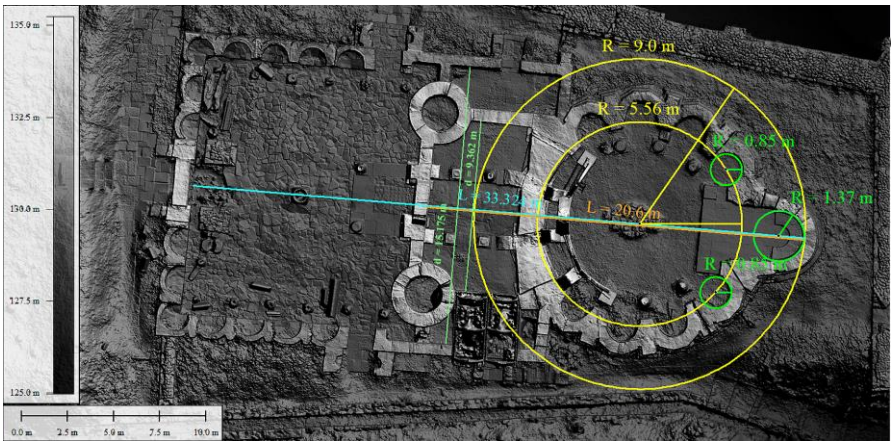
Днес с направените нови заснемания и обработка на данни на Кръглата църква се уточни, че патронът на храма е св. Йоан Богослов. Това се потвърди от датата, на която е ориентиран и очертан планът на Кръглата църква спрямо изгрева на хоризонта. Отклонението от географската посока Изток на изгрева по азимут е около 4.78°, според което е направено ориентирането на храма. За да се стигне до този резултат, бяха проверени всички изказани хипотези за години, които са предлагани за започване на строежа на Кръглата църква, и бяха включени всички дати от църковния календар (Таблица 1), на които се честват двамата Йоановци – св. Йоан Кръстител и св. Йоан Богослов. Получените резултати категорично сочат към датата **26 септември 893 г. (4.8º)** като с почти толкова близки резултати се получиха и за датата **26 септември 906 г. (4.75º),** когато според приписката на Тудор Доксов храмът вече е бил построен[13]. Тези данни сочат като най-вероятно посвещаването на храма на светеца Йоан Богослов, чието успение се чества именно на 26 септември, а годината съвпада с тази на така наречения в науката „Преславски събор“ от 893 г. [7]. Това доказва, че започването на строежа – **денят, в който е била направена ориентацията на храма спрямо посоките на света, е 26 септември 893 г.**

Предложеният начин на датиране на средновековен строеж на църква чрез прилагане на фотограметрично заснемане и изграждане на цифров височинен модел и ортофотоплан, съчетано с провеждането на археоастрономически симулации, би могъл да

[11] https://www.ap-i.net/skychart/doku.php?id=en/download
[12] https://en.wikipedia.org/wiki/Jet_Propulsion_Laboratory_Development_Ephemeris
[13] Това е така, ако приемем, че тогава са имали средства за измерване на азимута с точност до около 0.1 градуса, което са 6 дъгови минути. Не може да се твърди убедително, защото нямаме информация, какви инструменти са ползвани по нашите земи през Средните векове и дали изобщо са ползвани такива. Факт е обаче, че 6′ са доста повече от ъгловата резолюция на човешкото око, която е 1′ при нормално зрение и при оптимално осветление.

се използва и при други храмове, за които е ясно първоначално на кой светец са посветени, ако се приеме презумпцията за точното ориентиране на строежа от страна на строителите според изгрева на Слънцето в деня на светеца.

Получените резултати свидетелстват за продуктивността на подобно интердисциплинарно изследване. То дава възможност да се детайлизират факти, което само с „инструментите“ на една наука е невъзможно, както и да се съвместят различни методи за постигане на по-голяма точност и яснота. Допълнително бяха установени и математически зависимости в плана на храма (Фиг. 21) – отношения близки до Златното сечение.



Фигура 21. Отношения, измерени върху височинния модел на Кръглата църква, които са близки до стойността на Златното сечение. (Например: 1.37/0.85 = 1.611; 9.0/5.56 = 1.618; 33.324/20.6 = 1.6176)

Още един обект от Кръглата църква е в обсега на интердисциплинарно изследване от екипа на Научния център. Става въпрос за **епиграфски паметник от баптистерия на Кръглата църква** с огромно културно и историческо значение за България – най-ранния абецедар в европейската култура (Фиг. 22). За съжаление този ценен надпис е оставен на милостта на природата и не е защитен, поради което днес той вече е почти изчезнал и невидим за човешко невъоръжено око. По тази причина нашето заснемане и изследване придоби не само научна, но и спасителна мисия.

