

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Борислава Любомирова Костова

Тема на дисертационния труд: Интегриране на 3D принтиране и роботика със
съвременни технологии за целите на образованието

Член на научното жури: проф. д-р инж. Валентин Матеев Матеев, ТУ-София

Заповед на Директора на ИР-БАН №: 94 от 29.07.2026

Област 5. Технически науки

Професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика

Научна специалност: Приложение на принципите и методите на кибернетиката в
различни области на науката

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.

Представеният дисертационен труд изследва възможностите и приложението на съвременните технологии за 3D печат, роботика и изкуствен интелект в три основни направления на образованието - традиционно, профилирано хуманитарно или артистично, в това число насочено към ученици със специални образователни потребности. Конкретно целта на дисертацията е да се разработи, валидира и анализира подход за интегриране на технологиите за 3D моделиране, 3D принтиране, роботика и изкуствен интелект с цел повишаване на ефективността на образователни STEAM активности.

За изпълнение на поставената цел се дефинират следните основни задачи: 1) Разработване, валидиране и анализиране на протокол за автоматизирана разработка на образователно STEAM занимание, включващо използване на изкуствен интелект в помощ на учителя, както и за неговото провеждане, с прилагане на 3D отпечатани образователни макети и сценарии с образователен робот; 2) Дефиниране на подход за автоматизирано създаване на 3D отпечатани персонализирани модели и тяхното приложение за образователни цели; 3) Разработване и създаване на програма за автоматизирано 3D моделиране в AutoCAD среда, предназначена за създаване на декоративни елементи базирана на предложения подход, като се създадат и изследват 3D отпечатани модели предназначени за обучение по приложни изкуства. Изследване и прилагане на подхода, разработеното програмно решение и 3D отпечатаните предмети в учебния процес; 4) Изследване и анализ на ефективността на 3D отпечатани помощни устройства за писане за ученици със специални образователни потребности. Да се анализират подходи за създаване на персонализирани помощни устройства. В това число да се изследват методи за адаптация, вземане на индивидуални размери и определяне на основни геометрични параметри; 5) Разработване на програма за автоматизирано създаване на 3D модел на персонализирано устройство за писане за ученици със затруднения във фината моторика.

Намирам поставени задачи, формираната цел на дисертационната работа и нейните технически аспекти за определено значими и актуални в научноприложно и приложно отношение.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

Дисертационният труд е в обем от 150 страници, като включва въведение, 5 глави за решаване на формулираните основни задачи, заключение, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 140 литературни източници, всичките на латиница. В направения литературен обзор е обхваната много значима подборка на широк спектър публикации по темата. Тук впечатление прави умението на автора да се ориентира свободно в проблема и класифицира литературните източници, идентифицира водещи направления на развитие в областта на темата на дисертацията и свободно използва възможностите на съвременните технологии. В следващите глави се разглежда значението и актуалността на темата на дисертационния труд, дефинират се основните цели и задачи и се описва неговата структура. Глава 1 представлява въведение в предметната област на изследването. В тази глава е направено проучване и анализ на литературата в областта на приложението на технологиите за 3D печат, роботика и изкуствен интелект за целите на общото образование, профилите в изкуства и обучението на ученици със специални образователни потребности и по-конкретно със затруднения във фината моторика. Глава 2 представя разработката на протокол за провеждане на образователно STEAM занимание, включващо 3D отпечатани образователни макети, сценарии с робот NAO и използване на изкуствен интелект. Описано е експерименталното изследване на протокола по време на урок по физика в гимназиален етап на общообразователно училище в гр. София. Регистриран е ефекта от използването на технологиите върху образователния процес. В Глава 3 се описва разработеният подход за автоматизирано създаване на 3D отпечатани персонализирани модели и тяхното приложение за образователни цели. В Глава 4 се представя създаването на иновативна програма за автоматизирано 3D моделиране на пръстени, следвайки подхода от Глава 3. Описана е апробацията на програмата в реална образователна среда, в профилирана паралелка по дизайн и конструиране на облекла и аксесоари в гимназия в гр. Гоце Делчев. Представени са резултатите от изследването и ефектът от включването на програмата в образователния процес върху мотивацията и интереса на учениците към науката и технологиите. Следвайки подхода от Глава 3, в Глава 5 е описано създаването на иновативна програма за автоматизирано 3D моделиране на помощни устройства за писане за лица със затруднения във фината моторика и атипичен захват. Иновативните елементи в разработката на тези програми, спрямо съществуващите такива решения, са повишените нива на персонализация на образователния процес и неговата автоматизация. Степента на познаване състоянието на същността на проблема по литературни материали и прилагането на творческа подходи към интерпретациите за решаването му са несъмнено на високо ниво.

