

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. дмн Галя Младенова Ангелова, Секция ИИЕТ, ИИКТ-БАН
за дисертацията на Пламен Димитров Петров
"Модели и методи за приложение на виртуална и добавена реалност в образованието",
представена за присъждане на образователната и научна степен "доктор"

Съгласно заповед № 304/27.10.2022 г. на директора на ИИКТ-БАН съм определена за член на Научното жури за защита на представения дисертационен труд в професионално направление 4.6 "Информатика и компютърни науки". Дисертацията е свързана с някои от най-актуалните проблеми в образованието: намиране на нови модели и методи за задълбочаване на интереса и подобряване на постиженията на учащите се в областта на дисциплините STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics); въвеждане на модерни технологии за електронно обучение съответстващи на усложняващите се човекомашинни интерфейси, достъпни от най-ранна възраст; изследване на положителните страни и ефекта на новите технологии, както и на отрицателните аспекти; създаване на учебни ресурси от ново поколение. Тези въпроси са част от доминиращата напоследък тенденция в целия свят за обучение на повече кадри с компетентност по дисциплините STEM. С тях се свързват оптимистичните прогнози за развитието както на образователната инфраструктура в нашата страна, така и на човешкия капацитет от компетентни преподаватели.

Формално, следвайки Правилника за прилагане на ЗРАСРБ отбелязвам, че по показатели Г за трудовете на дисертанта се събират повече точки от минималното изискване 30 точки за група Г. С това изискванията на ЗРАСРБ за получаване на образователната и научна степен "доктор" са удовлетворени и надхвърлени. Резултатите от дисертацията са представени в 7 публикации (всички в съавторство), като:

- 4 са в Сборници трудове на престижни международни конференции, индексирани от WoS Conference Proceedings Citation Index или Scopus,
- 1 е в Сборник трудове от международна конференция, включен в дигиталната библиотека <https://www.sgemsocial.org/> на SGEM World Science (SWS) Society,
- 1 е в българското списание Information technologies and control, издавано от Съюза по автоматика и информатика „Джон Атанасов“,
- 1 е в българското списание Problems of Engineering Cybernetics and Robotics, издавано от ИИКТ-БАН.

Дисертацията съдържа списък от забелязани 41 цитирания на трудовете на автора, почти всички от чуждестранни учени. Като се има предвид, че през периода на докторантурата научни резултати се разпространяваха предимно виртуално поради епидемичната обстановка, би следвало да разглеждаме изброените наукометрични резултати като много успешни.

Трудът се състои от 140 страници включително 42 фигури, 18 таблици, списък съкращения и 121 заглавия в библиографията. Текстът е организиран в увод, 4 глави, заключение, насоки за

бъдеща работа, изброени публикации по дисертацията и забелязани техни цитати, и декларация за оригиналност. Главите завършват с обобщение на представеното изложение, резултати и/или изброяване на отворени въпроси за изследване. Материалът е подреден изключително старателно в стегнат и компактен текст, фокусиран върху съществените аспекти, с удобна за възприемане последователност и подходящи илюстрации, и представлява приятно и информативно четиво.

Глава 1 (Анализ на съвременни модели и методи на преподаване) представя аналитичен обзор на съвременните технологии, които неизбежно навлизат в е-обучението. Представени са множество дефиниции и главни тенденции: за насочване на съдържанието към отделния потребител, с цел да му се предоставят знания, умения и положителни преживявания – т.е. да се постави човекът в центъра на учебния процес; за въвеждане на стандарти в платформите и оперативна съвместимост на учебното съдържание; за използване на съвременно оборудване и технологии за виртуална, добавена и смесена реалност. Различни изследвания сочат, че разширената и виртуалната реалност (AR/VR) са измежду ключовите образователни технологии, които са от значение за възприемането на информация от учениците и позволяват по-добро разбиране на учебния материал. С цитиране на източници от последните години са обобщени целите и възможностите при използването на AR/VR в образованието. Мотивирана е необходимостта от предлагане на нови модели за прилагането на виртуални учебни ресурси за определени целеви групи, както и необходимостта от конкретни методи, инструменти, примери за сценарии и подходи, позволяващи ефективното им използване в учебния процес. Разгледани са рискове и недостатъци при въвеждане на AR/VR в образованието. Дадена е таксономия на видовете VR платформи, използвани в обучението. Анализът и направените изводи мотивират целта и задачите на дисертационния труд. Целта е *да се предложат модели и методи за използване на добавена и виртуална реалност в обучението*. Дефинирани са следните задачи: (i) да се разработи модел за използване на добавена и виртуална реалност в STEM обучението с отчитане на различните образователни цели и специфики на отделните предмети; (ii) да се предложи модел за комбинация на добавената и виртуална реалност с физическа среда при обучение; (iii) да се разработи модел за комбиниране на добавена и виртуална реалност с проектно-базирано обучение в единен сценарий на преподаване; (iv) да се предложат методи за оценка на ефекта от комбинирането на учебна среда, разширена с добавена реалност, внедрена за подобряването на процеса на обучение и разбирането на учебния материал за определени цели на обучението.

