

ПРИМЕРЕН ПОДХОД ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ И ПРОЕКТНА ДЕЙНОСТ В ОБУЧЕНИЕТО ПО МАТЕМАТИКА

Ивелина Велчева¹⁾, Ирина Каргалева²⁾

¹⁾ПУ „Паисий Хилендарски“ – Пловдив (България)

²⁾ФЕГ „Антоан дьо Сент-Екзюпери“ Пловдив (България)

Резюме. Настоящата работа е посветена на описанието на един примерен подход за приложение на дигитални инструменти с изкуствен интелект и на проектна дейност в обучението по математика. Редица изследвания показват, че изкуственият интелект има голям потенциал да революционизира математическото образование, но също така изисква внимание към предизвикателствата, които съществуват, за да се гарантира ефективното му и разумно прилагане в учебния процес. Методът на проектите позволява екипна работа, диалогов вид комуникация, критично мислене и проява на креативност. Тук се описва и едно възможно приложение на дигитални инструменти с изкуствен интелект и проектна дейност при изучаването на темата „Тригонометрия“ от учебното съдържание по математика за XI клас. Анализирани са резултатите от проведено диагностично изследване с ученици от ФЕГ „Антоан дьо Сент-Екзюпери“ в Пловдив.

Ключови думи: изкуствен интелект; метод на проектите; образование по математика; дигитални инструменти; диагностично изследване

1. Въведение

Днес в света се извършва активен преход от индустриално и постиндустриално към информационно общество. Налагат се глобализация на икономиката, висока мобилност на работната сила и се изискват нов тип компетентности на личността в социалната и професионалната сфера. Тези процеси рефлектират особено силно в сферата на образованието. Образователната политика на държавата трябва да отчита както социално-икономическите характеристики на съвременното общество, така и перспективите за бъдещото му развитие. В този смисъл, днес се налага преосмисляне на способността на

българското училище да отговори адекватно на новите предизвикателства. Предлагат се нови стратегии за обучение, като компетентностен подход, STEM, проектно базирано обучение, приложение на изкуствен интелект (ИИ, AI) и други. ИИ започва да оказва значително влияние върху образованието, като предлага нови възможности за подобряване на учебно-възпитателния процес и улесняване работата на учителите. Н. Данев смята че „успешният учител трябва да е „хореограф“ на знанието, а класно-урочната система, включително и учебното съдържание, е нужно да започне да се трансформира“ (Danev, 2024). За да се поддържат активността, интересът и мотивацията на учениците, от съществено значение е учителите да включват иновативни обучителни подходи по време на учебните занятия. Съчетани с традиционния образователен модел, интерактивните методи биха допринесли за повишаване ефективността на обучението и успеваемостта на учениците. П. Вълева, Г. Стоицов и И. Димитров са на мнение, че „ИИ в образованието е нова страница в човешката история, която тепърва се пише и развива“ (Valeva et al., 2024). В научните си публикации редица автори (Boneva & Garov, 2024; Staribratov & Glushkova, 2024; Garov & Dobrev, 2024; Stavrev & Ushanova, 2023; Radev & Hristov, 2023; Glushkova & Ignatova, 2023; Mihov et al., 2022; Kurshumova, 2024; Qothrunnada & Ulimaz, 2025; Opesemowo & Ndlovu, 2024; Li 2024, Yi et al., 2024; Yoon et al., 2024; Mohamed et al., 2022; Nadiatun et al., 2024) подкрепят идеята за внедряване на иновативни учебни практики (включително използването на ИИ) в училищното образование, и в частност в обучението по математика. Настоящата статия е фокусирана върху представянето на примерен подход на обучение, свързан с използване на ИИ, в съчетание с проектна дейност, приложени в областта на математиката. Идеята е да се анализират и оценят ключови за подхода на обучение учебни практики, образователни резултати и неговият потенциал като част от учебната програма. Прегледът на научна литература показва, че при обучението по математика във втори гимназиален етап на средното образование (по-конкретно XI клас) подобни на предложения подход не са изследвани.

2. Методика и обща характеристика на диагностичното изследване

Диагностичното изследване е свързано с приложение на примерен подход, включващ използването на ИИ и метод на проектите в обучението по математика. Темата е актуална, ако се съди по факта, че с всяка изминала година се наблюдава спад в интереса у учениците за изучаване на ново учебно съдържание по тази учебна дисциплина.

