



DOI: 10.54664/ECEQ6207

**Технологията „Добавена реалност“ –
възможности за приложение в обучението по математика**

Евелина Георгиева

**Augmented Reality Technology –
Application Possibilities in Mathematics Education**

Evelina Georgieva

***Abstract:** The development of computer technology has changed learning techniques. The digital generation is ready for the challenge of including information and communication technologies not only in their daily lives, but also in the learning process. The report examines the main features of AR technology and the possibilities for its application both in education and in various areas of society.*

***Keywords:** innovative practices; education; virtual reality; mixed reality; augmented reality; 3d models.*

ВЪВЕДЕНИЕ

През XXI век бързо развиващите се технологии навлизат във всички сфери на живота и образованието. Компютърните технологии променят начините за получаване и обработка на информацията и оказват влияние върху познавателната активност и учебната мотивация на обучаемите, които живеят в новата дигитална реалност. Тя им осигурява бърз и лесен достъп до масиви от информация, което налага промяна и в образователните технологии. С развитието на технологиите и възможността за обучение в електронни и смесени форми на обучение, все по-актуални стават теориите на учене „конструктивизъм“ и „конективизъм“, основани на самостоятелно преоткриване на знанията (учене чрез откриване, конструиране на смисъл и разбиране) в разнообразни среди. Според Ив. *Старибратов* и Е. Ангелова: „Методическият подход на конструктивизма, но пречупен през призмата на съвременните условия – активното използване на новите технологии, е единият от възможните варианти на активното учене. Обучаемите „конструират“ своето собствено познание и поведение чрез опит, който не е управляван от други“ (Старибратов, Ив., Е. Ангелова, 2011). Информацията се търси и намира в електронни среди, селектира се и се трансформира. Поради тази причина всички съвременни технологии са предназначени да опростят търсенето и получаването на информация от обучаемия. Една от обещаващите ИКТ системи е технологията „Добавена реалност“, означавана с абревиатурата AR (Augmented Reality). Скоростното навлизане на мобилните технологии през последното десетилетие направи възможно широкото приложение на AR в различни области (медицина, туризъм, реклама и др.) и това повишава нейната популярност. Въпреки интерактивните възможности на AR, тя все още е със слабо приложение в обучението. Това мотивира изследването ни да проучи възможностите на тази технология в обучението по математика.

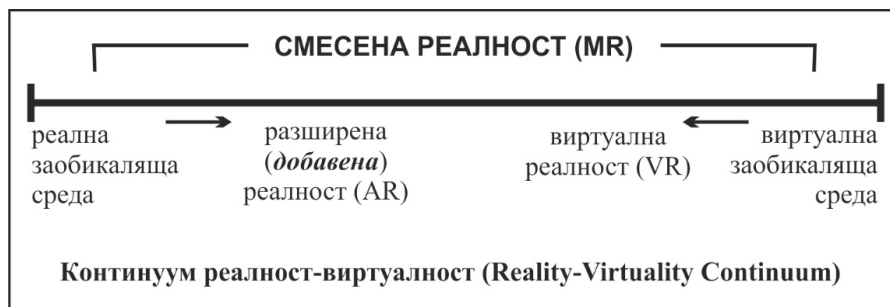
ИЗЛОЖЕНИЕ

Целта на изследването е да се изясни същността на технологията AR и потенциала ѝ за интерактивно обучение. Поставя се и експериментална задача за изпробване на системи за разработване на модели на математически обекти с технологията AR.

