

ВЪВЕДЕНИЕ В STEM ОБУЧЕНИЕТО ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА 3D ТЕХНОЛОГИИ И ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Деница Минева, Коста Гъров

Резюме. Интегрирането на съвременни триизмерни технологии и инструменти с изкуствен интелект поставя началото на фундаментална промяна в парадигмата на STEM обучението, превръщайки го в динамичен процес на активно технологично творчество. Настоящата разработка предлага систематизирана методическа рамка за прилагане на софтуерната платформа Blender като интердисциплинарна среда, в която генеративният изкуствен интелект служи за катализатор на концептуалното проектиране и инструмент за оптимизиране на когнитивните усилия на обучаемите. Изследването анализира потенциала на виртуалната реалност (VR) като критичен компонент за пространствена верификация и оценка на проектните решения в реално време. Чрез предложения теоретико-приложен модел се цели качествено повишаване на технологичната грамотност и развитие на висшите когнитивни функции на учениците. Докладът аргументира необходимостта от холистично съчетаване на професионален 3D софтуер и адаптивни алгоритми за постигане на устойчиви образователни резултати.

Ключови думи: STEM образование, 3D моделиране, Blender, Изкуствен интелект, Виртуална реалност, Методика.

Увод

В съвременната образователна среда концепцията за STEM обучение претърпява съществена промяна. С навлизането на дигиталните технологии в България училищата се изправят пред ново предизвикателство – необходимостта от интегриране на сложни софтуерни инструменти в учебния процес. В страната ни се изградиха модерни STEM центрове, което осигури необходимата техническа база, но същевременно разкри липсата на систематизирани методики за тяхното ефективно използване.

В настоящата разработка предлагаме методическа рамка, която интегрира 3D проектирането, генеративния изкуствен интелект (ГИИ), виртуалната реалност (VR) и 3D принтирането в единен образователен процес. Основната цел на изследването е да подпомогне мисловната дейност

на учениците чрез използване на ГИИ. Този инструмент може значително да намали преградата при усвояването на софтуер като Tinkercad и Blender. ГИИ вече се прилага широко в STEM образованието и предоставя нови възможности за персонализирано обучение.

Предложеният модел предстои да бъде изследван в реална училищна среда.

Преглед на литературата

Ефективността на STEM обучението е обект на задълбочен научен интерес в последните години, като изследователите акцентират върху необходимостта от интегриране на съвременни технологични инструменти в образователната практика. Гъров и Добрев [1] обосновават, че интегрирането на изкуствен интелект в обучението по информационни технологии в гимназиален етап позволява организиране на интердисциплинарни проектни задачи, които превръщат традиционните теми в продукт на STEM обучение. Тодорова и колектив [2] подчертават значението на комбинирането на статични визуализации и динамично онагледяване за развитие на познавателни умения у учениците в прогимназиален етап по компютърно моделиране. Този принцип за визуална подкрепа на разбирането е предпоставка и за предложената VR верификация в настоящата разработка.

Приложението на Tinkercad и 3D принтиране в интердисциплинарен STEAM контекст е изследвано в [4], където се установява, че преходът от виртуален към физически обект задълбочава разбирането и стимулира рефлексията на учениците. Прегледът на Пиърсън и Дюбе [7] обобщава теоретичните основи на 3D принтирането в образованието и установява, че сред най-често отчитаните резултати са развитието на критическото мислене, креативността и уменията за проектиране. Техера и колектив [8] обобщават в систематичен преглед приложението на 3D моделирането и принтирането в подготовката на учители и откриват нарастващ интерес към тези технологии, но и недостига на структурирани методически насоки за прилагането им. Дигиталните инструменти в STEM обучението са систематизирани в [3], като се откроява потенциалът им за повишаване на учебната ангажираност. Изкуственият интелект подпомага диференциацията и индивидуализацията на обучителния процес чрез инструменти за създаване, персонализиране и адаптиране на учебното съдържание [1]. Систематичният преглед на Тене и колектив [5] върху 22 емпирични проучвания установява, че технологии като виртуалната реалност имат положителен ефект върху ангажираността и постиженията на учениците в STEM образованието, което подкрепя включването на VR верификация в предложения модел.