Конкретната цел на изследването е да се подобри обучението по тригонометрия чрез въвеждане на дигитални инструменти с ИИ и проектна дейност в часовете по математика. Нашите наблюдения показват, че учениците срещат затруднения при изучаване на темата „Тригонометрия“. Работи се с голям брой тригонометрични функции и формули за тяхното преобразуване. Трудности се срещат и при приложение на тригонометричните функции в геометрични задачи. Представянето на информацията чрез дигитални инструменти с ИИ дава възможност за по-динамичен и атрактивен начин на усвояване на учебното съдържание.

Обект на педагогическото изследване е процесът на обучение на ученици във втори гимназиален етап на средното образование (XI клас), обучавани в класни и извънкласни форми на обучение по учебен предмет математика.

Предмет на педагогическото изследване са дигиталните инструменти с ИИ и методът на проектите, приложени в обучението по математика за повишаване активността и мотивацията на учениците в учебните часове и повишаване на успеваемостта им при усвояване на учебното съдържание.

Основните задачи, които трябва да се решат при прилагането на подхода, са: да се разработят учебни ресурси от страна на учители и ученици, базирайки се на предложения подход; да се организира и да се проведе педагогическо изследване за установяване на ефективността от внедряването на предложения подход; да се съберат данни и да се анализират резултати.

Обхватът на изследването включва 52 ученици от XI клас от ФЕГ „Антоан дьо Сент-Екзюпери“, Пловдив – 26 ученици в експерименталната група (ЕГ) и 26 ученици в контролната група (КГ).

Хипотеза на изследването е, че прилагането на предложения подход ще съдейства за повишаване активността и мотивацията на учениците по време на учебните занятия и за повишаване на тяхната успеваемост при усвояване на учебното съдържание по математика.

За да могат да бъдат оценени резултатите от работата на учениците, в ЕГ и КГ, са заложили следните критерии за проследяването и сравняването им: критерий, свързан с активността на учениците в учебните часове; критерий, свързан с мотивацията на учениците; критерий, свързан с успеваемостта на учениците при усвояване на учебното съдържание.

Показатели за проверка на хипотезата на разработката ще бъдат резултатите от дидактически тестове и от анкетна карта, както и изводи, направени от преподавателя на база приложената качествена методика.

Подходът на обучение се оценява чрез количествени и качествени методи. Количествената методика включва два дидактически теста. Качествената методика включва активно наблюдение, анализ на дейността, фокус групи, анализ на съдържание (контент анализ), експертна оценка и анкетна карта. Основните методи на изследването са дидактически тестове, активно наблюдение, анализ на дейността и анкетна карта. Допълващи методи са фокус групи, включващи събеседване с учениците, където учителят е в ролята на модератор; контент-анализ, включващ анализ на нормативна уредба, учебна и научна литература, анализ на съдържанието на поставеното задание и експертна оценка, включваща беседа/консултации с останалите учители по математика (6 на брой през учебната 2023/2024 година).

Учебното съдържание по математика, приложено в диагностичното изследване, играе ключова роля. Без необходимите базови знания и умения учениците не биха могли да се справят с поставените им задачи. Преди провеждането на експеримента се предполага, че учениците са усвоили тематично учебно съдържание по математика за XI клас¹ от

тема 2 „Решаване на равнинни фигури“ и тема 3 „Тригонометрия“ (общообразователна подготовка). Темите включват следните подтеми:

– Решаване на равнинни фигури – Решаване на успоредник; Решаване на трапец; Решаване на четириъгълник; Решаване на правилен многоъгълник;

– Тригонометрия – Обобщен ъгъл. Радиан. Тригонометрични функции на обобщен ъгъл; Основни тригонометрични тъждества; Четност, нечетност и периодичност на тригонометричните функции; Графики на функциите $y = \sin x$, $y = \cos x$, $y = \operatorname{tg} x$ и $y = \operatorname{cotg} x$; Формули за синус и косинус от сбор и разлика на два ъгъла; Формули за тангенс и котангенс от сбор и разлика на два ъгъла; Формули за тригонометрични функции от удвоен ъгъл; Формули за сбор и произведение на тригонометрични функции.