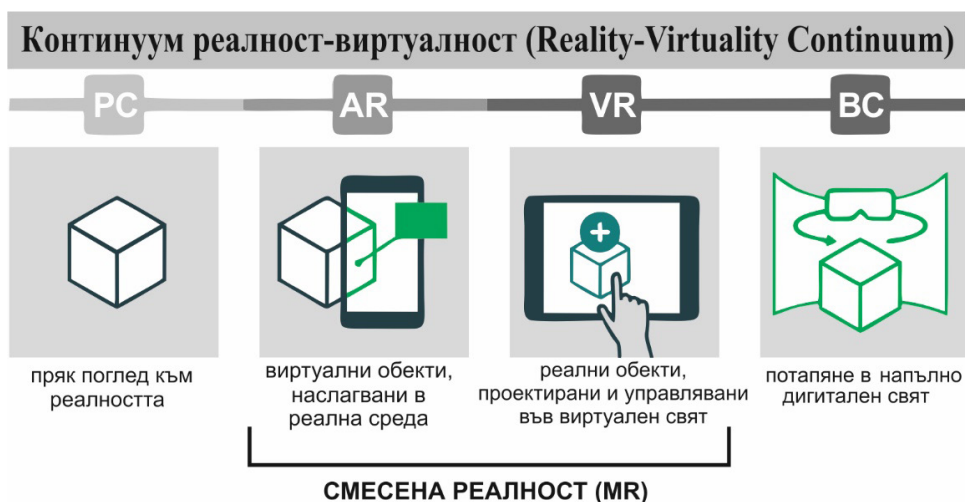
1. ИЗЯСНЯВАНЕ НА ПОНЯТИЕТО AR И ПОТЕНЦИАЛА НА ТЕХНОЛОГИЯТА

Добавената реалност – AR (*Augmented reality*), е област в информационните технологии, занимаваща се с комбиниране на данни от реалния свят с компютърно генерирани данни, т.е. наслагване на слоеве информация (аури) върху реално съществуващи обекти (лист хартия, дебитна карта или др.). Много често в качеството си на синоними на AR се използват и словосъчетанията: „разширена реалност“, „подобнена реалност“, „обогатена реалност“ и др. AR е технология със смесена реалност, която съдържа виртуални обекти, които са внедрени или „допълнени“ към реалния свят. Добавената реалност е пряк или косвен изглед наживо върху физическа среда от реалния свят, чиито елементи са допълнени от компютърно генерирана перцептивна информация, в идеалния случай в множество сензорни модалности, включително визуални, слухови, хаптични, соматосензорни и обонятелни. По този начин добавената реалност променя текущото възприятие на реалния свят, фокусира се върху разглеждането на 3D модели, подходящи за учебните часове. От своя страна виртуалната реалност замества реалната среда със симулирана, „потопяването“ в новата реалност е възприятие за физическо присъствие в нефизически свят.

В контекста на този анализ е необходимо кратко дефиниране на трите понятия: виртуална реалност VR, добавена реалност AR, смесена реалност MR. Това са три свързани технологии, които Пол Милграм и Фумио Кишино (1994 г.) илюстрират в реално-виртуален континуум. (фиг.1, 2.)



Фигура 1. Реално-виртуален континуум (по модела на Милграм и Кишино)



Фигура 2. Инфографика на континуума реалност-виртуалност с примери: реална среда, разширена реалност, разширена виртуалност и виртуална реалност

И трите технологии използват сензори и маркери за проследяване на позицията на виртуални и реални обекти. Добавената реалност с тяхна помощ открива реалните обекти и след това наслажда цифрово съдържание като 3D холограми и анимации и данни върху или над потребителска среда в реално време, така както се вижда от потребителя. В сравнение с „добавената“, виртуалната реалност заменя реалната среда с 3D виртуална и потапя потребителя в напълно симулиран свят. От своя страна, смесената реалност съчетава и двете технологии – и AR, и VR – взаимодействие на реалния свят с виртуалните обекти.

Учени от Университета в Хайделберг свързват термина „добавена реалност“ с два синонимни термина: „смесена реалност“ и „компютърномедирана реалност“. Определят AR като базиран метод за проследяване, разделен на две: проследяване на базата на маркери и проследяване без маркер (Nanthanasit, A., 2018). Проследяването, базирано на маркер, използва маркер с форма на черно и бяло с удебелена черна рамка и бял фон. Докато методът за проследяване без маркер е директно насочено към изображения. Проследяването, базирано на маркер, е по-подходящо за използване върху хартиен носител, от колкото методът за проследяване без маркер. Този метод може да показва 3D обекти точно над позицията на хартията с маркера и е интерактивен, когато потребителят движи или плъзга хартията с маркера. AR технологията се поддържа с помощта на различни устройства, като прозрачен дисплей, монтиран на главата (HMD), настолен или преносим компютър или мобилно устройство, оборудвано с поне една задна камера.