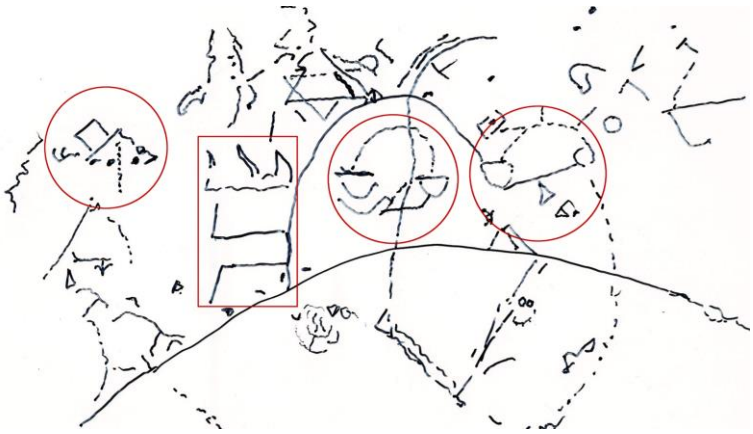
Едно от големите постижения на Научния център е откритието на епиграфския микротекст в рамките на този абецедар, който досега не беше известен на българската наука, а навярно и на европейската. Микротекстът представлява почти незабележимо допълнение към вече известни надписи или е контекст на други изображения. Нашите изследвания засега са го установили само в културата на Българския златен век. Примерът тук е по отношение на най-стария глаголически абецедар – Преславския (Фиг. 22). Първата му част изглежда така:



Фигура 22. Микрорелеф на АБЦДАР-а, представен с DEM

От това, което е останало от абецедара, се вижда, че не става дума само за азбучен ред, а по-скоро за азбука и контекст, който е свързан с нея. В това отношение са напълно видими фактите, които присъстват не само във фотографията, но още по-ясно личат в направената графична скица (Фиг. 23):

- Останките от първата буква никак не приличат на глаголическо А;
- Втората буква Б е в лигатура – продължава в глаголическо К;
- Третата В видимо също е лигатура с Д;
- Четвъртата не е Г, а Д в лигатура с И.



Фигура 23. Скица на епиграфския комплекс от баптистерия при Кръглата църква

Наблюденията могат да продължат, но и казаното дотук е достатъчно, за да се отчете втори, разширен вариант на четене в началото на абецедара, който досега беше невидим за изследователите. И така, проф. В. Панайотов разчете лигатурите са ⱏⰻ, ⰘⰖ, Ⱈⱍ. … Трябва да се отчете фактът, че най-видимата конструкция е около буквата ⱏ. Тази лигатура може да се прочете като думата ⱏⰰⰻⰰ – „бук(ъ)“ = бук(ы)?“. Възможно е обаче ⱏ и ⰻ да са абревиатура на думите ***б****агатур* и ***к****анартикин*? Следователно още втората буква на абецедара съобщава нещо извън буквения ред. Проф. В. Панайотов разчете втората лигатура като ⰘⰖ с предположението, че четенето трябва да започне отгоре-надолу, според европейската практика. Третата лигатура Панайотов предлага да се прочете по правилото бустрофедон (отдолу-нагоре, т.е. посока обратна на предишното четене), по причина, че само така двете групи от букви ще дадат смислен ред, а по-точно групата ДВНД = Д(а)вид. Основания за това дават не само средновековната българска ръкописна традиция – начините на съкращаване на имената (и конкретно на името Давид), но и Давидовата звезда от микротекста, за която стана видима и за която се спомена по-горе. Следователно втора и трета лигатури навярно образуват единен текст, по-точно името Давид. Следствията от този прочит обогатяват съществено познанията ни за Златния век и събитията в столицата. Важното е, че тези открития са възможни благодарение на интердисциплинарните изследвания. Те доказват релевантността на бъдещо сътрудничество между хуманитарните и математическите науки в рамките например и на проучванията на средновековната криптография и химнография. Приложението на математическите методи може да подпомогне изследването на средновековния криптотекст и на неговите особености, както и да се установят неговите

алгоритми, формули и методи, да описват и изчисли вероятността доколко едно филологическо явление да се повтаря случайно или преднамерено.