За целите на експеримента са използвани следните дигитални инструменти с ИИ:

- за генериране на компютърни презентации (Gamma, Prezi)²;
- за генериране на решения на математически задачи (Gauthmath, Photomath)³;
- за генериране на тестове, под формата на игри (EducaPlay, Quizizz)⁴;
- чатботове в помощ на учебно-възпитателния процес (ChatGPT, Gemini, Claude)⁵;
- за генериране на видеоклипове (InVideo, Kapwing)⁶;
- за генериране на музика (Suno)⁷;
- за генериране на изображения (DALL-E в чатбот ChatGPT, Leonardo)⁸;
- за генериране на текст в естествено звучаща реч (Freepik.com, AI voice generator)⁹.

Посочените дигитални инструменти се предлагат в безплатни версии, които включват ограничения, допустими за целите на експеримента. За технологиите, които не предоставят превод на български език, може да се използва разширение Google преводач към уеб браузера, за да не съществува езикова бариера. Всяка от платформите генерира резултати и на български език, ако потребителят е задал това като условие.

Преди провеждането на експеримента учениците са запознати с основните функционалности на инструментите с ИИ в помощ на учебно-възпитателния процес и са работили с тях. Практическата подготовка е провеждана в часовете по информационни технологии. Получените знания и умения могат да се използват не само в обучението по математика, а и по други учебни дисциплини.

Възможност за реализация на изброените дейности е чрез метода на проектите. Активното включване на учениците в създаването на едни или други проекти им позволява *овладяване на нови начини на човешка дейност в социокултурната среда* (Dureva-Torpalova, 2003). Главната идея на метода е практикуването на самостоятелна дейност на учениците за определен период, която може да се изпълнява както индивидуално, така и по групи.

3. Постановка за реализация, организация и провеждане на диагностичното изследване

Диагностичното изследване е проведено през учебната 2023/2024 година с ученици от XI клас от ФЕГ „Антоан дьо Сент-Екзюпери“ – Пловдив. Направено е по време на класни и извънкласни учебни занятия по учебен предмет математика, като в него участват ученици от две паралелки, разделени в ЕГ и КГ. При провеждането на експеримента по време на учебния процес теоретичната информация, представена от учителя, и поставените задания на учениците от ЕГ и КГ са едни и същи. При КГ се работи с традиционни методи на обучение – учениците работят самостоятелно (не са организирани в екипи), като при тях не се прилагат иновативни практики. При ЕГ се следват структурата и идейната рамка, предложени в експерименталния подход, и се прилага интерактивен образователен модел. В учебните часове се използват обучителни ресурси, подготвени с помощта на дигитални инструменти с ИИ, работи се в екип и има наличие на комуникация и проява на креативност. За учениците от двете паралелки математиката не е профилиращ предмет (паралелките са с интензивно изучаване на чужд език). Изучава се по два часа седмично в часовете по общообразователна подготовка, общо 72 часа

годишно. Всяка от групите има по 26 ученици, като сред тях няма деца със специални образователни потребности.

Формирането на извадката се извършва въз основа на получен успех на учениците от входен за експеримента дидактически тест (Т1) от тематична област „Решаване на равнинни фигури“. Тестът е проведен в края на месец февруари 2024 година с 8 паралелки, като всяка от тях получава съответните резултати. Целевата група на педагогическия експеримент включва ученици от XI^Ж (ЕГ) със среден успех от теста „Среден“ (3,42) и ученици от XI^З (КГ) със среден успех от теста „Среден“ (3,35). Разликата в средния успех от Т1 на учениците от паралелките е само 0,07 и поради това не се налага допълнително изравняване на извадките. Отчетени са постиженията на всички ученици, участващи в експеримента (52 ученици).

Експериментът е проведен в рамките на 2 месеца (март и април, 2024 година), като през последните 3 седмици учениците от ЕГ са участвали и в разработването на учебен проект. Учебното съдържание за изучаване по време на експеримента включва познания от тематична област „Тригонометрия“.