Типична система за добавена реалност изглежда така:

- 1) печатни маркери – чертеж (черно-бял или цветен) за идентифициране на 3D модели;
- 2) уеб камера;
- 3) софтуер за определяне на добавена реалност.

Уеб камерата открива маркера, след което специално приложение го „чете“ и показва обект с AR на екрана, след което следи всичките му движения и завой.

Таблица 1. Развитие на технологията Добавена реалност

Година	Периоди	Развитие на технологията „Добавена реалност“
1967 г.	Началото: Създаване на технологията	Иван Съдърланд (американски електроинженер и компютърен учен) е първият изследовател на технологията за добавена реалност. Разработва прототип на тази система. Използва стерео очила „Swordoft Damocles“ за показване на триизмерни графики. Изображенията са построени с помощта на два полупрозрачни стъклени дисплея, напръскани с тънък слой сребро. Името на това устройство идва от начина, по който е фиксирано – монтирано е на тавана, а името на устройството Head Mounted Display също е контрастирано с това.
1968 г.	Тестване в проекта Bell Helicopter	За пръв път е тествана технологията по време на изпълнението на проекта Bell Helicopter (САЩ). Стерео очилата – са във връзка с инфрачервена камера, монтирана на дъното на хеликоптера и контролирана от движението на главата на пилота. Тук започва да се появява концепцията за „добавена реалност“ (Могилев, А. В., 2004.).
1990 г.	Съвременен период на изследване	Свързва се с момента, в който Boeing активно въвежда монтирани на главата стерео дисплеи в процеса на сглобяване и поддържане на самолетите, като същевременно наслажда интерактивни графики върху изображението на реалния свят.

1997 г.	Дефиниране на AR като система (теоретични модели)	<p>Роналд Азума (американски компютърен учен), известен изследовател в областта от HRL Laboratories (автор на статията „Проучване на добавената реалност) очертава в достъпна форма основните проблеми и потенциали, свързани с въвеждането на тази технология. Той дефинира AR като система, в която:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Комбинира виртуална и реална реалност; • Процесът на взаимодействие се осъществява онлайн (в реално време); • Работи с 3D компютърна графика (Кочкин, А. А., 2014).
2000 г.	Реализации на технологията	<p>Най-успешните проекти, специализирани в технологията за добавена реалност, са локализирани в Япония – това е Mixed Reality Systems Lab, както и в Германия – Augika (Юлбарисова, Д. Р. 2014).</p> <p>Hiball (Северна Каролина), система за проследяване на позиция, има голям принос и ползотворно влияние за развитието на технологията за добавена реалност.</p>

2. ПРИЛОЖЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЯТА AUGMENTED REALITY

В последно време технологията Augmented Reality се използва широко като универсална технология в различни области на обществото: областта на рекламата и маркетинга, архитектурата, медицината, военното дело, туризма. Популярността на QR кодовете нараства с всеки изминал ден и те са вече навсякъде – върху опаковки на продукти, в реклами, в списания, в обяви за недвижими имоти и дори и в учебници. България не изостава от този процес.

Приложенията за добавена реалност са представени в таблица 2.

Таблица. 2 Приложения за добавена реалност

Приложение	Описание на приложението
Медицина / здравеопазване	За дистанционната поддръжка на пациенти – профилактика, диагностика, рехабилитация. За диагностика на нивото на захар в кръвта, честотата на дишане, сърдечната честота и нивото на дехидратация..
Игри	AR позволява по-добри игрови преживявания, тъй като отвежда в реалния свят.
Търговия на дребно и реклама	<p>AR може:</p> <ul style="list-style-type: none"> • да подобри изживяването на клиентите, като представя 3D модели на продукти за по-добър избор на продукт; • да предостави виртуални разходки на продукти (напр. в недвижими имоти; водене на клиенти към виртуални магазини и стаи); • да наслажда върху пространство, предмети и 3D артикулите (напр. при избор на предмети по отношение на размер, форма, цвят, вид); • да се използва в допълнение на реклами.