3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси.

Конкретно целта на дисертацията е да се разработи, валидира и анализира подход за интегриране на технологиите за 3D моделиране, 3D принтиране, роботика и изкуствен интелект с цел повишаване на ефективността на образователни STEAM активности. В тези направления са формирани и основните задачи на дисертационната работа. Избраната методика на изследване са основава на разработеният подход за автоматизирано 3D моделиране, във всичките му фази, от проектиране, през принтиране, до различни нива на тестване, на персонализирани образователни средства и надгражда съществуващите такива. Поставен е конкретен акцент върху универсализация на проектирането чрез използвания принцип за опростен и минималистичен дизайн, който

позволява бързо производство, итеративност, персонализация и разбираемост на функцията. Използвани са стандартизирани базова геометрия, преодолявайки ограничения на технологията за 3D сканиране, на която са базирани съществуващите научни разработки. Разширена адаптация към нуждите на потребителя, към различни образователни предмети и нивото на знания. Подходът е валидиран посредством разработката на две програми за автоматизирано 3D моделиране. Впечатление прави стремежа към валидиране на получените резултати в релевантна среда за целта на дисертационната работа. Смятам че, избраната методика на изследване съответства на поставената цел и задачи на дисертационния труд и е отразена в постигнатите приноси.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Обектната област, към която е насочена научната и приложната дейност на дисертационния труд е използването на съвременни технологии за целите на образованието. Разгледано е приложението на технологиите за 3D моделиране, 3D печат, роботика и изкуствен интелект в три основни направления на образованието - традиционно общообразователно, профилирано в творчески дисциплини и насочено към ученици със специални образователни потребности.

Откроявам следните по-значими обективни резултати, реализиращи целта и формиращи приносите на дисертационния труд:

1. Разработен подход за автоматизирано 3D моделиране на предмети с образователна цел. Подходът включва автоматизирано генериране на 3D модели в средата на AutoCAD и последващо изработване с 3D принтер. Алгоритъмът търси оптимални параметри в три направления: (1) адаптация към потребител, (2) адаптация към инструмент и (3) визуален ефект с образователна стойност.
2. Протокол за провеждане на образователно STEAM занимание, включващ използване на ИИ в помощ на учителя, 3D принтирани образователни макети и сценарий за работа NAO.
3. Създадена програма за автоматично 3D моделиране на пръстени в AutoCAD среда, разработена на базата на подхода.
4. Създадена програма за автоматизирано създаване на 3D модел на персонализирано устройство за писане за ученици със затруднения във фината моторика, разработена на базата на подхода.
5. Създадена и приложена методика за апробация на моделите в специфична образователна среда, при различни учебни сценарии и удовлетворяване на специални образователни потребности.

5. Научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд.

Представените от автора приноси на дисертационната работа съответстват на направените изследвания и получените резултати. При известно обобщаване и подреждане, смятам, че приносите могат да бъдат представени по следния начин.