Експериментът условно е разделен на три етапа, проведени в рамките на два месеца. Първият етап е свързан с включването на дигитални инструменти с ИИ в учебно-възпитателния процес и използването им от учители и ученици за представяне на учебния материал и за разработване на обучителни ресурси. Вторият етап е свързан с разработването на проект, свързан с поставената тема, и представянето на постигнатите резултати. През цялото време учителят активно наблюдава учениците и анализира тяхната дейност. Третият етап включва провеждането на дидактически тест (Т2) от тематична област „Тригонометрия“ в края на изследването с цел проверка на резултатите, получени от КГ и ЕГ, и съпоставянето на успеваемостта на учениците. В Т2 са включени 13 задачи. Девет от задачите са с избираем отговор, три са с кратък свободен отговор, а една задача изисква подробно решение. В приложение 1¹⁰ е представен Т2 за установяване нивото на компетентности на учениците по математика в XI клас на тема „Тригонометрия“ и в приложение 2¹⁰ е представена

спецификация на теста за оценяване компетентностите на учениците по учебния предмет математика в XI клас на същата тема.

Начинът на работа на КГ и ЕГ следва различни рамки за организация на учебните часове и изпълнение на домашните работи.

Когато се решават задачи по време на учебните часове, в часовете на КГ учениците ги решават по традиционен начин чрез използване на учебник, учебно помагало и помощ от учител, като работят самостоятелно, а не по групи. В часа на ЕГ учениците имат възможност за работа в екип и използват следните дигитални инструменти с ИИ освен посочените: използване на чатботове за подпомагане на обучението – задаване на уточняващи въпроси, примерни решения на задачи, подсказки за решаване на по-сложни математически задачи, преформулиране на по-сложен теоретичен изказ към по-разбираем и опростен; използване на алтернативните платформи с ИИ за генериране на решения на математически задачи по сходен начин (Gauthmath и Photomath). При изпълнение на домашна работа учениците от КГ използват учебник, учебно помагало и помощ от интернет източници. ЕГ използва и компютърни презентации, генерирани с ИИ, за представяне на информация и подпомага обучението си чрез комуникация с чатботове. Учениците от ЕГ осъществяват критично оценяване на генерираните с ИИ ресурси чрез разпознаване на грешки, откриване на евентуални неточности или непълни решения в съдържанието чрез анализиране и аргументиране на съдържанието, без да бъде възприемано автоматично за вярно и чрез осъзнаване на собствените си грешки чрез сравнение с генерираните решения.

По време на учебно-възпитателния процес при учениците от ЕГ учителите използват учебни ресурси, генерирани с помощта на дигитални инструменти с ИИ (компютърни презентации; интерактивни тестове и задания под формата на игри; планове на уроци; нови идеи за допълнителни учебни дейности и др.). Тези ресурси са ангажиращи, позволяват проява на по-висока активност и креативност и привличат вниманието на учениците за по-дълъг период. С КГ учителите не използват ресурси, генерирани с ИИ.

При ЕГ е включен и методът работа по проекти (при КГ не се използва). Организацията на учебните часове при използването на метода преминава през етапите планиране на проект, изпълнение на проект, представяне на резултати и оценка.

В етапа планиране на проект са включени следните дейности:

- учителят задава темата на проекта и я обсъжда с учениците, като определя целите, времето, ресурсите, ограниченията и уточнява детайлите;

- ЕГ е разделена на 6 екипа, състоящи се от по 4/5 ученици. Ролите, които заемат учениците в екипа, са (Dzhey 2001): роли, ориентирани към действието (да създават конкретни практически неща – оформител, изпълнител и довършител); роли, ориентирани към хората (да се свързват с други хора – координатор, съекипник и изследовател на ресурси); интелектуални роли (да използват мисловните си способности – откривател, контролиращ-оценяващ и специалист);

- екипите са работили по темите „Приложения на тригонометрията“, „Приложения на тригонометрията в науката“ и „Приложения на тригонометрията в изкуството“. Всеки екип разработва план за работа по проект.

В етапа изпълнение на проект са включени следните дейности:

- всеки екип изготвя план за разпределение на задачите, като за всеки участник се разпределят роля и подзадачи;

- всеки екип изготвя план-график с данни за всички участници, зададената им подзадача, задълженията им и времето за изпълнение, които следват;

- учениците изпълняват следните дейности: генерират компютърни презентации с ИИ за представяне на поставената тема, като след това ги обработват допълнително; включват аудиофайлове с естествено звучаща реч в презентациите; създават брошури по темата, като включват в тях изображения, генерирани от ИИ; генерират музика и видеоклипове с ИИ, свързани с темата, като се прави препратка към дейности от реалния живот с цел повишаване интереса на аудиторията; създават тестове с ИИ под формата на игри с цел ангажиране на слушателите; комуникират с чатботовете с цел получаване на

креативни идеи за допълнителни дейности; осъществяват критично оценяване на генерираните с ИИ ресурси

В етапа представяне на резултати са включени следните дейности:

- учителят събира учениците в конферентна зала и всеки екип представя краен вариант на своя проект с помощта на интерактивен дисплей и други дигитални устройства. Поканени са всички единайсетите класове и учителите им. След представянето на проектите се провежда дискусия.

