

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: Мая Стефанова Стайкова

Тема на дисертационния труд: Информационни и комуникационни технологии в STEM обучението

Рецензент: доц. д-р инж. Станислав Димитров Гьошев - Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН

Научна област: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“

Докторска програма: „Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката“

1. Обща характеристика и актуалност на темата

Дисертационният труд на Мая Стайкова е посветен на една изключително актуална и значима тема – интеграцията на информационните и комуникационни технологии (ИКТ), и по-конкретно роботиката, в STEM обучението. Авторът правилно идентифицира в увода критичната пропаст между бързото развитие на технологиите (Индустрия 4.0 и 5.0) и изоставането на традиционните образователни системи. На фона на описаната „патова ситуация“ и „колапс“ на държавното образование в България, дисертацията позиционира STEM обучението и ИКТ като ключов инструмент за модернизация и за преодоляване на този дефицит.

Трудът е добре структуриран, със 159 страници основно съдържание, разпределено в увод, три глави, заключение, списък с приноси, апробация, библиография със 126 източника и две приложения.

2. Анализ на съдържанието и структурата

Дисертацията следва ясна логическа последователност – от теоретичното дефиниране на проблема до практическата му разработка и експериментална валидация.

- **Уводът** успешно защитава актуалността на проблема. Той въвежда ключови концепции като Индустрия 4.0, теорията за поколенията (Z и Алфа) и дефинира STEM. Ясно са формулирани целта – да се покаже как роботите могат да подпомогнат технологичното STEM обучение – и произтичащите от нея задачи. Коректно са дефинирани обектът (учебни работи) и предметът (техните киберфизични среди и пригодност за STEM).

- **Глава 1: „STEM обучение“** представлява задълбочен теоретичен обзор. Тя проследява произхода на термина (от SMET до STEM) и основоположниците (Якман и Рамали). Концепцията за STEM е разгледана като интердисциплинарен, проектно-базиран и студенто-центриран подход. Направен е релевантен ретроспективен анализ на STEM в световен мащаб и в България, като е отбелязан важният исторически прецедент със „Сендовската система“.
- **Глава 2: „Технологии в STEM“** стеснява фокуса, като дефинира ИКТ и роботиката. Глава втора успешно свързва теоретичните основи на STEM от първа глава с практическите инструменти (роботите), които са обект на изследване в трета глава. Роботиката е коректно позиционирана като мултидисциплинарна област и ключова технология за подготовка на учениците за Индустрия 5.0.
- **Глава 3: „Разработка, изследване и интегриране на учебни работи в STEM обучение“** е ядрото на дисертацията и съдържа основните научни и приложни приноси. Тя е разделена на две основни части:
 1. **Изкуствен интелект (ИИ) в STEM:** Тази част представя оригинално качествено и количествено изследване, проведено от автора, относно разбирането на ИИ (конкретно ChatGPT) сред 130 ученици (6-18 г.) в частно училище в София. Методологията включва анкети в Kahoot и практически задачи. Резултатите са анализирани детайлно по възрастови групи и показват, че макар учениците да използват ИИ, те не разбират напълно технологията и се сблъскват с неточности, особено при работа на български език. Това изследване само по себе си представлява ценен принос към педагогическата наука в България.
 2. **Изследване на роботизирани STEM решения:** Тук авторът демонстрира задълбочени инженерни и софтуерни умения. Вместо просто да опише съществуващи работи, Мая Стайкова извършва оригинални разработки и тестове с тях:
 - **Ozobot EVO:** Разработен е *нов сорс код на Python*, който използва *асинхронно програмиране* за едновременно изпълнение на две задачи – движение във формата на звезда (симулиращо хоро) и възпроизвеждане на музика („Сворнато хоро“).
 - **ArtieMax:** Извършен е *„обратен инженеринг“ (реинжиниринг)* на хардуера, идентифицирайки компоненти като ESP32 микроконтролера. Разработен е *нов сорс код (Blockly)* с функции за изписване на думи ("LONDON"). Критично са изследвани хардуерните

недостатъци (напр. чувствителност към наклон) и е представена софтуерна корекция.