Научно-приложни приноси

1. Разработен е подход за автоматизирано създаване на 3D принтирани персонализирани модели предназначени за образователни цели. Подходът включва автоматизирано генериране на 3D модели в средата на AutoCAD и последващо изработване с 3D принтер.
2. Разработен е протокол за провеждане на образователно STEAM занимание, който включва използване на изкуствен интелект в помощ на учителя, 3D принтирани образователни макети и сценарии за работа NAO.

Приложни приноси

1. Създадена е програма за автоматично 3D моделиране на пръстени в AutoCAD среда. Програмата позволява персонализиране на геометрични параметри и автоматично поставяне на декоративни елементи избрани от библиотека. Програмата работи в два варианта. Един за генериране на 3D модели и втори, който постъпково демонстрира начина на създаване на моделите, с образователна цел.

2. Изследвани са свойствата и качествата на реални 3D принтирани модели получени от предложената програма.

3. Проведено е пилотно приложение на разработения софтуер за автоматизирано създаване на 3D принтирани пръстени в реален учебен процес. Резултатите са анализирани и систематизирани.

4. Проведено е изследване на ефективността на 3D принтирани помощни устройства за писане за ученици със специални образователни потребности. Анализирани са различни подходи за създаване на персонализирани помощни устройства. Изследвани са методи за адаптация и вземане на индивидуални размери. Въз основа на това са определени основните геометрични параметри, които оказват най-съществено влияние върху ергономичността и удобството при ползването им.

5. Разработена е програма за автоматизирано създаване на 3D модел на персонализирано устройство за писане за ученици със затруднения във фината моторика.

Научноприложните и приложните приноси спадат към създаването и развитието на методите за изследване, иновативни конструкции и технологиите в областта на дисертационната работа. Практическата приложимост на разглежданите методи ще нараства все повече в обозримо бъдеще, което ще повишава значението на приносите на труда на дисертанта.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите.

Личното участие на дисертанта в приносите може да бъде оценено от представения дисертационен труд, направените научни публикации и представения автореферат. От тях може да се направи заключение, че в основната си част те са разработени от докторанта и се явяват продукт на творческия труд и положените усилия. Разбира се, не трябва да бъде пренебрегвана и ролята на научните ръководители и на съавторите на публикациите.

Впечатление прави приключването на работата по дисертацията в срока на обучение, преди изтичане на четиригодишния период на обучение през 1.7.2027. Това свидетелства за посветеност и систематична работа за постигане на поставените задачи. В периода са положени шест изпита, всичките с отлична оценка, отразено е участие на четири научни форума със съответните публикации, в това число самостоятелен доклад и публикация и извършената изследователската работа с апробационните дейности за постигнатите резултати.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани, през периода 2024 - 2025, т.е. в периода на изготвяне на дисертационната работа. Резултатите в дисертационния труд са публикувани в 4 статии, които са докладвани на международни конференции и са издадени в томовете на тези конференции. Една от тях е с SJR, Q3, още две са публикувани в издания индексирани Scopus и една с ISSN/ISBN индексирани сборници. В тези публикации има 1 самостоятелна, в 2 е първи съавтор и в 1 е втори съавтор. Към август 2026г. са забелязани 5 бр. цитирания на тези статии, които очаквано ще нарастват. В Scopus и Google scholar са видими и други

авторски публикации и цитирания, които свидетелстват за продължаващо развитие и работа на дисертанта.

По моя преценка, направените публикации покриват основните резултати, показани в дисертационната работа и създават достатъчна видимост за направените изследвания и получените от тях изходящи данни. Изготвеният автореферат отразява ключови моменти от дисертационния труд, спазени са изискванията за структуриране и оформление. Количеството на публикациите отговаря на изискванията на закона и правилника на БАН.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика.