Обзорът на Цакени и колектив [6], обхващащ 24 емпирични проучвания, показва, че инструментите с изкуствен интелект все по-често изпълняват ролята на активен помощник в регулирането на познавателните процеси, като подпомагат метапознанието на учениците чрез обратна връзка и стратегически насоки в реално време. Това разбиране е близко до функцията, която ГИИ изпълнява в настоящата разработка – на технически консултант, който насочва, без да замества мисленето на ученика.

Въпреки описаните постижения, прегледът на литературата разкрива недостиг на изследвания за ролята на ГИИ като когнитивен асистент при овладяване на професионален 3D софтуер. Настоящото изследване се стреми да запълни тази празнина, предлагайки модел, в който ГИИ служи като инструмент за преодоляване на пречките в STEM обучението.

Методически модел

В основата на предложената методическа рамка стои идеята, че ефективното STEM обучение изисква смислена връзка между отделните технологични инструменти. Все пак STEM е мултидисциплинарен подход, в който се изучават четири различни дисциплини, а този метод ще обедини четири компонента – 3D проектиране, генеративен изкуствен интелект, пространствена верификация чрез VR и материализация чрез 3D печат – като всеки изпълнява конкретна роля.

Хипотези на изследването

Предложеният модел се основава на три работни хипотези, които очертават рамката и очакванията към него и които предстоящият педагогически експеримент следва да провери. Първата хипотеза предполага, че интегрирането на ГИИ асистент ще съкрати значително времето за създаване на сложен 3D модел, без да се отрази негативно върху качеството на обучението. Втората хипотеза е, че VR верификацията ще намали грешките в крайните 3D принтирани обекти, тъй като пространственото възприятие улеснява идентифицирането на проблеми в модела. Третата хипотеза предвижда, че проектно-базираният подход ще повиши интереса към STEM дисциплините, като предостави на учениците смислен и осезаем резултат от собствената им работа.

Етапност и приемственост

Идеята на практическата реализация е по време на работа, ученикът да има възможност да използва ГИИ, получавайки насоки от него, които да подпомогнат процеса при работа с 3D технологии.

Обучението ще бъде структурирано в два последователни етапа. Първият ще се проведе в прогимназията, където учениците ще работят с

Tinkercad, за да изградят пространствено мислене и базова увереност при работа с триизмерни обекти [4]. Едва след това се преминава към втория – в гимназията, където ще се работи с Blender.

Ролята на изкуствения интелект

В предложения модел изкуственият интелект няма да замести мисленето на ученика, а ще го подпомага и развива, функционирайки като технически консултант в реално време. Той предлага насоки, генерира помощни структури и обяснява логиката зад конкретни операции, без да взема решения и без да изпълнява стъпките вместо ученика. Това разграничаване е принципно важно от дидактическа гледна точка [4].

Изкуственият интелект ще намери и приложение при калибрацията на VR очилата. Изчисляването на параметрите за стереоскопичното изображение е технически трудоемка задача. Това изображение се изпраща до телефоните, поставени във VR очилата, а ръчното му изчисляване би отнело ценно учебно време. Предоставяйки тази задача на ИИ, освобождаваме време, което учениците могат да вложат в проектна дейност.

Виртуална верификация

След завършването на 3D модела следва етапът на пространствена верификация, който смятаме за значим в предложената рамка. Чрез експортиране на модела към мобилно устройство и използване на смартфон-базиран VR очила, ученикът оценява своята разработка в реална пространствена среда и разглежда мащаба и пропорциите на обекта. Смятаме, че именно това преминаване от екран към виртуално пространство прави етапа толкова ценен.

Практическо приложение: Проект „Земята – наш дом“

За да илюстрираме предложената методическа рамка на практика, разработихме примерен проект за ученици от гимназиален етап. Учениците създават реалистичен 3D модел на планетата Земя, като съчетават знания от математика, астрономия и дигитален дизайн.