Глава 2 (Модели за приложение на добавена и виртуална реалност в обучението) представя разработените модели за приложение на AR/VR в обучението по биология, математика и изкуства с различни образователни цели и възможностите за комбинирането им с проектно-базиран подход и специално проектирана физическа среда. Добро впечатление прави въвеждането на дефиниции на понятията „модел“ и „метод“. Предлага се и комбиниране на технологиите AR/VR с различни техники, среди и сценарии за преподаване. Целта е да се проучи въздействието на тези инструменти върху учебните резултати на учениците.

Накратко е представена AR-системата zSpace®, работеща на компютър и монитор за виртуална реалност, която предоставя реалистична учебна среда и създава завладяващи и интерактивни реалистични изживявания. Описват се проведени експерименти с целеви групи ученици за въвеждане на AR/VR технологии в обучението по математика, биология и изкуства. Най-общо основният модел е да се провежда първо традиционно обучение с тестване на резултатите и след това на учениците да се покаже набор от предварително подготвени AR-базирани упражнения, последвани от тестове чиито резултати се сравняват с постиженията след традиционно обучение. Дисертантът има огромното предимство да работи като професионален преподавател, учител по информатика и информационни технологии и ръководител на направление ИКТ в известно средно училище, вече утвърдено като иновативно от 5 години. Това му позволява да планира и провежда достатъчно представителни практически учебни занятия и наблюдения в клас, без да се сблъсква с ограниченията, налагани по етични съображения върху експерименти в които участват деца. В глава 2 е представено изследване, което има за цел да проучи ефекта от използването на модула за добавена реалност на GeoGebra (интерактивно приложение, предназначено за изучаване на математика и природни науки) върху развитието на пространствените математически умения на учениците при работа с различни математически обекти. Представен е също модел за използване на добавена реалност при обучението в областта на изкуствата. Употребата на AR може да се варира от показване на съдържание до прозрачно AR-видео (показване на екран с добавени данни, насложени върху заснети с камера обекти). Добавената реалност симулира „преживяване“ и постигане на персонализирано учебно изживяване от учениците, което помага за усвояване на учебния материал. Възможно е обучаемите да изследват колекции, музеи и галерии, или да създават свои собствени AR произведения с добавяне на виртуално измерение чрез анимации, видео и музика. Представен е и подход за интегриране на AR/VR технологии в проектно-базираното обучение, при което учениците работят в групи за решаване на проблеми в STEM дисциплини (напр. да се построи къща от естествени материали, с ползване на енергия по устойчив начин). В последния раздел на глава 2 е показано как специфични интериорни решения позволяват трансформация на класни стаи в подходящо декорирани кабинети за вграждане на AR и VR оборудване с цел постигане на максимален ефект на персонализиране на учебния процес и насърчаване на приобщаващото и активно учене.

В Глава 3 (Оценяване на ефекта от прилагането на AR/VR при обучението в различни предметни области) са дадени детайлни оценки на разработените модели за използване на AR/VR технологии при обучението в средно училище.

Първа група оценки касае проверка на знанията относно задължителните уроци по биология по теми, свързани с човешката анатомия. Формирани са три различни групи ученици (от хуманитарен, STEM и ИТ профили съответно с 28, 28 и 24 ученици), които изучават един и същи материал без предварителен опит в използване на AR технологии преди експеримента. Проведени са 4 сравнителни теста с добре дефинирани учебни цели при (а) традиционно обучение и (б) с използване на системата Zspace®, в която са създадени увлекателни учебни преживявания. Усреднените резултати за трите групи показват подобряване на резултатите (в точки) при използване на AR технологии съответно с 46%, 32% и 31%. Изследване със сдвоени

t-тестове на събраните данни за резултати преди и след използване на AR технологии показва статистически значима разлика в нивото на разбиране на учебния материал.

Следващ експеримент позволява сравнение на два начина за използване на AR в Geo Gebra: (а) при персонализирано учебно изживяване, предоставено от AR модула на учениците чрез мобилното приложение Geo Gebra 3D Calculator и (б) в режим на преподаване, когато учители споделят стереоскопично 3D изживяване със своите ученици чрез комбинацията от zSpace, GeoGebra и специална zView камера. Сформирани са 3 групи от по 24-26 тестващи ученици, които изучават различни специалности – чужди езици, природни науки и ИТ. Всяка група е разделена на контролна и експериментална подгрупа, като експерименталните подгрупи преминават допълнително интензивно обучение за използване на 3D и AR модулите на GeoGebra включително системата за добавена реалност zSpace в режим "3D Grapher" в комбинация със zView камера, заедно с 3D модула на GeoGebra. Резултатите от тестовете на експерименталните подгрупи показват подобрене на успеваемостта с около 30%.