3 Заключение

В заключение от десетките различни по териториален обхват, обем (дву- и триизмерни) и специфика на материала (метал, камък…) обекти на българското културно-историческо наследство, които досега бяха в обсега на научно интердисциплинарно изследване от екип на Научен център „Преславска книжовна школа“ при Шуменския университет, може да се каже, че точните науки имат решаващ фактор за обективността на научните изводи. В частност фотограметрията дава възможност за истинско проглеждане, за виждане на невидимото с невъоръжено око, и за възможности изследователят да работи неограничен от обстоятелствата на времето и пространството, и на микро- и на макроравнище.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Агре Д., Д. Дичев. Отчет за изпълнение на етап 2 от трансграничен българо-турски проект Project CB005.1.22.166 “Development of common cultural tourism destination in the Strandzha (Yildiz)/Sakar area based on archaeological and historical objects”, автори Д. Агре, Д. Дичев, април 2018.

[2] Арнаудов, Й. Реконструкция на надгробни могили. Археология, консервация и експониране. – В: Преславска книжовна школа. Т. 23, Шумен, 2023, ISSN 2603-4522 (Print), ISSN 2603-4530 (Online), 278-286, конкретно стр. 280 (CEEOL).

[3] Арнаудов, Й. Фотограметричният подход при работа с релефни епиграфски паметници. – В: Преславска книжовна школа. Том 22, Шумен, 2022, ISSN 2603-4522 (Print), ISSN 2603-4530 (Online), 428-436 (CEEOL).

[4] Стоянов, Б., Е. Стоянов. “Недеструктивно археологическо проучване в местността “Долната чатма“ при село Велино, Шуменско“, Конференция с международно участие “Модерните технологии и интердисциплинарният подход към културното наследство“, НАИР Плиска, 29–30 юни 2023 г. Програмата на конференцията е достъпна в: https://balkanstudies.bg/images/Модерните_технологии_и_интердисциплинарният_подход_към_културното_наследство_-_Програма_final.pdf

[5] Закона за културното наследство, чл. 147, ал. 3, обн. ДВ. бр.19 от 13 март 2009 г., посл. изм. ДВ. бр. 51 от 5 юни 2026 г.

[6] Каталог на избрани находки от изложба "Археологическото наследство "Сборяново". Временна експозиция на Исторически музей – Исперих, 2024, кат. № 14, с. 16.

[7] Николов, А. Факти и догадки за събора през 893 година. – В: България в световното културно наследство. Материали от Третата национална конференция по история, археология и културен туризъм „Пътуване към България – Шумен, 17 – 19.05. 2012 г. Шумен, 2014, с. 229-237.

[8] Панайотов, В., Н. Николов. Епиграфски диалози – 2. Надписите от Черноглавския манастир и архивът на Тодор Балабанов. – В: Преславска книжовна школа. Т. 23, Шумен, 2023, с. 225.

[9] Правилника за провеждане на теренни археологически проучвания в Република България. - ДВ, бр. 12, 07.02.1997 г.

[10] Стоянов, Б. Фотограметрично заснемане на епиграфски паметници. – В: MATTEX 2020, Т. 2, Университетско издателство “Епископ Константин Преславски“, Шумен, 2020, с. 302 – 305. ISSN: 1314-3921.

[11] Стоянов, Б., Е. Стоянов. Цифрова реконструкция на епиграфски надписи. – Литермедия, 2021 – http://litermedia.com/index.php?ind=downloads&op=entry_view&iden=343

[12] Стоянов, Б., Е. Стоянов. Цифрова реконструкция на надписи, издълбани върху стари надгробни паметници. – В: Епиграфика и медиевистика. Т. II. Изследвания. Шумен, 2025, с. 234-240.

[13] Стоянов, Б., Е. Стоянов. Модифициране на цифров метод за подобряване на изображения чрез дефокусиране. – Научна конференция ШУ "Епископ Константин Преславски", Институт за перспективни изследвания за отбраната – МО, Факултет по артилерия, ПВО и КИС на НВУ „Васил Левски” – Шумен, 4.12-5.12.2008 – гр. Шумен, 2008, с. 247 – 254.

[14] Стоянов, Б., Е. Стоянов. Тракийска гробница от местността „Пропада“ в Странджа – фотограметрично представяне. – В: Преславска книжовна школа. Т. 24, Шумен, 2024, с. 535-364.