Фаза 1: Концептуализация с изкуствен интелект

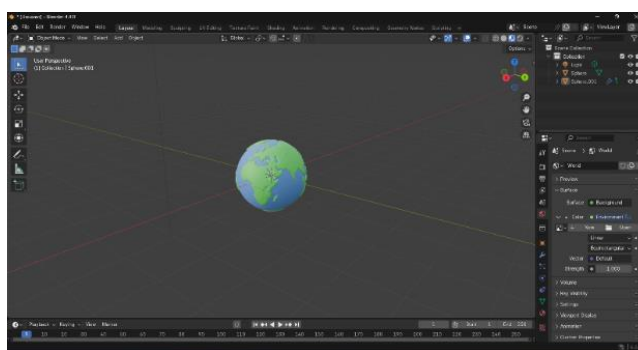
Проектът започва с визуално изследване на различни типове планетарни повърхности чрез ИИ инструменти като Canva AI или Bing Image Creator. Учениците се запознават с prompt engineering – умението да формулират прецизни текстови описания, от които зависи качеството на генерирания резултат. Генерираното изображение ще служи като визуална основа за последващо моделиране.

В следващата стъпка учениците използват модели като Google Gemini или Claude, за да получат насоки за работа в Blender в контекста на конкретния си проект. Тук се появява естествената връзка с математиката и физиката: учениците питат ГИИ за алгоритми, свързани с гравитационни полета, кратерообразуване или атмосферни слоеве и получават обяснения, които ще имат пряко приложение в модела им.

За по-напреднали ученици е възможно генерирането на Python скрипт, включващ математически формули за изграждане на планетарен терен. Скриптът се изпълнява в Blender чрез таб Scripting, което въвежда учениците в реална програмна среда по един мотивиращ и обоснован начин. За останалите е предвиден по-достъпен подход – използването на вградения Noise Texture нод в Blender, който постига същия визуален ефект без необходимост от програмиране. По този начин моделът е диференциран и позволява всеки ученик да участва на нивото, което съответства на неговите умения, без да се губи общата образователна цел.

Фаза 2: Моделиране в Blender

Следващият етап е същинското изграждане на модела в Blender. Учениците започват от базова сфера, към която прилагат изработената във Фаза 1 основа – генерирания скрипт или Noise Texture нода, за да оформят релефа на планетарната повърхност. След това добавят материали и текстури, които разграничават сушата от водните басейни, и настройват осветлението на сцената. По време на работа учениците продължават да използват ГИИ асистента, който им предоставя насоки при конкретните операции и обяснява логиката зад използваните модификатори. Резултатът от този етап е завършен триизмерен модел, подготвен за последваща проверка.



Фигура 1. 3D модел на планетата Земя, разработен в Blender

Фаза 3: VR верификация

Готовият модел се експортира към смартфон, който е част от комплекта за виртуална реалност, и се поставя в очилата. Чрез стереоскопичното изображение ученикът разглежда своята разработка в реална пространствена среда и оценява мащаба и пропорциите на обекта.

Този преглед позволява да се установят несъответствия, които остават незабележими при работа върху двумерен екран – например изкривявания в геометрията или неточности в съотношенията между елементите. При откриване на проблем ученикът се връща към Фаза 2, нанася корекции и повтаря проверката. По този начин VR верификацията намалява вероятността от грешки в крайния отпечатан обект.



Фигура 2. Мобилен комплект за виртуална реалност, интегриран в училищната STEM среда



Фигура 3. Физически 3D принтиран модел

Фаза 4: 3D принтиране

Финалният етап е отпечатването на модела. Проверената разработка се експортира в подходящ за печат формат и се подготвя чрез слайсер софтуер, в който се задават параметрите на отпечатване – височина на слой, запълване и опори. След това моделът се отпечатва на наличния в STEM кабинета 3D принтер. Когато ученикът държи в ръцете си изцяло моделирания от него обект, процесът на работа се завършва, а самият ученик преминава през всички роли в инженерния цикъл – от концепция и проектиране до материализация.

Заклучение

Предложеният в настоящия доклад модел ще бъде проверен чрез педагогически експеримент в рамките на дисертационно изследване.

За потвърждаване на хипотезите ще бъдат приложени тестове за оценка на дигиталните умения, анкети за самооценка и качествен анализ на финалните 3D проекти по критериите: техническа сложност, научна точност и творческо решение. Моделът е разработен така, че да може да бъде реализиран с наличната техническа база в STEM центровете в България. В качеството на следващ етап предстои разработването на дидактически материали и практическата апробация на модела.