Силна страна на направените изследвания е извършената и документирана апробация в релевантна среда. Приложени са две служебни бележки от НПГ „Димитър Талев“, гр. Гоце Делчев и 19 ОУ „Елин Пелин“ в гр. София. Съответно е удостоверено проведено изследване относно ефекта от използването на програма за автоматизирано 3D моделиране в обучението на ученици от профилирана паралелка в НПГ „Димитър Талев“, гр. Гоце Делчев. Изследването е реализирано във връзка с дисертационния труд. Експерименталното проучване е проведено като част от изследването на приложението на технологията за 3D печат в образованието, допринася за разработването на ефективни подходи за повишаване интереса на учениците към съвременните технологии, включително сред обучаващите се в творчески специалности. За разлика от повечето съществуващи изследвания, насочени към ученици профилирани в STEM направления, настоящото проучване разглежда въздействието на технологията за 3D печат върху ученици с нетехнически профил. Също така е предоставен протокол за учебно занятие, демонстриращо използването на 3D принтирани макети и сценарии с робот NAO за провеждането на експериментален урок по физика в 19 ОУ „Елин Пелин“ в гр. София. Изследването е реализирано във връзка с дисертационния труд. Експерименталното проучване, проведено като част от изследването на технологията за 3D печат за целите на образованието, допринася за разработването на практически, лесно приложим и методически структуриран протокол улесняващ разработките на STEAM уроци и повишаващ ангажираност на учениците. Според текста на дисертацията са разгледани и допълнителни апробации, опити за тестване на постигнатите резултати и проведени анкети с целеви групи, документиран с протоколи на Етична комисия за научни изследвания (ЕКНИ) към Институт по роботика - БАН с Протоколи 1, 8, 10 и 16 със съответни дати през 2025 и 2026 г..

Резултати от дисертационния труд са публикувани основно в 4 статии, които са докладвани на научни конференции и са издадени в томовете на тези конференции. И четирите регистрирани участия на конференции са на международни форуми. Към август 2026 са забелязани 5 броя цитирания. Кое то удостоверява апробация в международна среда и използваемостта на тези резултати от други изследователи. Подобна обратна връзка относно използваемостта на резултатите е напълно съизмерима с краткия период от получаване на резултатите от дисертационната работа, апробирането им в практиката и проследяване на ефективността им.

9. Мнения, препоръки и забележки.

Дисертационната работа е актуално научноприложно изследване, отговарящо на изискванията на ЗРАСПБ за придобиване на ОНС “доктор”.

Сериозни критични забележки нямам, като могат да се маркират:

Някои малки неточности по форматирането на дисертацията, като например големи таблици без разделителни линии, частично останали английски означения в текста и някои от

фигурите, непоказани формули за статистиката в глава втора и др. Паралелно се ползват термините "3D принтиране" и "3D печат", като е желателно да се унифицира използването.

Някои от резултатите в пета глава предполагат допълнителна статистическа оценка и разширени тестови трупи.

Във всеки един от техническите етапи на изследванията и работа с деца е желателно разширяване на ползването на софтуер с отворен код и некомерсиални лицензи за употреба.

На някои места е загатната известно противопоставяне между STEM и STEAM обучението, което не е необходимо, двете се преливат естествено и дават по-пълнен инструментариум за себеизразяване, по същество те са прогресивно развитие на една учебна концепция.

Препоръка към автора е тя да продължи изследванията и усъвършенства методиките, които да доведат до по-широка приложимост на резултатите. Популяризирането на резултатите от всички тези дейности трябва активно да продължи.

10. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд.

Разглежданата дисертационна работа представлява цялостен труд, постигнатите от автора резултати са важни, в определена степен се характеризират със значителна иновативност, разширен приложен обхват и значим потенциал за използване на новите адитивни технологии, роботика и изкуствен интелект, в образователния процес.

Въз основа на гореизложеното, **давам положителна оценка** на представения дисертационен труд на тема "Интегриране на 3D принтиране и роботика със съвременни технологии за целите на образованието", и убедено препоръчвам на уважаемото научно жури да присъди на маг. инж. Борислава Любомирова Костова образователна и научна степен "доктор" в област 5. Технически науки, по професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, по научна специалност: Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката.

Дата: 15.09.2026

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

/проф. д-р В. Матеев/