В етапа оценка на проект са включени следните дейности:

- учителят дава съвети за подобряване работата на учениците и коментира допуснатите грешки;
- учениците от всеки екип си поставят самооценка, поставят оценка на останалите екипи и получават оценка от аудиторията.

4. Анализ на резултатите от диагностичното изследване

Ефективността на предложения примерен подход е оценена чрез входно (T1) и изходно тестиране (T2) с помощта на непараметричния Mann-Whitney U тест. Целта е да се провери дали има наличие на статистически значима разлика в постиженията на учениците от ЕГ и КГ преди и след проведеното диагностично изследване. В приложение 3¹¹ и приложение 4¹¹ подробно са представени протоколи с резултатите на учениците от ЕГ и КГ от T1 и T2, получените статистически величини (средна стойност, медиана, минимум, максимум и размах) и резултатите от непараметричния Mann-Whitney U тест.

Резултатите от T1 показват статистическа стойност $p=0,727$, която значително превишава стандартното ниво на значимост от $\alpha=0,05$. Този резултат показва, че двете групи имат еднакво ниво на знания и умения в началото на експеримента. Средните стойности и медианите също са съпоставими – средна стойност: 16,00 точки за ЕГ и 15,15 точки за КГ; медиана: 13,50 за ЕГ и 11,50 за КГ. Това осигурява надеждна основа за следващо сравнение, тъй като преди прилагане на примерния подход няма статистически значима разлика между ЕГ и КГ.

При изходното тестиране (T2) се установява статистическа стойност $p=0,054$, която се намира в граничната зона на статистическата

значимост. Това означава, че не можем да отхвърлим нулевата хипотеза и няма статистически значима разлика между ЕГ и КГ. ЕГ постига средна стойност от 19,85 точки при медиана 16,50, докато КГ достига средна стойност от 15,54 точки при медиана 13,50. Тази разлика в резултатите показва положително развитие в ЕГ спрямо КГ.

В съчетание с допълнителни доказателства от проведената качествена методика, включваща анализи от наблюдения, записки, събеседвания и анкетиране на учениците, получените резултати подсказват за наличие на тенденция към положителен ефект, който подкрепя хипотезата за подобрена успеваемост на ЕГ вследствие на примерния подход, базиран на ИИ.

В следващите редове накратко са представени и анализирани резултатите от проведената качествена методика. По време на всички етапи от експеримента наблюдаващият учител отразява важните акценти от учебно-възпитателния процес и това служи като източник на данни за анализ. Други източници са отговорите на въпросите от анкетната карта и изводите на база комуникация с ученици и експертна група от учители. В края на експеримента водещият учител провежда събеседване с участниците в експеримента с цел обобщаване на ситуацията. Дискусията е необходима, за да могат да се съберат данни от две различни гледни точки – както от страната на учителя, така и от страната на учениците. По този начин получените резултати са с по-голяма достоверност, тъй като преценката на учителя е съпоставена с мнението на учениците.

На база методите активно наблюдение, анализ на дейността и събеседвания с учениците от ЕГ, проведени от страна на учителя, могат да бъдат обобщени следните изводи:

- наблюдава се засилване интереса на учениците към ученето, което е предпоставка за повишаване на успеваемостта им при усвояване на учебното съдържание;
- наблюдава се проява на по-голяма активност чрез изразяване на мнение, даване на нови предложения и идеи, задаване на въпроси (дори и от ученици, които не участват редовно в учебния процес);

- наблюдава се задържане на вниманието на учениците за по-дълъг период и повишаване на мотивацията им, благодарение на разнообразните и иновативни методи и технологии;
- наблюдават се проява на екипна работа, диалогов вид комуникация, проява на креативност и критично мислене по време на изпълнение на поставените задания при работата по проекти.

От анкетното допитване сред учениците от експерименталната група на тема „Приложение на изкуствен интелект в обучението по математика“ могат да се направят следните заключения.