[15] Стоянов, Б., Й. Арнаудов, Е. Стоянов. Приложение на фотограметрията в анализа на епиграфски паметници чрез разслояване на микрорелефа. – В: Преславска книжовна школа. Том 24, Шумен, 2024, ISSN 2603-4522 (Print), ISSN 2603-4530 (Online), 365-379 (CEEOL):
[16] Стоянов, Б., В. Панайотов, Г. Стоянова, Е. Стоянов. Епиграфски диалози – 2. Два графита от района на „Пробития камък“. Културни контексти. – В: Епиграфика и медиевистика. т. II. Изследвания. Шумен, 2025, с. 136-183.
[17] Стоянов, Б., Е. Стоянов. Използване на новите технологии за събиране на пространствена информация и приложението им в археоастрономията. In: Publications of the Astronomical Society of Bulgaria, 1, 25-41.
[18] Хмелевской, В., В. Шевнин. Электрическое зондирование геологической среды. Издательство Московсково Университета ч. II, 1992.
[19] Цонев, Л., П. Маркишки, И. Кръстев. „Археоастрономия: Три етюда за обекти в България“, Изд. Булга Медия, София, 2021.
[20] Чичикова, М. Новооткритият епиграфски паметник за култа на Фосфорос в Североизточна Тракия. – В: Terra Antiqua Balcanika, IV. София, 1990, с. 82 – 92.
[21] Чичикова, М. Посветителен надпис на богинята Фосфорос. – В: Стоянов, Т. 2015 (ред. и съст.) Сборяново. Т. III. Тракийският гад: Градоустройство, укрепителна система, архитектура. София, 2015, с. 59 – 74.
[22] Charter for the protection and management of the archaeological heritage (1990). Prepared by the International Committee for the Management of Archaeological Heritage (ICAHM) and approved by the 9th General Assembly in Lausanne in 1990. (Харта за защита и управление на археологическото наследство. Подготвена от Международния комитет за управлението на археологическо наследство и одобрен от Деветото общо събрание в Лозана през 1990 г.): https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/arch_e.pdf, retrieved on 22.09.2026.
[23] Davies, V., D. Laboury (eds). The Oxford Handbook of Egyptian Epigraphy and Paleography. Oxford Handbooks, 2020, online edn, Oxford Academic, 5 Mar. 2020), https://academic.oup.com/edited-volume/28284, retrieved on 23.09.2026.
[24] Filzwieser, R. et al (2019). Pliska – integrated geophysical prospection of the first Early Medieval Bulgarian capital. – Bulgarian e-Journal of Archaeology, 9.2, 229-262.
[25] García, D., L. Aláez. A sample of the application of digital photogrammetry to Latin epigraphy: The Epitaphs of the Vadinienses in 3D. – In: Epigraphy in the Digital Age: Opportunities and Challenges in the Recording, Analysis and Dissemination of Inscriptions, edited by Isabel Velázquez Soriano and David Espinosa Espinosa, Archaeopress, 2021, pp. 83–90. JSTOR, https://doi.org/10.2307/j.ctv1xsm8s5.12, retrieved on 29.10.2026.
[26] Revez, J. 3D Scanning, photogrammetry, and photo rectification of Columns in the Karnak Hypostyle Hall. In: Davies, V., D. Laboury (eds). The Oxford Handbook of Egyptian Epigraphy and Paleography. Oxford Handbooks, 2020, online edn, Oxford Academic, 5 Mar. 2020. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190604653.013.26, retrieved on 29.10.2026.
[27] Stoyanov, B., E. Stoyanov. The usage of new technologies for collecting spatial data and ways of application in archeoastronomy. In: Publications of the Astronomical Society of Bulgaria (PASB), 2016, p. 5-14, available at: http://astro.shu-bg.net/pasb/index_files/Papers/2016/Stoyanov.pdf, retrieved on 01.12.2016.

Веселин Панайотов
Месторабота: Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“
ORCID ID: 0009-0006-4627-6696
E-mail: v.panayotov@shu.bg

Грета Стоянова
Месторабота: Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“
ORCID ID: 0009-0002-6291-4679
E-mail: g.stoyanova@shu.bg

Божидар Стоянов
Месторабота: Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“
ORCID ID: 0000-0002-3527-0612

E-mail: b.stoyanov@shu.bg

Емануил Стоянов
Месторабота: Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“
ORCID ID: 0009-0003-5952-1433
E-mail: e.stoyanov@shu.bg

Йордан Арнаудов
Месторабота: Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“
ORCID ID: 0009-0000-0767-6853.
E-mail: y.arnaudov@shu.bg