Производство и поддръжка	AR се използва при ремонтна поддръжката от професионалисти, за насочване на техниците дистанционно в работата им.
Образование	AR интерактивните модели се използват за преподаване и учене.
Военно дело	AR подпомага навигацията и за маркиране на обекти в реално време.
Туризм	AR се използва за навигация, предоставяне на данни за дестинации, упътвания и разглеждане на забележителности.

3. ТЕХНОЛОГИЯТА ДОБАВЕНА РЕАЛНОСТ (AR) В ОБРАЗОВАНИЕТО

В образованието технологията на „добавената реалност“ е в началото на своето приложение. Интегрирането на технологиите в часовете с помощта на AR постепенно се увеличава, защото дава нови възможности в процеса на преподаване и учене, тъй като опростява сложната информация. Прилагането на AR в обучението по математика, също се увеличава в момента.

3.1. Възможности на AR за оптимизиране на обучението

Необходимостта от използването на технологията добавена реалност в образователната система може да бъде обоснована със следните причини (Киргизова Е. В., Шакиров И. Ш., Захарова Т. В., Рубцов А. В. 2020):

- Използването на AR-технологията може да подобри качеството на обучението по математика.
- Повишава мотивацията на обучаващите се при изучаване на дисциплината математика, както и на други дисциплини.
- Технологията предоставя възможност за засилване на учебния ефект, чрез интерактивността на 3D моделирането, правейки изучаването на учебния материал по-интересен и достъпен за учениците.
- AR-технологиите постепенно навлизат в ежедневието и професионалните дейности на съвременния човек, следователно е необходимо да се научи как да се работи с тази технология като част от общообразователния курс по математика.
- Основните предимства са видимост и интерактивност, повишаващи качеството на учебния ефект, чрез визуализиране на учебния материал.
- Дава на учителя възможност да представи обекта на обучение в интересна и достъпна форма, изграждайки класове, базирани на вълнуващи игри и демонстрации.
- Използването на виртуални 3D обекти опростява процеса на обяснение на материала и повишава нивото на информационна грамотност на учителя и учениците.

Според Чирцов „в повечето случаи резултатът от тази дейност на ученика зависи и от това колко информативно и интересно е изграден процесът на предаване на знания, до каква степен са реализирани нуждите му от знания и с какви средства се постига по-нататъшната му насоченост към задълбочаване на знанията“ (Чирцов, А. С.)

По този начин описаната технология AR е инструмент, който позволява на учителя да демонстрира изучаваните обекти на ученика, което значително улеснява разбирането на учебния материал, предмети и явления.

AR предоставя ново изживяване за учащите, като им позволява да „видят“ съществуващата среда, насложена от цифровото учебно съдържание (Пенчева, Ал. и Хр. Митев). AR се прилага и като комбинирана стратегия за обучение за укрепване на учебния процес, поради своята привлекателност. Тази интерактивна технология предоставя възможности на учениците да изследват

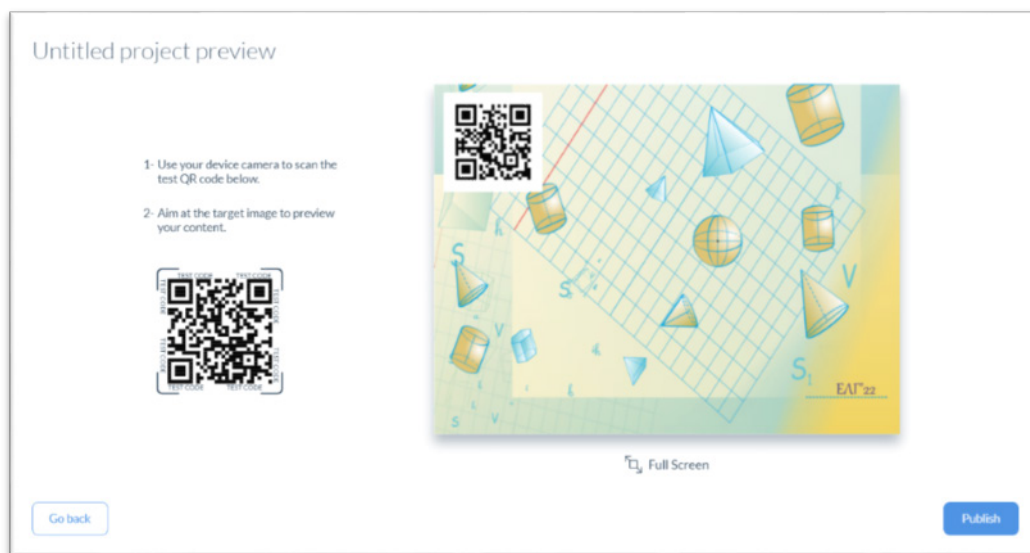
и взаимодействат с 3D моделите на учебни обекти (Кирова, Д., С. Алиев). AR започва между реалния свят и разширената виртуалност. Въвеждането на виртуални учебни помагала в учебния процес е основното условие за повишаване на учебния ефект. Учениците имат възможност да използват технологията, за да разбират какво четат.