- По-честата употреба на ИИ в часовете по математика повишава интереса към предмета. Така смятат около 80 на 100 от анкетираните, като 42% са категорични в позицията си, а около 39% са „по-скоро съгласни с твърдението“. Останалите отговори са разпределени съответно 15% за „не мога да преценя“ и 4% „по-скоро несъгласен“. Нито един от анкетираните не е отговорил изцяло отрицателно на въпроса.

- 85% от анкетираните смятат, че по-честата употреба на ИИ повишава качеството на преподаване на материала спрямо традиционните методи, като тези отговори са разпределени съответно 39% „категорично да“ и 46% „по-скоро да“. Малко под 12% са избрали неутрален отговор „не мога да преценя“, а едва 4% са маркирали „по-скоро не“. И тук отново няма крайно отрицателно отговорил.

- Положително отношение сред анкетираните се наблюдава и в отговорите им на въпроса „Смятате ли, че по-честата употреба на ИИ в обучението по математика повишава активността и мотивацията Ви по време на учебните часове?“. Тук положително отговорилите са 77 на 100, като отговорите са разпределени съответно 35% за „категорично да“ и 42% за „по-скоро да“. Малко под 8% са по-скоро несъгласни с твърдението, а 15% са избрали опция „не мога да преценя“. И при този въпрос няма ученик, който да е отговорил „категорично несъгласен“.

В приложение 5¹² могат да се видят всички въпроси от анкетата, както и обобщените резултати.

Резултатите от проведения Т1 в началото на педагогическия експеримент показват, че учениците се справят в известна степен със

задачите, в които директно се прилагат знания, но се затрудняват при тълкуване, обобщаване, извличане и оценка на информация. Голяма част от учениците дори не се опитват да решат задачи, изискващи подробно и аргументирано решение, в което трябва да приложат комплексни знания. Оказва се, че традиционните методи – лекция, беседа и упражнение, не са в състояние да развият в достатъчна степен тези умения. Това налага търсене на нови подходи, които да стимулират творческото и креативното мислене, така че учениците да формират умения за прилагане на наученото в задачи от неалгоритмичен характер. Системите, базирани на ИИ, разкриват различни възможности в тази посока. Те предоставят възможност на учениците да използват естественото си любопитство, стремежа си да експериментират и да играят. Дават възможности за генериране на идеи и преживяване на емоциите от откриването на закономерности и факти. По този начин ученикът се превръща в активен участник в обучението, а не в пасивно получаващ факти, които трябва да запамети и възпроизведе. Това допринася за придобиване на ценни умения – креативност, умения за работа в екип, толерантност, критично мислене, умения за планиране на времето и за приемане на неуспеха, анализ и оценка на информацията и много други. Всички тези умения са от изключителна важност за професиите на 21-ви век. Професиите на бъдещето се нуждаят от креативни личности, които традиционните подходи няма как да формират изцяло. В този смисъл един от начините „за възприемане на потенциала на ИИ в образованието е да се разглежда като инструмент, който може да позволи трансформацията на образованието към нуждите на бъдещето“ (Likova-Arsenova, 2020).

5. Заключение

Така приложеният примерен подход на обучение в областта на математиката (в частност тема „Тригонометрия“), свързан с използването на ИИ и метода на проектите, се утвърждава като потенциално ефективен и препоръчителен за по-нататъшно прилагане и изследване в образователния контекст. За по-категорични заключения относно ефективността му и потвърждаване на хипотезата на диагностичното изследване ще бъдат провеждани допълнителни

експерименти с по-голяма извадка и ще бъдат използвани допълнителни статистически методи за определяне размера на ефекта и неговата практическа значимост. Считаме, че примерният подход ще е от полза за учители по математика, които желаят да прилагат ИИ и проектната дейност в преподавателската си практика. Статията търпи развитие в посока на използване на по-съвременни дигитални инструменти с ИИ и разработка на други теми от учебното съдържание по математика.

Благодарности

Авторите на настоящата разработка изказват благодарност към Националната програма „Млади учени и постдокторанти-2“ (етап 2) за финансиране на настоящата работа.

