

## ПРЕДЛОЖЕНИЕ

за провеждане на докторантура в редовна форма на обучение  
по реда на чл. 21, ал. 7 от ЗВО  
в Института по математика и информатика при Българска академия на науките

професионално направление: 4.6. Информатика и компютърни науки  
докторска програма: „Информатика“

тема на докторантурата:

**Тримерно моделиране на обекти от културното наследство: методи за създаване,  
семантично обогатяване и валоризация като дигитални двойници**

Предложил темата: доц. д-р Весела Статкова

### Актуалност

Тримерната дигитализация на обекти от културното наследство е една от най-динамично развиващите се области в дигиталните хуманитаристики и информатиката. Развитието на достъпни методи за фотограметрия, LiDAR сканиране и невронна тримерна реконструкция (NeRF, Gaussian Splatting) разширява значително възможностите за създаване на високо-детайлни тримерни модели на културни обекти - от отделни артефакти и скулптури до архитектурни ансамбли и археологически обекти. Същевременно концепцията за дигитален двойник (digital twin), утвърдена в индустриалния сектор, привлича нарастващ интерес в областта на културното наследство.

Въпреки технологичния напредък, остават значителни предизвикателства. Липсва утвърдена методологическа рамка за оценка и избор на подходящи методи за тримерна дигитализация в зависимост от типа обект, мащаба и целите. Семантичното обогатяване на тримерните модели - свързването им с метаданни, онтологии и свързани данни - е все още слабо развито. Стандартите за оперативна съвместимост на 3D съдържание в културния сектор (IIF 3D, 3D-HOP, Web3D) са в процес на формиране, а европейски инициативи като Europeana 3D Task Force и CARARE активно работят по дефинирането на общи рамки за описание, публикуване и обмен на тримерно съдържание.

Ролята на изкуствения интелект (ИИ) в тази област е двойна. От една страна, ИИ методи (невронна реконструкция, компютърно зрение, автоматична сегментация) са ключов инструмент за създаване и аотиране на тримерни модели. От друга страна, семантично обогатените дигитални двойници, публикувани като свързани отворени данни, стават ценен ресурс за ИИ системи - те позволяват автоматизирано разсъждение, търсене и генериране на нови знания за културното наследство. Свързването на тримерните модели с Wiki-екосистемата (Wikidata идентификатори, Wikimedia Commons) и публикуването им чрез специализирани платформи (Sketchfab, 3DHOP, Europeana) допълнително разширява тяхната достъпност и потенциал за повторна употреба.

Предложената докторантура е пряко свързана с приоритетите на проекта FOCUS, по-специално с направленията „Datafication of cultural heritage” и „AI in GLAM”. Тримерният модел, разглеждан като данни (а не само като визуализация), е ключов елемент от datafication на наследството. Използването на методи на ИИ за автоматизирана реконструкция и

семантично аотиране обвързва докторантурата и с изследователската програма в областта на изкуствения интелект за културния сектор.

## Цел на докторантурата

Целта на докторантурата е разработването и експерименталната валидация на методи за създаване, семантично обогатяване и валоризация на тримерни модели на обекти от културното наследство.

## Научни задачи и методи за изпълнение

- **Сравнителен анализ на методи за тримерна дигитализация** (фотограметрия, структурирана светлина, LiDAR, NeRF, Gaussian Splatting) и разработване на критерии за избор на метод в зависимост от типа обект, изискваната точност, достъпност и мащаб;
- **Разработване на методология за семантично обогатяване на тримерни модели**, включващо свързване с онтологии (CIDOC-CRM), аотиране на зони и елементи, и интеграция с метаданни от други източници;
- **Изследване на концепцията за дигитален двойник в контекста на културното наследство** и дефиниране на формален модел, описващ неговата структура, жизнен цикъл и връзка с реалния обект;
- **Проектиране на архитектура за управление на дигитални двойници**, включваща съхранение, версионироване, достъп и интероперабилност (с използване на стандарти като IIF 3D, glTF, Web3D), съобразена с европейските стандарти и инициативи (Europeana 3D, CARARE);
- **Свързване на дигиталните двойници с Wiki-екосистемата** (Wikidata идентификатори, Wikimedia Commons) и изследване на модели за публикуване чрез специализирани платформи (Sketchfab, 3DHOP, Europeana) и портали за отворени данни;
- **Изследване на модели за валоризация** - повторна употреба на дигиталните двойници в образованието (VR/AR среди), туризма (виртуални обиколки), научните изследвания (измервания, сравнителен анализ), реставрацията (мониторинг на състоянието) и творческите индустрии;
- **Експериментална валидация** чрез изграждане на прототипи на българско културно наследство и оценка на прилагането на предложените методи.

## Очаквани резултати

В резултат от изследванията се очакват:

- сравнителна оценка на методи за тримерна дигитализация, с критерии и насоки за избор на метод в зависимост от типа обект и целите на дигитализацията;
- методология за семантично обогатяване на тримерни модели на обекти от културното наследство, прилагаща принципите на свързаните данни;
- формален модел на дигиталния двойник за културно наследство, описващ неговата структура, жизнен цикъл, връзки и интерфейси;
- прототипна архитектура за управление на дигитални двойници, демонстрираща съхранение, версионироване, семантичен достъп и визуализация;
- набор от тримерни дигитални двойници на конкретни обекти от българското културно наследство, създадени и обогатени по предложената методология, свързани с Wikidata идентификатори и публикувани чрез подходящи платформи;
- модели и сценарии за валоризация на дигиталните двойници в различни области - образование, туризъм, научни изследвания, реставрация, творчески индустрии, включително сценарии за машинна консумация на данните от ИИ системи;
- научни публикации в областта на информатиката, компютърното зрение, дигиталното културно наследство и 3D моделирането.

## Въздействие

Очакваните резултати ще допринесат за развитието на методологическата и технологичната база за тримерна дигитализация на културното наследство в България. Предложеният формален модел на дигиталния двойник и методологията за семантично обогатяване ще създадат предпоставки за преминаване от изолирани 3D модели към интегрирани, интероперабилни и повторно използвани цифрови ресурси.

От информатична гледна точка, докторантурата ще допринесе за развитието на методи в областта на компютърното зрение, семантичния уеб и управлението на 3D данни, с потенциал за приложение и извън културния сектор - в архитектурата, градското планиране и индустриалния дизайн. Свързването на тримерните модели с Wiki-екосистемата и европейските инфраструктури (Europeana, EOSC) ще повиши видимостта и повторната употреба на българското 3D културно наследство, а подготовката на данните за машинна консумация ще осигури ресурси за бъдещи приложения на ИИ в сектора.

## Място на зачисляване

Секция „Софтуерни технологии и информационни системи” (ИМИ-БАН)

## Използвана научна инфраструктура

КлаДА-БГ

HEMUS supercomputer