Пионер в AR-технологията в България е приложението Smart Classroom AR, която се стартира с ученически бележник. Приложението е проект на Samsung България и е създаден от екип програмисти, учители и ученици. Smart Classroom AR дава възможност да се разработват упражнения с добавена реалност, използващи се посредством смартфон.

3.2. Експериментална задача за използване на AR в обучението по математика

На базата на теоретичното изследване за успешното внедряване на тази технология в образованието бе проучен и използван електронен творчески пакет ZapWorks, базиран на технологията за добавена реалност. За създаването на AR съдържание, ZapWorks поддържа лесен за използване инструмент за плъзгане и пускане, ZapWorks Designer. ZapWorks Designer (проследяване на изображения) е браузър инструмент за разработка на добавена реалност, с улеснен достъп до движението на обектите без допълнителни приложения, изтегляния и кодиране. Това вдъхновение позволява на тези, които нямат опит в кодирането, да създават AR изживявания с проследяване на изображения, използвайки множеството различни панели, всеки от които е от съществено значение при разработването на проект.

Избирайки „проследяване на изображения“, софтуерът подканя да се качи целево изображение, до което ще проследява съдържанието на проекта (фиг. 3.). След като бъде качено, то ще се появи на платното. За да се развие AR се използват и компоненти (обекти), които се добавят на сцената (фиг. 4.). Компонентите са цифрови елементи, Designer предлага редица компоненти, включително бутони, текст, изображения и видеоклипове, а може да се добавят и авторски компоненти, които се създават и обработват с програми за растерна и векторна графика. ZapWorks Designer поддържа формати за изображения – .png, .jpg., а за 3D модели и анимации – GLB,glTF,вграден glTF.



Фигура 3. Целево изображение



Фигура 4. Компоненти (обекти) добавени на сцената, развиващи AR

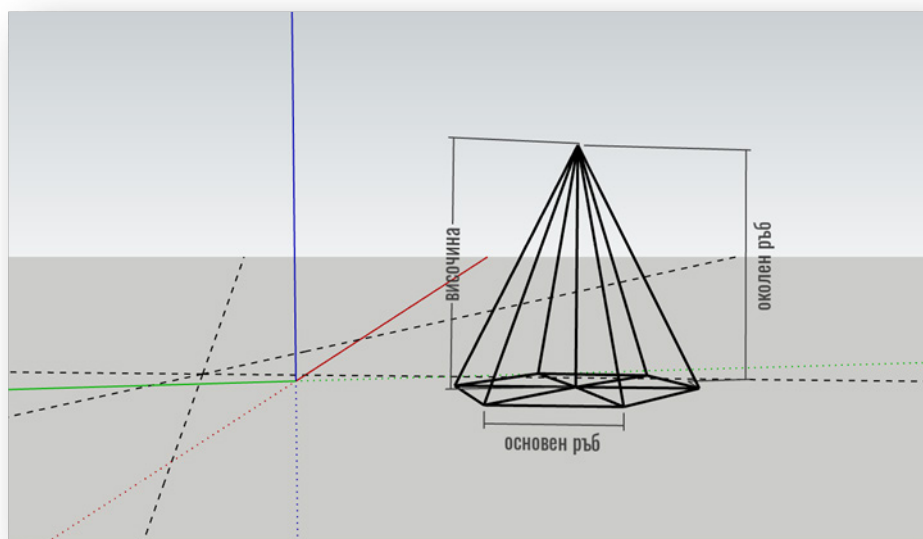
За да стане проектът интерактивен, на обектите се присвоява действие от падащото меню за действия. Когато потребителят докосне обект в сцената, те се задействат. При разработване на проект се налага често и тестване – това се случва с клавиш Preview. Щракването върху бутона Визуализация отваря модален прозорец, където се показват тестов QR код и целево изображение (фиг. 5)