БЕЛЕЖКИ

1. https://www.mon.bg/nfs/2018/08/up_xi_%D0%9Cath.pdf
2. <https://gamma.app/>; <https://prezi.com>
3. <https://www.gauthmath.com/>; <https://photomath.com>
4. <https://www.educaplay.com/>; <https://quizizz.com/>
5. <https://chatgpt.com/>; <https://gemini.google.com/>;
<https://claude.ai/>
6. <https://invideo.io/>; <https://www.kapwing.com/>
7. <https://suno.com/>
8. <https://chatgpt.com/g/g-2fkFE8rbu-dall-e;>
<https://app.leonardo.ai/>
9. <https://tunes.freepik.com/ai-voice-generator>
10. <https://drive.google.com/file/d/1bypzYfOU3xyG2pEDtaFAd0hP8sEASZE2/view?usp=sharing>
11. <https://drive.google.com/file/d/1wrECaYscGiVOiEe0cPChDegB8L23yYMT/view?usp=sharing>
12. https://drive.google.com/file/d/1shqIcxup1R1i3E4IHFaw_bp8VB64TQ_c/view?usp=sharing

ЛИТЕРАТУРА

- Бонева, Р., Гъров, К. (2024). Въведение в изкуствения интелект и приложението му в съставянето на план-конспекти на уроци. *Образование и технологии*, 15(2), 396 – 401.
- Вълева, П., Стоицов, Г., Димитров, И. (2024). Изкуствен интелект в съвременното обучение: възможности и предизвикателства. *Математика и информатика*, 67(5), 561 – 579.
- Глушкова, Т., Игнатова, Н. (2023). Подходи за изграждане на ключови дигитални компетентности при обучението по изкуствен интелект в средното училище. *Образование и технологии*, 14(1), 23 – 32.
- Гъров, К., Добрев, И. (2024). Използването на изкуствен интелект в часовете по информационни технологии – приложения и ползи. *Образование и технологии*, 15(2), 402 – 406.
- Данев, Н. (2024). Възможности за интегриране на добавена реалност като образователен инструмент в класната стая. *История*, 32(2), 177 – 188.
- Джей, Р. (2001). *Създайте страхотен екип*. ИнфоДАР, София, ISBN: 954-761-014-7.
- Дурева-Тупарова, Д. (2003). *Проблеми от методиката на обучение по информатика и информационни технологии*. Университетско издателство „Неофит Рилски“, Благоевград.
- Ликова-Арсенова, В. (2020). Изкуствен интелект в образованието. *Педагогически форум*, 3, 49 – 56.
- Радев, В., Христов, Х. (2023). Визуализация на задачи по математика за III клас чрез анимирани сценарии в електронна среда за обучение. *Педагогика*, 95(9), 1209 – 1221.
- Старибратов, И., Глушкова, Т. (2024). Изкуствен интелект и персонализиране на обучението. *Сборник с доклади на Втора национална научнопрактическа конференция „Дигитална трансформация на образованието – проблеми и решения“*, 2, 496 – 501.

REFERENCES

- Boneva, R., Garov, K. (2024). Vavedenie v izkustveniya intelekt i prilozhenieto mu v sastavyaneto na plan-konspekti na urotsi. *Obrazovanie i tehnologii*, 15(2), 396 – 401. (In Bulgarian)
- Danev, N. (2024). Vazmozhnosti za integrirane na dobavena realnost kato obrazovaten instrument v klasnata staya. *Istoriya*, 32(2), 177 – 188. (In Bulgarian)
- Dureva-Tuparova, D. (2003). *Problemi ot metodikata na obuchenie po informatika i informatsionni tehnologii*. Izdatelstvo YUZU Neofit Rilski, Blagoevgrad, ISBN: 954-680-254-9. (In Bulgarian)
- Dzhey, R. (2001). *Sazdayte strahoten ekip. Podberete horata spored rolite*. InfoDAR, Sofiya, ISBN: 954-761-014-7. (In Bulgarian).
- Garov, K., Dobrev, I. (2024). Ispolzvaneto na izkustven intelekt v chasovete po informatsionni tehnologii – prilozheniya i polzi. *Obrazovanie i tehnologii*, 15(2), 402 – 406. (In Bulgarian)
- Glushkova, T., Ignatova, N. (2023). Podhodi za izgrazhdane na klyuchovi digitalni kompetentnosti pri obuchenieto po izkustven intelekt v srednoto uchilishte. *Obrazovanie i tehnologii*, 14(1), 23 – 32. (In Bulgarian)
- Kurshumova, D. (2024). Educational Horizons: Mapping the Terrain of Artificial Intelligence Integration in Bulgarian Educational Settings. *Proceedings of the Sixth International Conference Computational Linguistics in Bulgaria (CLIB 2024)*, 150 – 156.
- Li, M. (2024). Integrating Artificial Intelligence in Primary Mathematics Education: Investigating Internal and External Influences on Teacher Adoption. *International Journal of Science and Mathematics Education*, doi.org/10.1007/s10763-024-10515-w.
- Likova-Arsenova, V. (2020). Izkustven intelekt v obrazovaniето. *Pedagogicheski forum*, 3, 49 – 56. (In Bulgarian)
- Mihov, T., Stoitsov, G., Dimitrov, I. (2022). STEM Robotics in Primary School. *Mathematics and Informatics*, 65(2), 149 – 159.
- Mohamed, M. Z. B., Hidayat, R., Suhaizi, N. N. B., Sabri, N. B. M., Mahmud, M. K. H. B., & Baharuddin, S. N. B. (2022). Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Systematic Literature