Предложената в настоящия доклад методическа рамка представлява опит за концептуално обединяване на най-съвременните технологични инструменти в рамките на българското STEM образование.

Взаимодействието между 3D моделирането, генеративния изкуствен интелект, виртуалната реалност и 3D принтирането е методически обоснован цикъл за формиране на инженерно мислене у учениците.

Благодарности

Настоящата разработка е реализирана с подкрепата на Факултета по математика и информатика към Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“. Специална благодарност към научните си ръководители – проф. д-р Коста Гъров и доц. д-р Стефка Анева – за ценните насоки, задълбочената експертна подкрепа и неизменната мотивация, оказани в хода на изследването. Благодарност се отправя и към ръководството на училището – г-жа Гинка Пенчева и г-жа Даниела Хубчева, за съдействието при стартирането, калибрирането и практическото изпробване на 3D принтерите и VR техниката в STEM кабинет.

Литература

- [1] K. Garov, I. Dobrev, The use of artificial intelligence in information technology classes – applications and benefits, *Education and Technologies*, 2024, 15 (2), 402–406, <https://www.doi.org/10.26883/2010.242.6204>
- [2] Е. Тодорова, С. Анева, С. Чиликова, П. Делчева, Формиране и развитие на познавателни умения в обучението по „Компютърно моделиране и информационни технологии“ в прогимназията, *Юбилейна международна научна конференция „Компютърни технологии и приложения“*, 15 – 17 септември 2021, Пампорово, България, 103–114
- [3] D. Peykova, K. Garov, Digital tools for STEM education, *Proc. of Anniversary International Scientific Conference REMIA'2021*, 21–28
- [4] A. Barbosa, I. Vale, D. Alvarenga, The use of Tinkercad and 3D printing in interdisciplinary STEAM education: A focus on engineering design, *STEM Education*, 2024, 4 (3), 222–246, <https://doi.org/10.3934/steme.2024014>
- [5] T. Tene, J. Marcatoma Tixi, M. Palacios Robalino, M. Mendoza Salazar, C. Vacacela Gomez, S. Bellucci, Integrating immersive technologies with STEM education: a systematic review, *Frontiers in Education*, 2024, 9, 1410163, <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1410163>
- [6] M. Tsakeni, S. Nwafor, M. Mosia, F. Egara, Mapping the scaffolding of metacognition and learning by AI tools in STEM classrooms: A bibliometric-systematic review approach (2005–2025), *Journal of Intelligence*, 2025, 13 (11), 148, <https://doi.org/10.3390/jintelligence13110148>
- [7] H. Pearson, A. Dubé, 3D printing as an educational technology: Theoretical perspectives, learning outcomes, and recommendations for practice,

Education and Information Technologies, 2022, 27 (3), 3037–3064, <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10733-7>

- [8] M. Tejera, S. Galiç, Z. Lavicza, 3D modelling and printing in teacher education: A systematic literature review, *Journal for STEM Education Research*, 2025, 1–32, <https://doi.org/10.1007/s41979-025-00147-2>

Деница Минева^{1,*}, Коста Гъров²

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Факултет по математика и информатика

бул. „България“ № 236, 4027 Пловдив, България

Автор за кореспонденция: denitsa.mineva@uni-plovdiv.bg

INTRODUCTION TO STEM EDUCATION THROUGH THE USE OF 3D TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Denitsa Mineva, Kosta Garov

Abstract. The integration of modern three-dimensional technologies and artificial intelligence tools marks the beginning of a fundamental paradigm shift in STEM education, transforming it into a dynamic process of active technological creativity. This paper proposes a systematized methodological framework for applying the Blender software platform as an interdisciplinary environment, in which generative artificial intelligence serves as a catalyst for conceptual design and a tool for optimizing the cognitive efforts of learners. The study analyzes the potential of virtual reality (VR) as a critical component for spatial verification and real-time evaluation of design solutions. Through the proposed theoretical-applied model, the aim is to qualitatively enhance technological literacy and develop higher cognitive functions in students. The paper argues for the necessity of holistically combining professional 3D software and adaptive algorithms to achieve sustainable educational outcomes.

Keywords: *STEM education, 3D modeling, Blender, Artificial Intelligence, Virtual Reality, Methodology.*