Фигура 5. Тестване на проекта

Сканирането на тестовия QR код с помощта на скенер за QR кодове (вграден в повечето приложения на камерата) се стартира визуализация на проекта. Ако е създадено изживяване с проследяване на изображения, се появява прозорец, включващ целевото изображение, което е качено в началото на проекта Designer, към който ще трябва да се насочи устройството. Когато тестът е приключил, работата се публикува, чрез споделяне на QR кода и целевото изображение. Това позволява на крайните потребители да сканират и стартират изживяването.

Предимството от така представения софтуерен интерфейс е, че AR-технологията в обучението по математика спомага за нагледно представяне на задачи от стереометрията, за демонстрации на тела и техните елементи. Това изживяване позволява чрез премине от 2D в 3D обект, да се реши една от основните трудности на учениците – пространственото виждане на телата и техните елементи. (фиг. 6.)



Фигура 6. Елементи на пирамида, 3D

С лесното използване на ZapWorks Designer, учителите могат да превърнат учебните материали в интерактивни. Инструментът създава удобен софтуерен интерфейс за електронни устройства с интернет свързаност. Това позволява използването му в присъствено и дистанционно обучение. Педагогическите дизайнери на електронни книги и учебници ще могат да разширят тяхната интерактивност. Новият тип взаимодействие „електронна книга – обучаеми“ осигурява учене чрез откриване, правене и преживяване, развиване интереса към математика, кодирането и цифровите медии и води до разширяване на математическата и дигитална им компетентност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Образователният потенциал на AR-технологията е огромен, но като все още млада технология, тя има нужда от развитие, за да може да произвежда надеждни и достъпни приложения. Тя има редица възможности, обвързани с теорията за конструктивистко обучение, кои-то могат да се използват. Чрез технологията Augmented reality образите от реалния свят се свързват с компютърно генерирано съдържание, за да се получи динамично изображение. Тази технология прилича на технологиите за създаване на научнофантастичните филми и естествено ще провокира интереса на обучаемите.

Изследването ни води до някои изводи относно включването на добавената реалност в обучението по математика:

1) Системите, базирани на AR-технологията са подходящи за създаване на ангажирано интерактивно обучение и опит в училищен контекст.

2) Със софтуерния интерфейс, създаден с ZapWorks Designer, може да се разработят анимирани учебни дейности по математика чрез AR изживявания. Създава се впечатление за онлайн 3D игра емоционално увличаща обучаемите. Потапянето във виртуалната забавна образователна среда осигурява условия за конструктивисткото обучение – учениците изучават различни факти, провеждат експерименти, самостоятелно изказват хипотези.

3) Прилагането на съвременната технология „добавена реалност“ налага усъвършенстване на методиката на обучение по математика и овладяване на нови компетенции от учителите за използване на технологията AR. Създадените от тях учебни ресурси ще бъдат интерактивни и занимателни.