По подобен начин е оценен ефектът от приложение на AR в обучението в областта на изкуствата. Участват ученици от 5-ти клас, които изследват физически пространства и произведения на изкуството чрез приложението Google Arts & Culture. Поставените задачи са изследване на древен артефакт, на конкретна галерия/картина, и рисуване на картина с оставено свободно място за виртуален обект, който да бъде създаден там по-късно. Резултатите на експерименталната група се подобряват с до 20%, а ангажираността на учениците – до 38%. Оценката на ефекта от комбинирането на проектно-базирано обучение с AR/VR технологии също показва, че интеграцията стимулира креативността, повишава постиженията на учениците и тяхната мотивация за учене.

Глава 4 (Реализация на образователни материали със средствата на AR/VR) представя софтуерните среди за създаване и хардуерните средства за използване на AR/VR учебни материали. Разгледана е обновената и адаптирана към цифровите технологии таксономия на Блум (с върхова дейност „създаване“) и нейното значение за разработването на AR/VR образователни ресурси, базирани върху стандарти. Направен е SWOT анализ на приложението на AR/VR технологии в образованието. Показано е, че трудността за създаване на учебни материали, нуждата от опитни преподаватели и сравнително високата цена на инфраструктурата са фактори, които забавят широкото и бързо навлизане на AR/VR технологиите в образованието. От друга страна, ползите и преимуществата са несъмнени.

В Заключението е направено резюме на получените резултати и са изброени научно-приложните приноси на дисертацията. Приемам приносите така, както ги е формулирал авторът. Посочените насоки за бъдеща работа са не по-малко амбициозни от целите, които дисертантът си е поставял преди 5 години при започване на настоящия труд. Поради сравнително големия брой бързо появили се цитирания от чуждестранни автори смятам, че цитирането е своеобразна апробация на резултатите. В този смисъл тематиката на дисертацията е съвременна и навременна за България, където тепърва се развива системата на иновативните училища.

Авторефератът на български и английски език отразява правилно съдържанието на дисертационния труд.

На края имам една **техническа забележка**: на стр. 100 в труда, при библиографията на статията P. Petrov, T. Atanasova, G. Kostadinov. Types, Technologies and Trends in E-Learning, Information technologies and control (ITC), vol. 3, 2019. Online ISSN: 2367-5357 DOI: 10.7546/itc-2019-001 е допусната техническа грешка в DOI-номера, който е 10.7546/itc-2019-0015 (при записването е пропусната последната цифра „5“). Откривам статията видима в Интернет само на адрес http://www.aksyst.com:8081/Sai/Journal/Docum/Vol_3_05_2019.pdf, поради което не приемам, че е включена в ACM Digital Library. DOI-номерът с липсваща последна цифра се среща в Автореферата и попълнените бланки за НАЦИД, което се нуждае от корекция. Тази бележка не намалява в никакъв случай достойнствата на дисертационния труд.

Заклучение. Считаю, че получените резултати и публикуваните статии доказват наличието на експертиза и качества за извършване на самостоятелна научна и научно-приложна работа, които се изискват от ЗРАСРБ за присъждане на образователната и научна степен "доктор".

Дисертацията прави впечатление с умението на автора да долови в ежедневната си практическа дейност на преподавател теми и задачи, които могат да послужат като основа за научно-приложни изследвания (вероятно при извличането на изследователски задачи от рутинното учителско ежедневие дисертантът е бил насочван от научния си ръководител, но неговият решаващ принос в тази дейност не подлежи на съмнение). В трудоемкия процес на подготовка на експериментите, описани в Глава 3, е вложено много старание за покриване на всички въведени в Глава 2 модели със смислени сценарии за провеждане на тестовете. Представеният дисертационен труд доказва задълбочените познания на докторанта относно AR/VR технологиите, на парадигмата на електронното обучение и съответните хардуерни и софтуерни среди, и показва г-н Петров като зрял и авторитетен специалист по ИКТ в образованието (и навярно, много харесван от учениците преподавател по любим предмет).

На тези основания ще гласувам положително за присъждане на степента и убедено предлагам на уважаемото научно Жури да присъди на **Пламен Димитров Петров образователната и научна степен "доктор"**.

27 ноември 2022

Член на Науч.

На основание

ЗЗЛД