- **Cody Rocky:** Разработен е *нов сорс код* за движение в лабиринт с избягване на препятствия, като е анализиран процесът на отстраняване на грешки (неуспешни срещу успешни кодове).
- **XGO-mini 2 Dog:** Разработени са *нови QR кодове* и съответният *сорс код на Python*, който позволява на робота да ги разпознае и да изпълни кодирани движения (кръг, квадрат, правоъгълник).
- **Интелигентни мобилни роботи:** В тази част е представен най-значимият научен принос – *нов модел за разпределена система за 3D измерване*. Моделът използва Raspberry Pi 5 с 3D камера (Orbbec Petrel A) на робота за събиране на данни и отдалечена компютърна станция за тежките изчисления (анализ на обекти, цвят, разстояние и физически размери). Авторът е добавил *нова функционалност* към C++ програмния модел за изчисляване на разстояние и размери. Системата е валидирана експериментално, като са постигнати много ниски относителни грешки при измерване (напр. до 5.71% за размер и 2.12% за разстояние) .

3. Научни и приложни приноси

Дисертацията съдържа множество оригинални научни и научно-приложни приноси, които са ясно формулирани от автора и защитени в Глава 3.

Основните приноси могат да бъдат обобщени, както следва:

1. **Научно-приложен:** Разработени са **нови сорс кодове** за редица популярни образователни роботи (Ozobot EVO, ArtieMax, Cody Rocky, XGO-mini 2 Dog), които разширяват стандартната им функционалност и ги адаптират за конкретни STEM уроци. Особено се откроява използването на **асинхронно програмиране** при Ozobot и създаването на система за управление чрез **нови QR кодове** при XGO-mini 2.
2. **Научно-приложен:** Извършен е **обратен инженеринг** на хардуера на робот ArtieMax и е предложен **софтуерен метод за корекция** на хардуерните му неточности.
3. **Научен:** Разработен и експериментално валидиран е **нов модел на разпределена система** за 3D визуално измерване (разстояние и размер на обекти), базирана на Raspberry Pi 5 и 3D камера. Тази система

оптимизира ресурсите чрез разделяне на задачите между робота и отдалечена станция.

4. **Научно-приложен:** Проведено е **оригинално изследване** за разбирането на ИИ сред български ученици, предоставящо ценни количествени и качествени данни за нуждите на образователната система.

4. Силни страни и бележки

Силни страни:

- **Практическа приложимост:** Това е най-голямата сила на труда. Дисертацията не е само теоретичен обзор, а практическо ръководство, пълно с разработени и тествани сорс кодове и планове за уроци готови за приложение в STEM обучението.
- **Оригиналност и дълбочина:** Авторът демонстрира редкия набор от компетенции, съчетаващ педагогическа визия със сериозни инженерни и софтуерни умения (C++, Python, Blockly, ROS, 3D камери, ESP32, Raspberry Pi).
- **Критичен анализ:** Мая Стайкова не приема роботите като готова "панацея", а извършва критичен анализ на техните реални възможности и ограничения (напр. проблемите с калибрацията на ArdieMax , ограниченията на камерата на XGO-mini 2 , влиянието на светлината върху сензорите).
- **Апробация:** Резултатите от дисертацията са апробирани чрез участие в множество авторитетни международни научни конференции (TechSys, ICAI, TECIS и др.), което е доказателство за тяхната научна стойност и признание от академичната общност .

Бележки и препоръки:

- Изследването на разбирането за ИИ е проведено в едно частно училище. Макар и много ценно, неговите резултати не могат да бъдат напълно екстраполирани към цялата образователна система, особено към държавната. Авторът коректно отбелязва това като посока за бъдеща работа.

5. Оценка на Автореферата

Авторефератът, изготвен от Мая Стефанова Стайкова, отразява точно и пълно основното съдържание, поставените задачи, получените резултати и оригиналните приноси на дисертационния труд.

6. Заключение

Дисертационният труд на Мая Стефанова Стайкова представлява завършено, задълбочено и оригинално научно изследване. Той успешно отговаря на поставената цел и задачи, като предоставя значими научни и научно-приложни приноси в областта на кибернетиката и нейното приложение в STEM образованието.

Авторът демонстрира, че владее както теоретичния апарат, така и необходимите инженерни и софтуерни умения за провеждане на самостоятелно изследване. Практическата стойност на разработените софтуерни кодове, уроци и системни модели е безспорна.

Трудът отговаря напълно на изискванията за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление

Предлагам на уважаемото Научно жури да оцени положително дисертационния труд на докторанта маг. Мая Стефанова Стайкова, като вземе решение за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“.

София, 04.03.2026 г.

НА ОСНОВАНИЕ
331Д
F
(д :в)