В настоящия етап проведеното изследване не откри електронни ресурси с добавена реалност за училищния курс по математика. Изследователски интерес представлява проблемът за приложение на AR-технологията в обучението по математика и в разработването на интерактивни учебни ресурси с добавена реалност. Необходимо е да се изследват възможностите за разработване на електронни учебни помагала и обучаващи виртуални игри по математика с приложение на AR-технологиите, в което се изразява и перспективността на това изследване.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Nanthanasit, A.** 2018. "Approach Augmented Reality Real-Time Rendering for Understanding Light and Shade in Art Education." – In: 3rd International Conference on Digital Arts, Media and Technology, pp. 71–74. <https://doi.org/10.1109/icdamt.2018.8376498>

2. **Киргизова Е. В., Шакиров И. Ш., Захарова Т. В., Рубцов А. В.** 2015. „Разширена реалност“: иновативна технология за организация на образователния процес по информатика // Съвременни проблеми на науката и образованието. No 2-2. / Kirgizova E. V., Shakirov I. Sh., Zakharova T. V., **Rubtsov A. V.** 2015. "Expanded Reality": Innovative Technology for Organizing the Educational Process in Informatics // Modern Problems in Science and Education. No 2-2. <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21827>

3. **Кирова, Д., С. Алиев.** Виртуална, добавена и смесена реалност – иновативни практики в учебния процес. Шуменски Университет „Епископ Константин Преславски“/ Kirova, D., S. Aliev. *Virtual, Added and Mixed Reality – Innovative Practices in the Learning Process.* Konstantin Preslavsky University of Shumen.

<https://journals.mu-varna.bg/index.php/conf/article/viewFile/5774/5103>

4. **Кочкин, А. А.** Сравнительный обзор технологии реализации подходов дополненной реальности. Перспективы развития науки и образования./ Kochkin, A. A. *A Comparative Review of the Technology for Implementing Augmented Reality Approaches.* Prospects for the Development of Science and Education. http://co2b.ru/uploads/30_12_14_4.pdf

5. **Могилев, А. В.** 2004. Информатика. Учебник для вузов / А. В. Могилев, А. И. Пак, Е. К. Хеннер. – Москва, Academia. / Mogilev, A. V. (2004). *Informatics. Textbook for Universities* / A. V. Mogilev, A. I. Pak, E. K. Khenner. – Moscow, Academia.

6. **Пенчева, Ал., Хр. Митев.** Добавена реалност (Augmented Reality) – Същност и приложение. Тракийски Университет – Стара Загора / Pencheva, Al., Hr. Mitev. *Augmented Reality – Essence and Application.* University of Thrace – Stara Zagora

<https://core.ac.uk/download/pdf/62660539.pdf>

7. **Старибратов, Ив., Е. Ангелова.** 2011. Методически подходи за обучение чрез използване на електронни учебни ресурси. Национална конференция „Образованието в информационното общество“, Пловдив, с.329 / Staribratov, Iv., E. Angelova. 2011. *Methodical Approaches to Learning by Using Electronic Learning Resources.* National Conference "Education in the Information Society", Plovdiv, p. 329. <https://core.ac.uk/download/pdf/62660116.pdf>.

8. **Чирцов, А. С.** Использование компьютерных технологий в интересах образования – нерешенная проблема 2000–ых./ Chirtsov, A. S. *The Use of Computer Technology in the Interests of Education Is an Unresolved Problem of the 2000s.* <http://young-fizik.narod.ru/Inf.htm>

9. **Юлбарисова, Д. Р.** 2014. Дополненная реальность – текущее состояние и тенденция развития. Пермский государственный национальный исследовательский политехнический университет. / **Yulbarisova, D. R.** 2014. *Augmented Reality – Current State and Development Trend.* Perm State National Research Polytechnic University.

http://vmm.pstu.ru/index.php?catid=41:scinews&id=524:2014-09-10-13-29-56&Itemid=217&option=com_content&view=article.]

ИНФОРМАЦИЯ ЗА АВТОРА

Евелина Георгиева – докторант, специалност „Методика на обучението по математика“ Факултет „Математика и информатика“, Великотърновски университет „Св. св. Кирил и Методий“, e-mail: D1327@sd.uni-vt.bg; elg_lubo@abv.bg.

ABOUT THE AUTHOR

Evelina Georgieva – PhD student in Mathematics Teaching Methodology, Faculty of Mathematics and Informatics, St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Tarnovo, e-mail: D1327@sd.uni-vt.bg; elg_lubo@abv.bg.