- Review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), article ID: em0694, doi.org/10.29333/iejme/12132
- Nadiatun, F., Suryadi, D., Nurihan, N. (2024). Artificial Intelligence's Transformative Role in Mathematics Education: A Systematic Literature Review. *AIP Conference Proceedings*. 8 October 2024; 3220 (1): 030008. <https://doi.org/10.1063/5.0235478>.
- Opesemowo, O. A. G., Ndlovu, M. (2024). Artificial Intelligence in Mathematics Education: The Good, The Bad, and the Ugly. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3), 333 – 346.
- Qothrunnada, I., Ulimaz, S. (2025). Research Trend of Artificial Intelligence Application in Mathematics Education. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, 13(2), 581 – 589.
- Radev, V., Hristov, H. (2023). Vizualizatsiya na zadachi po matematika za III-ti klas chrez animirani stsenarii v elektronna sreda za obuchenie. *Pedagogika*, 95(9), 1209 – 1221. (In Bulgarian)
- Staribratov, I., Glushkova, T. (2024). Izkustven intelekt i personalizirane na obuchenieto. *Sbornik ot vtora natsionalna nauchno-prakticheska konferentsiya „Digitalna transformatsiya na obrazovaniето – problemi i resheniya*, 2, 496 – 501. (In Bulgarian)
- Stavrev, S., Ushanova, G. (2023). A Modern Instrument for Game-Based Learning of English Words. *Pedagogical forum*, 1, 3 – 8.
- Valeva, P., Stoitsov, G., Dimitrov, I. (2024). Izkustven intelekt v savremennoto obuchenie: vazmozhnosti i predizvikatelstva. *Mathematics and Informatics*, 67(5), 561 – 579. (In Bulgarian)
- Yi, L., Liu, D., JIANG, T., & Xian, Y. (2024). The Effectiveness of AI On K-12 Students' Mathematics Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10499-7>.
- Yoon, H., Hwang, J., Lee, K., Roh, K. H., & Kwon, O. N. (2024). Students' Use of Generative Artificial Intelligence for Proving Mathematical Statements. *ZDM – Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01629-0>.

A MODEL APPROACH TO THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PROJECT-BASED METHOD IN MATHEMATICS EDUCATION

Abstract. The present study is dedicated to describing a sample approach for integrating digital tools powered by artificial intelligence (AI) and project-based method in mathematics education. Numerous studies have demonstrated the significant potential of AI to revolutionize mathematics teaching and learning, while also highlighting the importance of addressing the associated challenges to ensure its effective and responsible implementation in the educational process. The project-based method enables students to collaborate, engage in discussion, think critically, and express their creativity. This paper presents a possible application of AI-based digital tools and the project-based method in teaching the topic of Trigonometry from the 11th grade mathematics curriculum. The results from a diagnostic study conducted with students from the Foreign Language High School “Antoine de Saint-Exupery” in Plovdiv are also analyzed.

Keywords: artificial intelligence; project-based method; mathematics education; digital tools; diagnostic study

✉ **Dr. Ivelina Velcheva, Assist. Prof.**

ORCID iD: 0000-0003-3173-4368

Paisii Hilendarski University of Plovdiv
Faculty of Mathematics and Informatics

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: ivelinavelcheva@uni-plovdiv.bg

✉ **Irina Kartaleva, Deputy principal**

FEG “Antoine de Saint Exupery”

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: kartaleva.i@feg-exupery.com